

GUIDE
DES BONNES
PRATIQUES
AGRICOLES
À LA RÉUNION

PRÉFACE

LES OBJECTIFS INITIAUX DE LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE (PAC), fixés par le Traité de Rome en 1957, restent d'actualité : assurer la couverture des besoins alimentaires des populations européennes, et offrir aux agriculteurs une garantie de revenu.

Toutefois, de nouveaux enjeux sont apparus au fil du temps. L'agriculture européenne doit répondre aujourd'hui et dans la durée à d'autres besoins exprimés par les citoyens européens : la diversité alimentaire, la sécurité sanitaire, l'entretien des territoires, ou encore la protection de la diversité biologique et des ressources naturelles.

À La Réunion, la situation insulaire et l'éloignement renforcent l'importance de ces nouveaux enjeux. Afin d'apporter leur contribution à l'objectif d'une meilleure prise en compte de l'environnement par l'agriculture, les services de l'État ont pris l'initiative de s'appuyer sur la meilleure expertise disponible localement et sur un long travail préalable avant de proposer ce Guide des Bonnes Pratiques Agricoles à La Réunion, destiné en priorité à tous ceux qui apportent leurs conseils aux agriculteurs.

Je félicite tous ceux qui ont initié ce projet et contribué à ce travail remarquable. Et je félicite à l'avance tous les techniciens agricoles et toutes les organisations qui ne manqueront pas d'en faire une référence, et surtout un outil du quotidien pour faire de La Réunion agricole, de ses exploitations et de ses champs de canne, de ses parcelles maraîchères, de ses vergers de mangues ou de letchis, de ses prés et de ses parcours pastoraux, un exemple de bonne conduite écologique et de développement durable.

La qualité du patrimoine naturel et paysager de La Réunion, désormais inscrit au Patrimoine mondial, est l'affaire de tous. C'est donc aussi l'affaire des agriculteurs et de tous ceux qui travaillent avec eux et pour eux.

Michel LALANDE

Préfet de La Réunion

AVANT-PROPOS

LA RÉUNION, ÎLE DES MASCAREIGNES PROCHE DE MADAGASCAR, est constitutive d'un ensemble remarquable par sa diversité biologique singulière à l'échelle du globe.

L'île de La Réunion est aussi tout simplement belle. Ses pitons, cirques et remparts appartiennent désormais au Patrimoine mondial de l'UNESCO. Les paysages agricoles et pastoraux des versants et des plaines du volcan forment l'écrin du joyau désormais classé Parc national.

Les agriculteurs connaissent le bonheur de travailler une terre qu'ils aiment, de nourrir les hommes qu'ils côtoient, et de parier pour leurs enfants sur un avenir plein de promesses. Ils ambitionnent de conjuguer performance et qualité, « produits péi » et exemplarité des pratiques.

Ce guide est fait pour les aider.

Le Guide des Bonnes Pratiques Agricoles à La Réunion est né d'un constat simple. Il manquait un ouvrage de référence regroupant l'expertise et les conseils agronomiques destinés aux agriculteurs et aux éleveurs, gages d'une insertion harmonieuse de la production agricole dans son environnement.

Il est plus que temps en effet de dépasser le stade de la prise de conscience pour entrer dans celui des bonnes pratiques : des indicateurs de pollution ont viré à l'orange dans plusieurs captages et cours d'eau.

Ce guide se veut un ouvrage accessible, mais représentatif de la meilleure expertise réunionnaise au service d'une agriculture écologiquement responsable. Pour sa conception, plus de 40 experts issus d'une vingtaine d'organismes différents ont apporté leur contribution, sous la baguette d'un chef d'orchestre de talent, Olivier ZIBERLIN, volontaire à l'aide technique à la DAF de La Réunion formé à l'Institut d'Enseignement Supérieur de Guyane. Que chacun soit remercié pour cette œuvre collective remarquable, et pour leur engagement au quotidien.

Au moment où paraît ce guide, la DAF et la DSV fusionnent au sein de la nouvelle Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DAAF), dont la création rappelle, s'il en était besoin, que l'agriculture a pour premier objectif de nourrir les hommes et d'assurer justement les bases d'un développement véritablement durable.

Michel SINOIR

*Directeur de l'Agriculture et de la Forêt
Préfigurateur de la DAAF*

COORDINATEUR ET AUTEUR :

ZIBERLIN Olivier, *Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la Réunion*

AUTEURS :

AURE Frédéric,
Chambre d'Agriculture de la Réunion

BARBET-MASSIN Vladimir,
Association Réunionnaise de Pastoralisme

BOURGAULT Gwenn,
*Centre Technique Interprofessionnel
de la Canne à Sucre*

BUSSON Samuel,
*Lycée Professionnel Agricole et Horticole
de St Joseph*

CABOT Valérie,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

CHABALIER Pierre-François,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement à La Réunion*

CHANUT Jacques,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

CHARLAT Guillaume,
Conseil Général de La Réunion

CHOPPART Jean-louis,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement à La Réunion*

CORNU Alain,
Coopérative des Avirons

COTTINEAU Jean-Sébastien,
*Association Réunionnaise
pour la Modernisation de l'Économie
Fruitière Légumière et Horticole*

DEBENAY Bruno,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

DEGUINE Jean-Philippe,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement à La Réunion*

DE LABURTHE Bruno,
*Fédération Régionale des Coopératives
Agricoles de La Réunion*

DEL SOCORO Bernard,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

FEDER Frédéric,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement à La Réunion*

FOURNIER Patrick,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement à La Réunion*

FRANCOIS Patrice,
*Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
de La Réunion*

GOSSARD Christophe,
Chambre d'Agriculture de La Réunion

GRAINDORGE Rachel,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

GRELLIER Marie-Michèle,
*Lycée d'enseignement agricole
Émile Boyer de La Girauday*

HARDOUIN Emmanuel,
*Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement de La Réunion*

HEBERT Alain,
Association Développement Rural Réunion

HOARAU Laurent,
*Groupement Régional de Défense Sanitaire
du Bétail à La Réunion*

HUDSON Ted,
*Groupement Régional de Défense Sanitaire
du Bétail à La Réunion*

LE MEZO Lionel,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement à La Réunion*

LE ROUX Kenny,
*Forum de l'Agriculture Raisonnée
Respectueuse de l'Environnement à La Réunion*

MACE Frédéric,
*Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement de La Réunion*

MAILLARY Ludovic,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

MAILLOL Anne,
Office de l'Eau de La Réunion

MINATCHY Janice,
*Fédération Départementale des Groupements
de Défense contre les Organisme Nuisibles*

NEDELLEC Jean-Louis,
*Bureau de Recherche Géologiques
et Minières à La Réunion*

PONET Jacques,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

RAMSAMY Yoland,
Conseil Général de La Réunion

SALGADO Paulo,
*Centre de Coopération Internationale en Recherche
Agronomique pour le Développement à La Réunion*

TILLARD Emmanuel,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement*

TRULES Emmanuelli,
*Association Réunionnaise
pour la Modernisation de l'Economie
Fruitière Légumière et Horticole*

VAN DE KERCHOVE Virginie,
Chambre d'Agriculture de La Réunion

VAUDOUR Karelle,
Conseil Général de La Réunion

VILMIN Olivier,
*Fédération Régionale des Coopératives
Agricoles/Association Réunionnaise
des Organisations de Producteurs –
Fruits et Légumes*

VINCENOT Didier,
Chambre d'Agriculture de La Réunion

MEMBRES DU COMITÉ DE RELECTURE :

CHABALIER Pierre-François,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement à La Réunion*

DE LABURTHE Bruno,
*Fédération Régionale des Coopératives
Agricoles*

FRANCOIS Patrice,
*Direction de l'Environnement, de l'Aménagement
et du Logement de La Réunion*

GOSSARD Christophe,
Chambre d'Agriculture de La Réunion

GRAINDORGE Rachel,
*Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture
et de la Forêt de La Réunion*

JOIN Jean-Lambert,
Université de La Réunion

SAINT-MACARY Hervé,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement*

SIMON Serge,
*Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique
pour le Développement*

VILMIN Olivier,
*Fédération Régionale des Coopératives
Agricoles/Association Réunionnaise
des Organisations de Producteurs –
Fruits et Légumes*

CONTRIBUTEURS :

V. BLANFORT (CIRAD-Réunion) • J-C DENYS (ARS-OI) • X. DESMULIER (LEGTA) • O. ESNAULT (GRDSBR) • C. FESTIN (FDGDON) • R. FONTAINE (DAAF) • G. FOREST (DAAF) • J-N. GARNIER (DAAF) • P. GRIMAUD (CIRAD-Réunion) • N. GUERRERO (DAAF) • J. LANGLOIS (DAAF) • P. LECOMTE (CIRAD-Réunion) • E. LUCAS (CA) • G. MANDRET (CIRAD-Réunion) • S. MERION (FDGDON) • O. NAVARRO (OLE) • R. PALLAS (FDGDON) • O. PILLOT (DAAF) • N. VEFOUR (Faculté libre de sciences et technologies de Lille) • N. MARIE-JEANNE (AD2R)

INTRODUCTION

DANS LE CADRE DU SCHÉMA DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SDAGE) à La Réunion pour la période 2010-2015, la Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DAAF) a élaboré le Guide des Bonnes Pratiques Agricoles à La Réunion afin de participer à la réalisation de l'objectif affiché du bon état de 73 % des masses d'eau d'ici à 2015. Cet ouvrage est donc voué à évoluer dans l'avenir, afin d'accompagner dans le temps, les acteurs du monde agricole.

Ce guide est une synthèse des contributions de chacun des auteurs pour une adéquation durable entre agriculture et qualité des milieux aquatiques. Les participants ont permis, par leur adhésion au projet et l'apport de leurs connaissances dans les différents débats, de publier un ouvrage pratique, admis par l'ensemble des acteurs du monde agricole.

Les Bonnes Pratiques Agricoles ont été définies comme des pratiques dont le socle est la réglementation et le sommet un ensemble de préconisations correspondant à l'état actuel de la recherche et des outils et techniques disponibles pour les exploitants.

Ce guide est essentiellement destiné aux techniciens. Il constitue une base commune pour la diffusion d'un message cohérent. Il est entendu que chaque technicien devra adapter ses préconisations techniques aux particularités des exploitations.

Les cinq thématiques abordées dans cet ouvrage permettront aux techniciens de puiser dans les différents chapitres les informations nécessaires pour s'orienter ou orienter les agriculteurs vers des pratiques agricoles adaptées aux problématiques de l'exploitation, des interlocuteurs spécialisés ou encore des outils de gestion performants.

Vous y trouverez un ensemble de questions nécessaires à l'établissement d'un diagnostic des pratiques agricoles concernant une des cinq thématiques, et ceci, afin de déceler anomalies ou points à améliorer. Chaque question fait référence à une partie. On peut ainsi obtenir des éléments de réponse en se reportant à la rubrique associée. Le corps du chapitre est une « une boîte à outils » présentant les moyens techniques et humains disponibles à La Réunion.

La rubrique « Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre » est la synthèse des pratiques identifiées pour cette thématique. Elle est suivie d'une rubrique « Pour aller plus loin » dans laquelle sont recensés des outils et supports techniques créés ou adaptés à La Réunion et permettant d'approfondir si besoin.

La fin du guide est composée de « Votre carnet d'adresses » vous permettant de disposer des coordonnées de nombreux acteurs du monde agricole : coopératives, services de l'État, associations, Chambre d'agriculture, etc.

COMMENT UTILISER LE GUIDE

BLOC C: Conseils et préconisations techniques

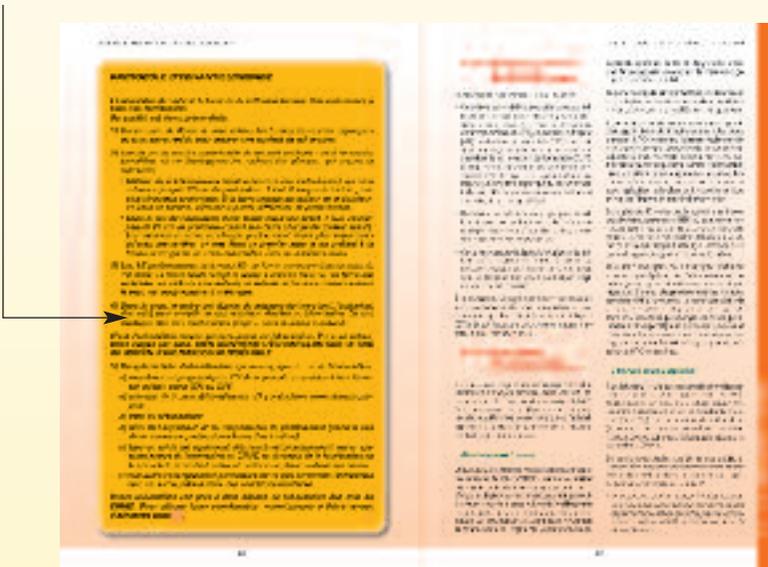


BLOC R: Éléments réglementaires à connaître absolument

BLOC!: Recommandations concernant une pratique à risque fort



BLOC ORANGE : Fiche technique ou éléments importants de la thématique abordée



SOMMAIRE

CHAP. 1

AMÉNAGEMENT ET INTERVENTIONS FONCIÈRES

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant	16
1.1 DIAGNOSTIC	18
1.1.1 Contexte réglementaire du territoire	18
1.1.2 Caractéristiques environnementales générales	21
1.2 AMÉNAGEMENTS DU TERRAIN	29
1.2.1 Déboisement – Défrichage – Débroussaillage	30
1.2.2 Nivelage et épierrage grossier	34
1.2.3 Épierrage fin et broyage de pierres	40
1.2.4 Chemins, accès et eaux de ruissellement	44
1.3 AMÉNAGEMENTS ET PRATIQUES CULTURALES LIMITANT L'ÉROSION ET LA LIXIVIATION	46
1.3.1 Dispositifs luttant contre l'érosion et les phénomènes de lixiviation	46
1.3.2 Maraîchage	50
1.3.3 Arboriculture : pratiques pour favoriser l'infiltration et limiter le ruissellement	50
1.3.4 Canne à sucre	52
1.3.5 Prairie	53
Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre	60
Pour aller plus loin	61

CHAP. 2

AMENDEMENTS ET ENGRAIS

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant	64
--	----

2.1 DIAGNOSTIC	66
2.1.1 Effectuer et comprendre une analyse de sol	66
2.1.2 Besoins des cultures	70
2.2 CHOIX DES AMENDEMENTS ET ENGRAIS	79
2.2.1 Matières organiques	80
2.2.2 Matières minérales	85
2.3 CALCUL DE LA FERTILISATION	87
2.3.1 Éléments à prendre en compte	88
2.3.2 Fertilisation mixte d'une culture	88
2.4 ÉPANDAGE	93
2.4.1 Matières organiques	93
2.4.2 Matières minérales	103
2.5 FERTIGATION : CAS DE LA CULTURE HORS SOL	107
2.5.1 Généralités	107
2.5.2 Les effluents des serres : le drainage	110

Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre	114
Pour aller plus loin	115

CHAP. 3

PROTECTION PHYTOSANITAIRE

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant	118
Aujourd'hui à La Réunion	120
3.1 PRÉVENTION	121
3.1.1 Choix d'une culture adaptée	121
3.1.2 Travail du sol	123
3.1.3 Choix du matériel végétal	125
3.1.4 Association de cultures et densité de plantation	126
3.1.5 Rotation des cultures	128
3.1.6 Agroécologie	129

3.2 DIAGNOSTIC PHYTOSANITAIRE ..	133
3.2.1 Déterminer l'organisme pathogène, le ravageur ou l'adventice	133
3.2.2 Seuils d'infestation	143
3.3 MÉTHODES DE LUTTE	145
3.3.1 Méthodes biologiques	145
3.3.2 Méthodes prophylactiques	149
3.3.3 Méthodes chimiques	155
Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre ..	171
Pour aller plus loin	172

CHAP.4

GESTION DE L'EAU ET IRRIGATION

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant.....	176
4.1 DIAGNOSTIC	178
4.1.1 Caractérisation du besoin	178
4.1.2 Disponibilité technique de la ressource	181
4.1.3 Réglementation des prélèvements	189
4.2 DÉFINITION DU RÉSEAU À L'ÉCHELLE DE L'EXPLOITATION	193
4.2.1 Choix des équipements.....	193
4.2.2 Conception, dimensionnement et installation.....	198
4.3 PILOTAGE, LA BONNE DOSE D'IRRIGATION AU BON MOMENT.....	200
4.3.1 Notions fondamentales	200
4.3.2 Les outils d'aide à l'irrigation... ..	204
Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre	210
Pour aller plus loin	211

CHAP.5

ÉLEVAGE

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant.....	214
--	------------

5.1 DIAGNOSTIC	216
5.1.1 Régime administratif de l'élevage.....	216
5.1.2 Évolution des normes et analyse des bâtiments existants	218
5.1.3 Réflexion à mener pour garantir la pérennité de l'exploitation d'élevage.....	218
5.2 ÉQUIPEMENT	219
5.2.1 Bâtiments d'élevage.....	219
5.2.2 Ouvrages de stockage	223
5.3 PILOTAGE DE L'EXPLOITATION	228
5.3.1 Gestion des pâturages et parcours	228
5.3.2 Gestion et valorisation des effluents d'élevages	234
5.3.3 Gestion des déchets.....	237
5.3.4 Lutte antiparasitaire.....	240

Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre	248
Pour aller plus loin	249

ANNEXES

Votre carnet d'adresses	250
Bibliographie	254
Glossaire	258
Liste des sigles	260
Annexe I : Listes des cours d'eau et des plans d'eau du Domaine Public Fluvial de l'État à La Réunion	261
Annexe II : Inventaire de la réglementation générale sur l'interface Agriculture/Eau	268
Annexe III : Tableau récapitulatif des principales filières de déchets industriels à La Réunion	282

TABLE DES MATIÈRES DU CHAPITRE 1

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant	16	1.2.4 Chemins, accès et eaux de ruissellement	44
1.1 DIAGNOSTIC	18	1.2.4.1 Principes fondamentaux à prendre en compte dans l'élaboration des projets	44
1.1.1 Contexte réglementaire du territoire	18	1.2.4.2 Principales recommandations en matière de travaux de voirie.....	45
1.1.1.1 Le Plan Local d'Urbanisme	18	1.3 AMÉNAGEMENTS ET PRATIQUES CULTURALES LIMITANT L'ÉROSION ET LA LIXIVIATION	46
1.1.1.2 Le Parc National de La Réunion	20	1.3.1 Dispositifs luttant contre l'érosion et les phénomènes de lixiviation	46
1.1.2 Caractéristiques environnementales générales	21	1.3.1.1 Généralités	46
1.1.2.1 Un relief accidenté.....	21	1.3.1.2 Présentation des zones tampons	47
1.1.2.2 Un climat tropical sous influence cyclonique.....	22	1.3.1.3 Implantation des zones tampons	47
1.1.2.3 Des sols fragiles	23	1.3.2 Maraîchage	50
1.1.2.4 Une dimension qui s'impose pour l'aménagement : le bassin versant.....	25	1.3.2.1 L'importance des cycles de culture.....	50
1.1.2.5 Le type d'occupation du sol.....	26	1.3.2.2 Recommandations générales pour limiter l'érosion.....	50
1.1.2.6 Les érosions mesurées	27	1.3.3 Arboriculture: pratiques pour favoriser l'infiltration et limiter le ruissellement	50
1.1.2.7 Les conséquences de l'érosion	27	1.3.4 Canne à sucre	52
1.2 AMÉNAGEMENTS DU TERRAIN	29	1.3.4.1 Les atouts de la canne à sucre en matière d'érosion.....	52
1.2.1 Déboisement – Défrichage – Débroussaillage	30	1.3.4.2 Recommandations pour la replantation.....	52
1.2.1.1 Objectif d'aménagement.....	30	1.3.4.3 Recommandations pour limiter le tassement du sol	53
1.2.1.2 Recommandations	31	1.3.5 Prairie	53
1.2.2 Nivelage et épierreage grossier ...	34	1.3.5.1 Objectifs de l'aménagement pastoral	54
1.2.2.1 Objectif d'aménagement du nivelage	34	1.3.5.2 Recommandations	55
1.2.2.2 Recommandations pour le nivelage	35	Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre	60
1.2.2.3 Objectif d'aménagement générique en matière d'épierreage grossier et moyen.....	36	Pour aller plus loin	61
1.2.2.4 Recommandations en matière d'épierreage grossier et moyen.....	37		
1.2.3 Épierreage fin et broyage de pierres	40		
1.2.3.1 Objectif d'aménagement.....	40		
1.2.3.2 Recommandations	40		

CHAPITRE 1

AMÉNAGEMENT ET INTERVENTIONS FONCIÈRES



LES AMÉNAGEMENTS ET INTERVENTIONS FONCIÈRES À LA RÉUNION sont des pratiques présentant des risques forts en termes d'érosion. Forte pente, grande intensité des précipitations, fragilité des sols sont autant de caractéristiques locales qui, lorsque le sol est mis à nu, ont pour conséquence des ruissellements importants, l'entraînement du sol et la lixiviation des pesticides. Les bonnes pratiques ont pour but d'une part de favoriser au maximum l'infiltration de l'eau dans les sols à l'échelle de la parcelle, d'autre part de retarder et limiter le ruissellement en surface. Ainsi, toutes les actions permettant de conserver voire d'améliorer la structure du sol et sa capacité d'infiltration (bonne aération du sol, un enracinement non contraint, une forte porosité, etc.) limiteront les risques d'érosion et de lixiviation.

© Cheik.Saidou/Min.agri.fr



Par les auteurs : V. BARBET-MASSIN (ARP), G. BOURGAULT (CTICS), F. FEDER (CIRAD-Réunion), M. GIRARD (PNR), E. HARDOUIN (DEAL), A. HEBERT (AD2R), F. MACE (DEAL), J-L NEDELLEC (BRGM), J. PONET (DAAF), Y. RAMSAMY (CG).



ANALYSE DES PRATIQUES ET DES CONNAISSANCES DE L'EXPLOITANT

Ces questions ont pour objectif d'appréhender, de manière générale, la gestion des phénomènes d'érosion et de lixiviation sur l'exploitation. Les conseils prodigués par le technicien seront ainsi mieux ciblés, et adaptés au cas par cas, en fonction des réponses de l'exploitant.

L'agriculteur connaît-il les réglementations et les enjeux environnementaux liés à la localisation de son exploitation et de ses terres (proximité d'un point de captage, PPR, etc.) ?

..... cf. 1.1.1

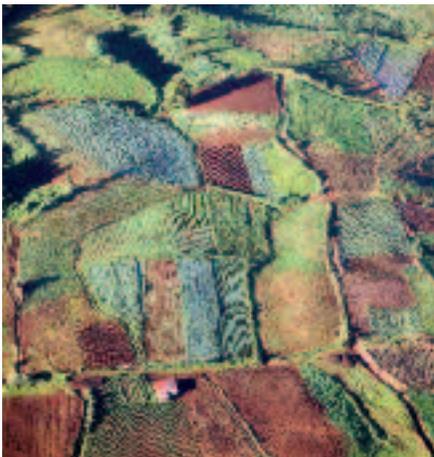
Afin d'assurer la bonne qualité de l'eau que nous consommons et de respecter notre patrimoine naturel, il est important de connaître les enjeux du territoire sur lequel se situe l'exploitation pour adapter nos pratiques.

Connaître les caractéristiques de son territoire, c'est aussi se donner les moyens d'anticiper des phénomènes naturels destructeurs.

Comment appréhende-t-il l'érosion ou les phénomènes de lixiviation ?

..... cf. 1.1.2

Connaître les causes et les conséquences de ces phénomènes permet d'engager des moyens de lutte. L'érosion est une perte en termes de qualité de sol (et donc en productivité) ainsi



© Cheik Sidiou / Mta.agr.fr

qu'une source de pollution par entraînement de particules de terre accompagnées de résidus de pesticides et de fertilisants.

A-t-il des aménagements en cours ou à venir ? Le cas échéant, possède-t-il un calendrier précis ?

..... cf. 1.2

Pour commencer des travaux d'aménagements, qu'ils soient « lourds » ou « légers », il est impératif de construire un calendrier en excluant toute opération en période réputée de fortes pluies. Si l'intervention est inéluctable à cette période, il faudra alors être très vigilant.

Pratique-t-il des débroussaillages ou défrichages, mécanisés ou manuels, sur son exploitation ? Connaît-il les conditions à respecter pour ce travail ?

..... cf. 1.2.1

La végétation est le premier rempart contre l'érosion des sols. C'est pourquoi, à La Réunion, le principe général est « l'interdiction générale de défricher » qui peut, dans certain cas, être levée. Cette mesure sert également à protéger notre patrimoine naturel.

Connaît-il les précautions à prendre lors d'un chantier de nivelage et d'épierrage ?

..... cf. 1.2.2

Un sol fraîchement travaillé est un sol vulnérable aux pluies, d'autant plus quand les parcelles sont pentues et d'« un seul tenant ». Il est primordial de travailler son sol à un moment propice de l'année. La mise en œuvre de techniques limitant les phénomènes d'érosion (maintien de la terre) pendant et après le chantier est nécessaire.

Quel est son niveau d'exigence en termes d'épierreage ? Prévoit-il un épierreage fin ?

..... cf. 1.2.3

Les pierres sont des éléments de maintien et de structure du sol. Leur enlèvement fragilise le sol, atténue sa stabilité. Le gain de production de la (ou les) première(s) année(s) peut alors être très inférieur par la suite, la « bonne terre étant chassée de la parcelle ».

A-t-il prévu dans ses plans les chemins et accès aux parcelles ainsi que l'évacuation des eaux de ruissellement associée ?

..... cf. 1.2.4

Intégrer les chemins et accès de ses parcelles dans son plan d'aménagement, dans sa réflexion avant un chantier, permet de prendre en compte une possible aggravation des phénomènes d'érosion à travers ces chemins. Une modification de l'écoulement des eaux doit induire des aménagements spécifiques.

Une réflexion globale permet d'éviter de rendre impraticable ses chemins lors de l'été austral.

Comment gère-t-il l'implantation de ses cultures, comment fait-il le choix parcelle-culture ?

..... cf. 1.3

Lorsque l'on maîtrise son foncier, il est intéressant de mener une réflexion sur la bonne adéquation entre ses cultures et ses parcelles. On privilégiera les cultures à rotation rapide dans des zones de faibles pentes et des cultures plus pérennes dans les zones plus pentues. On limite ainsi le travail du sol et les coûts associés ainsi que les risques d'érosion.

Plante-t-il d'une manière particulière pour limiter l'érosion et le ruissellement ? Connaît-il des méthodes pour limiter ces deux phénomènes ?

..... cf. 1.3.

Certaines pratiques dites « anti-érosives » sont parfois difficiles à mettre en place par l'agriculteur qui peut y voir une perte de surface ou de temps. Cependant, il est important de souligner ici que le bénéfice est observable sur le long terme. En effet, ces pratiques limitent les « départs de terre », la dégradation du sol, minimisant ainsi la perte de productivité des parcelles au cours du temps. Elles contribuent également à la limitation des apports de terre dans les cours d'eau.



© Cheik Saïéou/Min.agr.fr

1.1 DIAGNOSTIC

1.1.1 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE DU TERRITOIRE

La réussite d'un projet agricole nécessite la mobilisation d'un éventail très large de thématiques, allant des aspects économiques jusqu'aux aspects techniques les plus pointus. Cette première partie doit permettre une première définition du projet, de recenser des éléments de territoire à intégrer ainsi que les contraintes réglementaires susceptibles de s'appliquer. Avant toute chose, il importe que le territoire sur lequel ce projet se réalise soit bien connu. Il n'est pas rare qu'un projet, en cours d'instruction depuis plusieurs mois, soit finalement refusé pour le non-respect de la réglementation liée au territoire.



Il est recommandé de prendre le temps de recenser la réglementation liée au territoire. On évite ainsi de prendre le risque que le projet soit refusé après beaucoup de temps, d'argent et d'énergie dépensés par le porteur de projet.

1.1.1.1 Le Plan Local d'Urbanisme

Sur chacune des 24 communes de La Réunion, il existe un document d'urbanisme (plan local d'urbanisme ou plan d'occupation des sols valant plan local d'urbanisme) destiné à définir et réglementer

les occupations du sol autorisées sur son territoire. Il permet de vérifier la faisabilité du projet en termes d'urbanisme et d'en adapter certaines caractéristiques si nécessaire. Les paragraphes suivants détaillent le contenu du PLU et les éléments utiles susceptibles d'en être extraits.

Le rapport de présentation

Pour le porteur de projet, la lecture du rapport de présentation permet notamment d'obtenir des informations pertinentes sur la valeur environnementale des terres concernées. Ce rapport de présentation devant également faire la synthèse des réglementations supérieures s'imposant sur le territoire communal, il permet de retrouver une bonne partie des réglementations thématiques (environnement, risques naturels...)

Le projet d'aménagement et de développement durable

Le projet d'aménagement et de développement durable définit les orientations d'urbanisme et d'aménagement retenues pour l'ensemble de la commune. Il assure le lien entre le diagnostic établi dans le rapport de présentation et le règlement défini ci-après.

Le règlement

Le règlement du PLU est en général composé d'une cartographie délimitant les zones concernées et d'un règlement détaillant les règles applicables pour chacune des zones.

La cartographie établie par le PLU identifie 4 catégories : les zones urbaines (U), les zones à urbaniser (AU), les zones agricoles (A) et les zones naturelles (N).

Les zones agricoles sont dites « zones A ». Peuvent être classés en zone agricole les secteurs de la commune, équipés ou non, à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou écono-

Figure 1 – Contenu du Plan Local d'Urbanisme

Rapport de présentation (diagnostic de la commune)

Projet d'aménagement et de développement durable (définition des orientations retenues)

Règlement (carte + règles)
(règles applicables en matière de droit des sols)

Annexes (éléments complémentaires tels que les servitudes d'utilité publique ou le Plan de Prévention des Risques)



Occupation variée du sol

© Chérik, S. Jéhu / Min. Agric.

mique des terres agricoles. Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif et à l'exploitation agricole sont seules autorisées en zone A.

Les zones naturelles et forestières sont dites « zones N ». Peuvent être classés en zone naturelle et forestière les secteurs de la commune, équipés ou non, à protéger en raison soit de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique, soit de l'existence d'une exploitation forestière, soit de leur caractère d'espaces naturels. Sur cette cartographie apparaissent également, s'il y a lieu : les espaces boisés classés à conserver, à protéger ou à créer et les emplacements réservés aux voies et ouvrages publics. Ces éléments sont susceptibles d'apporter des règles spécifiques qui s'ajoutent à celles définies dans le règlement.

En complément de cette cartographie, la commune identifie pour chaque zone (U, AU, N et A) les règles applicables. Ces règles portent sur les 14 points suivant :

- 01° Les occupations et utilisations du sol interdites ;
- 02° Les occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières ;
- 03° Les conditions de desserte des terrains par les voies publiques ou privées et d'accès aux voies ouvertes au public ;

- 04° Les conditions de desserte des terrains par les réseaux publics d'eau, d'électricité et d'assainissement, voire les conditions de réalisation d'un assainissement individuel ;
- 05° La superficie minimale des terrains constructibles ;
- 06° L'implantation des constructions par rapport aux voies et emprises publiques ;
- 07° L'implantation des constructions par rapport aux limites séparatives ;
- 08° L'implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur une même propriété ;
- 09° L'emprise au sol des constructions ;
- 10° La hauteur maximale des constructions ;
- 11° L'aspect extérieur des constructions et l'aménagement de leurs abords ;
- 12° Les obligations imposées aux constructeurs en matière de réalisation d'aires de stationnement ;
- 13° Les obligations imposées aux constructeurs en matière de réalisation d'espaces libres, d'aires de jeux et de loisirs, et de plantations ;
- 14° Le coefficient d'occupation du sol.



La plupart des projets d'aménagement sont impactés par le règlement du PLU. La lecture du règlement permet donc d'avoir de précieuses indications sur la réglementation s'appliquant au terrain considéré. S'applique aux zones « A » une réglementation, qui concerne par exemple, l'implantation des bâtiments d'élevage.

Les annexes

Le contenu des annexes du PLU est donné à titre informatif, mais leur méconnaissance est susceptible de remettre en cause la réalisation du projet.

Sans lister de manière exhaustive ces annexes, une attention particulière devra être portée aux éléments suivants :

- Les schémas des réseaux d'eau et d'assainissement
- Le périmètre des zones délimitées à l'intérieur desquelles certaines divisions foncières sont soumises à déclaration préalable
- Les périmètres d'interdiction ou de réglementation des plantations et semis d'essences forestières, les périmètres d'actions forestières et les périmètres de zones dégradées à faible taux de boisement
- **Les périmètres de captage des eaux ainsi que les périmètres de protection correspondants**
- **Les périmètres d'intervention délimités pour la protection et la mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains**
- **Les zones agricoles protégées délimitées en application de l'article L 112-2 du code rural**
- **Les servitudes d'utilité publique ainsi que les bois ou forêts soumis au régime forestier. Le Plan de Prévention des Risques Naturels est présent dans cette rubrique.**

Concernant ces servitudes d'utilité publique, il pourra s'agir d'éléments relatifs à la conservation du patrimoine (servitude de protection des forêts, des eaux, des réserves naturelles), à l'utilisation de certaines ressources et équipements (lignes électriques, canalisations...), à la salubrité et à la sécurité publique (plans de prévention des risques naturels).

1.1.1.2 Le Parc National de La Réunion décret n° 2007-296 du 5 mars 2007

Du fait de l'importante superficie du parc par rapport à la superficie totale de l'île (42 %), nous abordons ici les implications qu'il engendre sur notre territoire. Ce parc identifie deux espaces distincts : le cœur et l'aire d'adhésion.

Le cœur du Parc

Dans les quelques secteurs où l'agriculture était déjà autorisée, dans les secteurs définis comme « Cœur habité » (les îlets de Mafate et des Salazes) et « Cœur cultivé » (pâturages du Piton de l'eau, géranium dans les Hauts de Sans Soucis...), celle-ci est reconnue et devra autant que possible perdurer et se développer « en solidarité » avec le reste du cœur.

En dehors de ces secteurs, l'agriculture n'a pas vocation à se développer dans la mesure où elle pourrait compromettre l'objectif prioritaire de conservation des patrimoines naturels, culturels et paysagers. Les actions portant atteinte au patrimoine du parc sont interdites et les actions susceptibles de présenter un risque sont soumises à autorisation de celui-ci. Le décret précité détaille les actions concernées.

L'aire d'adhésion

Autour du cœur, l'aire d'adhésion potentielle correspond au périmètre administratif des Hauts, étendu aux principales ravines. Celle-ci sera activée par l'adhésion des communes à la première charte du parc national, qui devrait être finalisée en 2011. L'agriculture est une activité importante pour l'aire d'adhésion : elle contribue à son caractère, à son rôle d'« écrivain rural du cœur ». (cf. : )

Pour toute information supplémentaire sur le zonage, la charte, la réglementation, le patrimoine que le parc national protège et valorise, ou tout autre élément d'actualité, contactez le parc national. Pour cela, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).



L'installation du parc national ne crée pas de réglementation nouvelle dans son aire d'adhésion.



Relief accidenté, cirque de Salazie

© G. Zibetti, DDAF

1.1.2 CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES GÉNÉRALES

1.1.2.1 Un relief accidenté

Les altitudes importantes de La Réunion, avec une superficie de seulement 2 512 km², influencent fortement les pentes. Ainsi l'île est loin d'offrir de grandes étendues planes : environ 21 % de sa surface a des pentes inférieures à 10 % et 25 % des pentes seulement sont inférieures à 15 % (Ducreux, 2001).

L'érosion est susceptible, en zone tropicale, de se produire pour un seuil de pente de 1 % (Roose, 1994). Les mesures effectuées à La Réunion mon-

trent qu'une inclinaison d'environ 15 % représente un seuil critique, du moins pour la zone des Hauts de l'Ouest, compte tenu du caractère particulier de certaines précipitations orageuses sur des sols desséchés (Bougère, 1988). La pente est un facteur important mais il n'existe pas de mesures comparatives à La Réunion.

La pente détermine la vitesse d'écoulement de l'eau sur le sol : l'accélération est d'autant plus grande que la pente est forte et longue. De plus, l'eau qui ne s'infiltre pas s'accumule tout au long du versant (cumul des lames d'eau et confluence des filets d'eau). On notera qu'à inclinaison égale, l'érosion est plus forte sur une pente concave que sur une pente convexe.

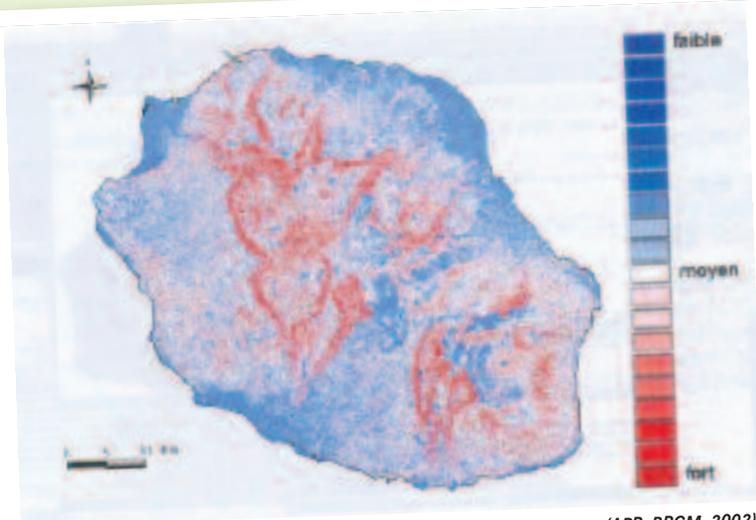


Figure 2 – Carte des pentes, tenant compte de l'influence de la longueur (APR, BRGM, 2002)

1.1.2.2 Un climat tropical sous influence cyclonique

Le climat est caractérisé par une saison cyclonique violente, qui produit l'essentiel des précipitations (notamment dans l'Est), alternant avec une saison sèche (près de 8 mois de sécheresse dans l'Ouest). Les précipitations cycloniques sont renforcées de façon très sensible par la présence de reliefs.

Ainsi La Réunion enregistre régulièrement de très grandes quantités de pluies. Cette situation exceptionnelle lui vaut de détenir tous les records du monde de pluies pour des périodes comprises entre 12 heures et 15 jours :

- Record de La Réunion pour une durée de 30 minutes: 206,6 mm (soit une intensité de 413,2 mm/h pendant 30 minutes);
- Record du monde pour une durée de 24 heures: 1825 mm (à Foc Foc, en 1966), soit la hauteur d'un homme en une journée;
- Record de La Réunion pour une durée d'un an: 18 000 mm (au Baril, du 17 février 1993 au 16 février 1994).

L'île de La Réunion subit périodiquement des pluies d'une rare intensité (couramment de l'ordre de 20 à 30 mm/h, pour atteindre 50 mm/h, voire 100 mm/h).

Le niveau d'érosion est fonction de la violence des précipitations. À titre d'exemple, quelques éléments quantitatifs mesurés par l'Université de La Réunion à la fin des années 1980 (les facteurs autres que les précipitations sont équivalents pour l'ensemble de ces mesures) :

- À la station CIRAD de Trois-Bassins dans les Hauts de l'Ouest :
 - en année sans cyclone: 20-30 t/ha/an,
 - suite à l'effet de pluies orageuses de début et de fin d'été marquées: 38-98 t/ha/an,
 - lors de cyclones [les intensités de pluies sont rarement fortes mais sont compensées par la durée des précipitations: 60 à 120 t/ha/an (Clotilda et Firinga)].
- À la station de Sainte-Marie sur la côte Nord :

Les pluies mesurées sont de trois à quatre fois supérieures en quantité mais les intensités deux à trois fois plus faibles, d'où une érosion modérée, même sur sol nu, comprise entre 6 et 25 t/ha/an.

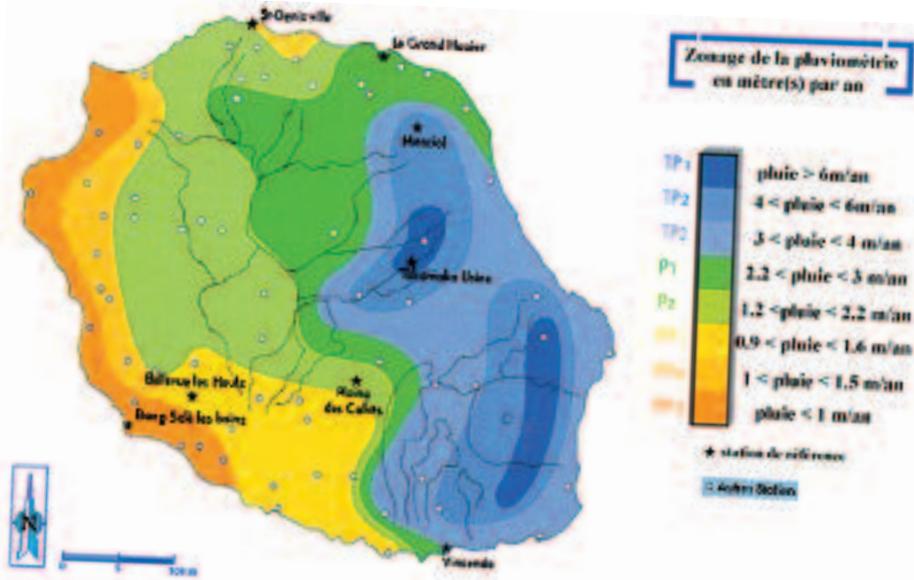


Figure 3 – Carte des précipitations (Météo France)



Figure 4 – Photographie d'un profil de sol et schéma montrant la couche superficielle du sol, la plus fertile (CIRAD, 2003)

1.1.2.3 Des sols fragiles

La sensibilité d'un sol à l'érosion est fonction des matières organiques, de la texture du sol, de la perméabilité et de la structure du profil (Roose, 1994).

Le ruissellement dépend de la nature du sol. Il est d'autant plus réduit que les sols sont épais et non saturés par des épisodes pluvieux récents. Les organismes vivants (larves, vers, termites...), par trituration, contribuent à alléger le sol en multipliant les vides à l'intérieur du sol. La vitesse d'infiltration augmente donc avec l'activité biologique.

Cinq types principaux de sols sont représentés à La Réunion mais il n'existe pas de mesures scientifiques locales permettant de comparer les niveaux d'érosion entre chacun de ces sols. (cf. : Figure 5 – Carte pédologique simplifiée page suivante)

Les andosols

Ce sont les sols les plus répandus et ils conditionnent en partie l'agriculture des Hauts de l'île. Ils représentent environ 50 % des sols réunionnais et plus de 70 % des sols cultivés (et jusqu'à 80 % si l'on compte l'ensemble des sols « andiques », apparentés aux andosols) (Raunet, 1991).

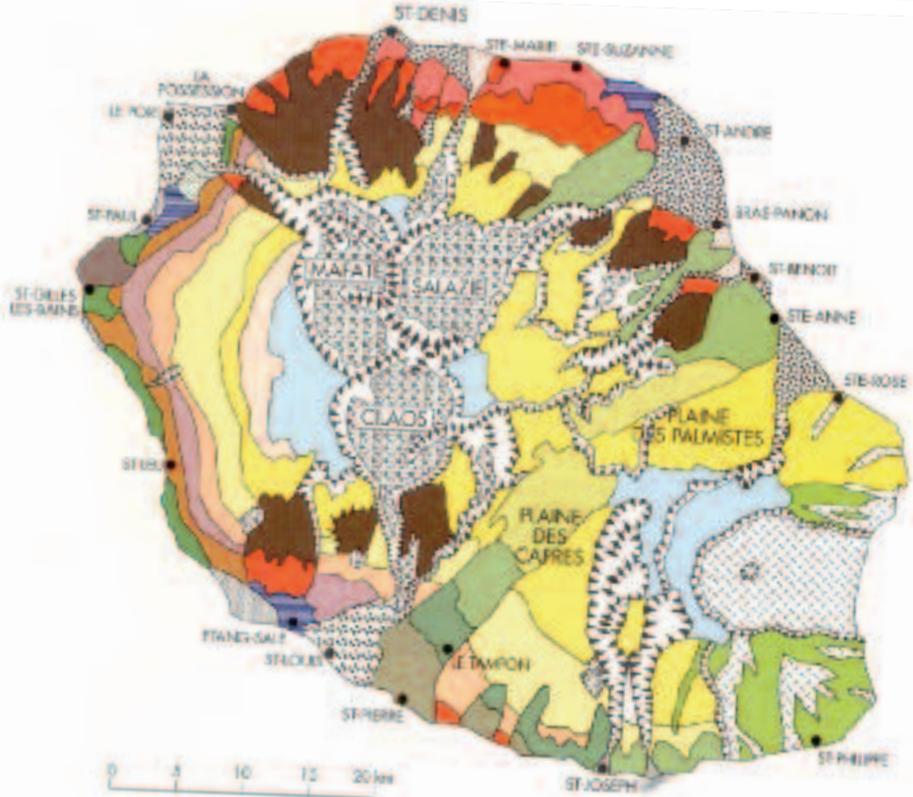
Les andosols sont des sols originaux. Leur formation s'est en grande partie effectuée à partir des cendres volcaniques. Ils sont légers (densité apparente comprise entre 0,3 et 0,9) et très friables. Ils sont également très perméables : s'il n'y a pas d'obstacles en profondeur (coulées en dalle par exemple), ils absorbent sans difficulté les pluies de forte intensité empêchant l'érosion de surface (Raunet, 1991). Mais le dessèchement et l'émiettement (qui en découle) rendent les andosols plus facilement mobilisables par les eaux de ruissellement, ce qui favorise l'érosion (Perret, 1993).

L'aspect des talus de route est également caractéristique. La stabilité des coupes est très bonne ; il y a très peu de glissements. Cependant, le des-



Talus dans un andosol (bonne tenue malgré des petits éboulements)

© A. Hébert AD2R



- I - LAYS ENCOUES DE HAUTE ALTIUDE**
 Principalement constitués de latites et de basaltes, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- II - COUES DE LAYS A MATIERES CENDREES CLASSEES COMME**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- III - COUES DE LAYS FAIBLEMENT ALTIURES A RECOUVREMENT CENDREUX PEU EPAIS ET DISCONTINU (INDIVIDUELS AFFAIBLEMENTS)**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- IV - COUES DE LAYS NON ALTIURES, SANS RECOUVREMENT CENDREUX**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- V - COUES DE LAYS ALTIURES, SANS RECOUVREMENT CENDREUX**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- VI - "LAYS" DE SAMPURON**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- VII - COUES EFFONDRES DES COUES A MATIERES DISCONTINUES**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- VIII - COUES DE SAMPURON (ALTIURES A GAUCHE)**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- IX - CLAVETTES LITORALES A ENVIRONNAGE ALLUVIAL AGRICOLE-URBAIN**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- X - SABLES LITORAUX (COUES SABLEES NOIRES)**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.
- XI - "SAMPURON"**
 Les laves sont riches en cendres et en nutriments, les pentes sont fortes et les sols sont acides et riches en matière organique, riches en nutriments.

Figure 5 - Carte pédologique simplifiée (IRAT, Raunet, 1989)

sèchement des parois au soleil se traduit par une desquamation en plaquettes, durcies très légères, de couleur chocolat, formant un craquelage en « peau de crocodile ». En dessous, le sol, protégé, reste très humide et friable, avec une structure continue. Il conserve les « bonnes » propriétés du matériau initial (Raunet, 1991).

Les autres sols

Les sols ferralitiques

Ils sont friables, argileux et perméables. Il s'agit de sols d'altération, ce qui induit une diminution des caractéristiques mécaniques. Ils sont plus sensibles aux glissements de terrain que les andosols (BRGM, 1994). Peu de sols sont très ferralitiques, l'érosion ayant décapé ces anciennes formations; on rencontre donc plutôt des sols faiblement à moyennement ferralitiques. Ils se situent essentiellement sur la côte est.

Les sols bruns

Ils sont peu argileux et moyennement perméables. Ils se rencontrent sur le littoral ouest.

Les vertisols

Ils se forment sur des surfaces quasi horizontales. Ils sont très argileux (jusqu'à 70 % d'argile), ce qui leur confère des propriétés gonflantes et imperméables. Ces propriétés font aussi apparaître des faces de glissement. Les vertisols se rencontrent sur le littoral ouest (Ducreux, 2001).

Sols fersiallitiques

Ce sont des sols intermédiaires entre les sols ferralitiques et les sols bruns; peu nombreux, on ne les rencontre que sur la façade ouest.

On notera que dans les cirques, les sols sont plus instables (argilification) (BRGM, 1994).

1.1.2.4 Une dimension qui s'impose pour l'aménagement : le bassin versant

Où que l'on se trouve sur un territoire, c'est toujours à l'intérieur d'un bassin versant. Le bassin versant constitue le milieu de fonctionnement naturel des processus liés à l'eau et donc à l'érosion. Il s'agit d'un lien physique qui rend « solidaires » des actions a priori disjointes.

Ainsi à titre d'exemple :

- Les pratiques érosives et inversement des techniques anti-érosives jouent sur les quantités infiltrées et peuvent donc avoir des répercussions sur les phénomènes observés à l'aval;
- Les écoulements non maîtrisés peuvent favoriser des mouvements de terrain.

À l'inverse, si l'on cherche à connaître les causes d'apports terrigènes ou de polluants, on s'intéressera uniquement à l'ensemble du bassin versant concerné et non à d'autres territoires.

Un bassin versant se définit toujours à partir d'un point. C'est la surface à l'intérieur de laquelle toute l'eau se dirige vers ce point. Il s'agit de la surface qui recueille l'eau et la concentre vers une même sortie, l'exutoire.

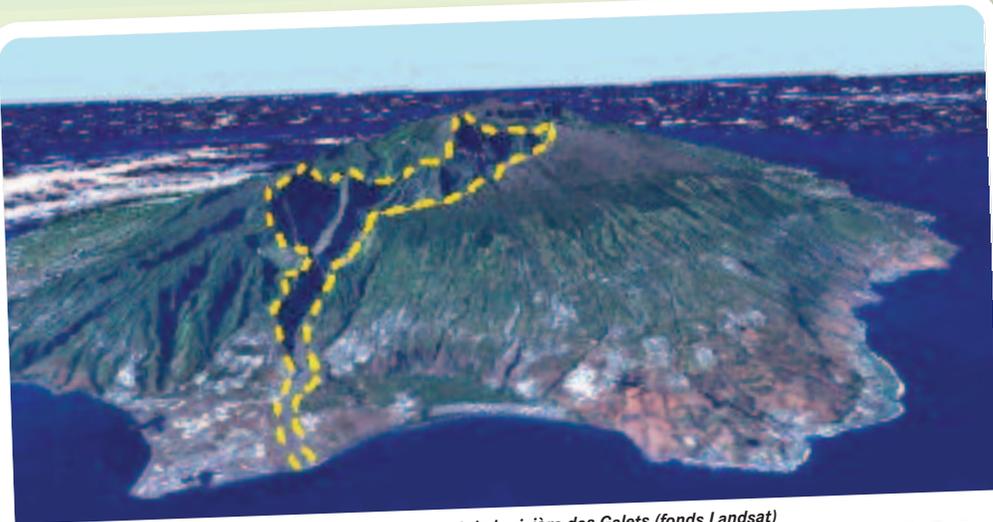


Figure 6 – Le bassin versant de la rivière des Galets (fonds Landsat)

1.1.2.5 Le type d'occupation du sol

L'occupation du sol est vraisemblablement le facteur principal de l'érosion à La Réunion.

Elle recouvre deux paramètres :

- Le type de couverture du sol ;
- Les pratiques culturales qui agissent sur le sol et modifient ses caractéristiques (parties suivantes).

La végétation protège les sols tant par sa couverture aérienne que par son système racinaire. Ses principales fonctions sont de :

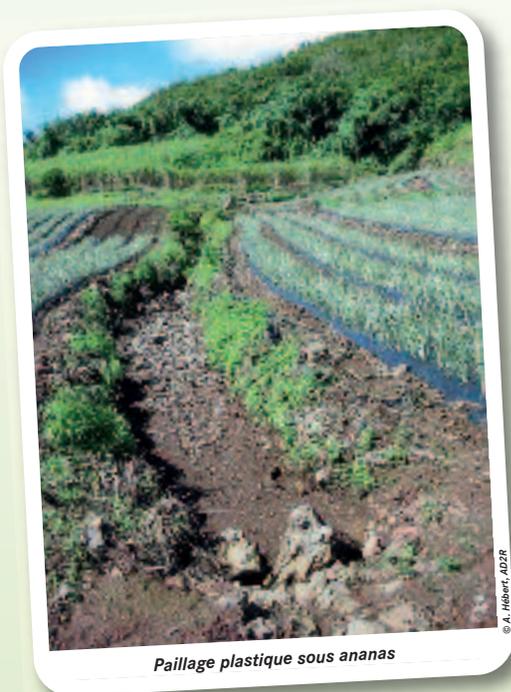
- casser l'énergie de la pluie (effet de « bouclier »),
- freiner le ruissellement / favoriser l'infiltration (effet d'« éponge »),
- maintenir le sol : lianes et racines (effet de « squelette »),
- améliorer les propriétés structurales du sol (effet de « ciment »).

L'effet de la couverture végétale va être modulé par le niveau de recouvrement du sol et par les caractéristiques liées au type de végétaux (port, système racinaire, physiologie...). Ainsi les couvertures végétales les plus protectrices sont la forêt, les prairies, la canne à sucre. Il est à noter que certaines végétations naturelles sont peu couvrantes.

Le ruissellement dépend aussi de l'occupation du sol. Il est d'autant plus réduit que la couverture végétale est dense. La forêt, par exemple, intercepte une partie de l'averse. Elle régularise le débit des cours d'eau et amortit les crues de faibles et moyennes amplitudes. À l'inverse, le sol nu de faible rétention favorise un ruissellement

très rapide. Les prairies, enfin, ont un comportement particulier : certaines graminées comme le kikuyu dans les Hauts se couchent lors des précipitations importantes, ce qui accentue les phénomènes de ruissellement. Les obstacles (haies, andains, seuils, murets...) favorisent l'infiltration de l'eau ruisselée.

L'utilisation de paillage plastique contribue également à l'augmentation du ruissellement et favorise l'érosion avec des manifestations quelquefois spectaculaires.



Paillage plastique sous ananas

© A. Hébert, ADJR



Ruissellement sur une prairie de kikuyu

© A. Hébert, ADJR

Il est possible de distinguer les occupations du sol en fonction de la fréquence des phénomènes érosifs observés, par ordre de fréquence décroissante :

- 1) Le **maraîchage intensif** en plein champ et certaines cultures fruitières (ananas, fraises... sous plastique) sont fortement mécanisés, notamment avec l'utilisation du cultivateur à axe horizontal (rotavator) pouvant avoir des conséquences très importantes. On observe des ravinements fréquents et une perte significative de sol sur un temps court (de l'ordre de 50 cm en 70 ans, à Piton Hyacinthe par exemple); le nombre de cycles par année, la mise en œuvre d'un travail du sol en période à risque et la proximité d'un réseau de voirie mal canalisé, sont les principaux facteurs aggravaants des zones concernées;
- 2) Le **maraîchage associé** à d'autres productions plus protectrices, aboutit à des phénomènes érosifs qui peuvent être dramatiques ponctuellement mais non généralisés à l'échelle du territoire (forte variabilité des phénomènes observés);
- 3) Les **cultures vivrières** (moins mécanisées), les cultures fruitières semi-pérennes (ananas « traditionnel », bananes), les plantes sarclées pérennes (géranium...) génèrent des phénomènes importants en termes d'évolution de la fertilité mais sont moins spectaculaires en termes d'érosion;
- 4) Les **cultures fruitières pérennes** (surtout si elles sont associées à une couverture du sol) sont beaucoup moins sensibles comme par exemple les vergers enherbés. Si la parcelle n'est pas couverte, on observe alors des phénomènes d'érosion superficielle (souvent difficiles à repérer sauf si l'on a des indicateurs comme les roches ou les racines) et des ravinements en cas d'arrivée d'eau intempestive;
- 5) Parmi les **cultures peu érosives**, il faut citer la canne et la prairie, avec une réserve cependant qui est liée au cycle de renouvellement de ces productions : la replantation de la canne et la mise en valeur des prairies entraînent la mise à nu des terrains (et leur remaniement) lors de la saison des pluies. Il y a donc une période sensible qu'il ne faut pas négliger dans le bilan final vis-à-vis de l'érosion;
- 6) Enfin les **occupations forestières** sont globalement très protectrices même si certaines parcelles de forêt de production peuvent être fragilisées par une coupe à blanc (*cf. remarque précédente avec un pas de temps beaucoup plus long*) ou si certaines végétations naturelles sont peu couvrantes.

1.1.2.6 Les érosions mesurées

On estime que la quantité de matériaux transportés par les cours d'eau atteindrait **3 000 tonnes/km²/an** (soit 30 t/ha) correspondant à un décapage moyen annuel de l'ordre du millimètre. On peut observer un décapage de certaines terres agricoles de l'ordre de **50 cm à 1 m en 70 ans**. Les mesures faites dans des situations sensibles (liées aux activités humaines) montrent que l'on dépasse fréquemment plusieurs centaines de tonnes à l'hectare (terrains labourés, cultures peu couvrantes, imperméabilisation et concentration des eaux pluviales, surcharge de zones instables...). L'île de La Réunion est placée parmi les régions du globe où l'érosion est la plus active.

Une carte de l'aléa érosion a été réalisée pour l'ensemble de La Réunion. Elle rend compte du niveau d'érosion susceptible d'être observé. Elle est fonction des précipitations, de la pente, de la nature du sol et du type d'occupation du sol. (*cf. : figure 7 – carte de l'aléa Érosion page suivante*).

Les données utilisées pour la figure 7 sont de précisions différentes. Il n'est donc pas possible de « zoomer » à la parcelle l'information proposée par la carte. Cette carte vient donc apporter une simple appréciation sur le niveau de l'aléa dans les environs de l'exploitation.

1.1.2.7 Les conséquences de l'érosion

L'érosion arrache, lors de pluies d'intensités moyennes et en l'espace de quelques minutes, ce que la nature met des centaines, voire des milliers d'années, à constituer. La vitesse de restauration d'un sol par altération de la roche, permet de compenser une érosion de 1 à 12 t/ha et par an suivant le climat et le type de roche. Le déséquilibre du sol commence dès que l'on dépasse une simple érosion d'un mm/an! (Roose, 1994)

L'érosion a de lourdes conséquences :

- C'est la partie vivante du sol, celle qui est la plus fertile, qui disparaît la première, laissant rapidement la place à un sol stérile, voire à la roche mise à nue. Ce sont les premières érosions qui sont donc les plus graves d'où la nécessité d'agir vite;
- Le ravinement rend les chemins difficilement accessibles, ce qui peut avoir des conséquences désastreuses pour les exploitations concernées.

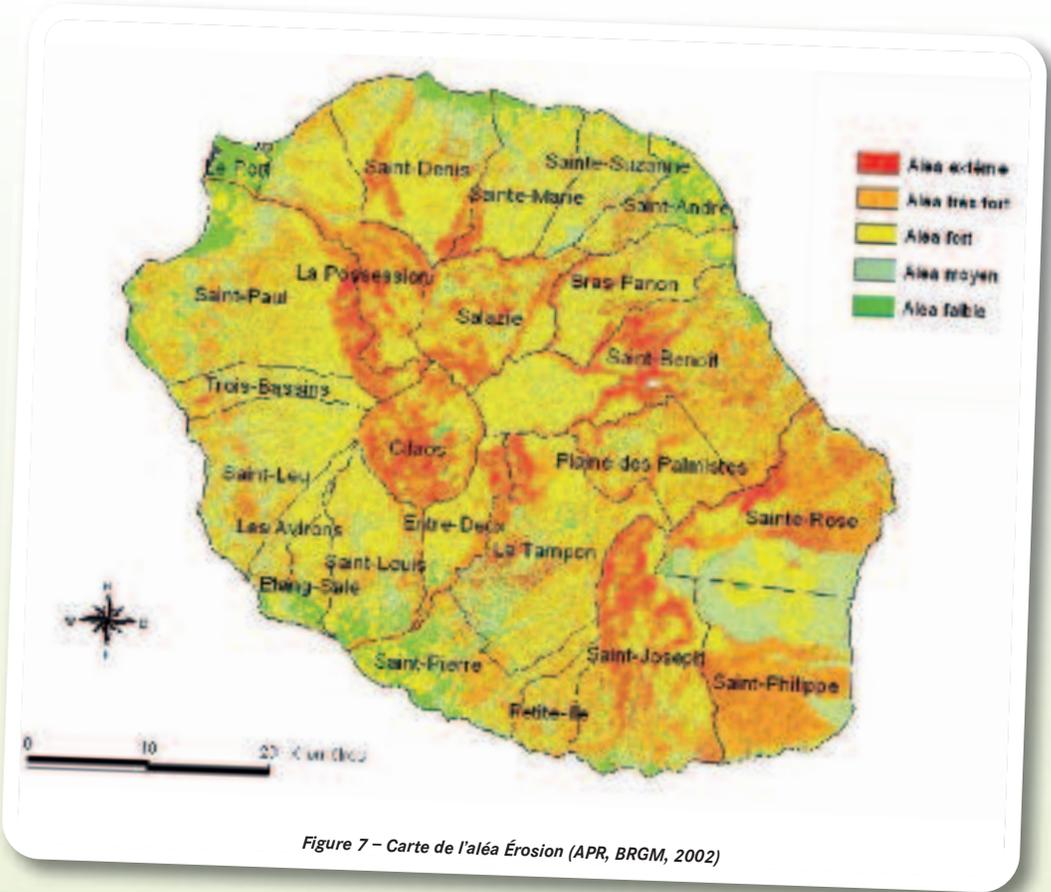


Figure 7 – Carte de l'aléa Érosion (APR, BRGM, 2002)

- Les conséquences peuvent être aussi en aval, transférées à une autre partie du territoire, dans un milieu dit « récepteur », et pouvant provoquer:
 - la turbidité des eaux superficielles (alors rendues inutilisables pour la consommation),
 - la dégradation des milieux récifaux ou étangs,
 - le comblement de bassins naturels dans les ravines (stockage d'eau agricole)...



Envasement du corail



Bassin naturel rempli de terre

© A. Hébert, ADZP

Les apports terrigènes sont une cause majeure de dégradation du récif (stress lié à l'étouffement). La qualité des milieux littoraux notamment dans la zone des lagons, dépend ainsi de la gestion des bassins versants en amont. Cela peut provoquer également l'obstruction des ouvrages de gestion des eaux pluviales (fossés qui peuvent alors déborder, buses bouchées...).

En outre l'eau de pluie en ruisselant peut se charger de :

- Matières polluantes solides : particules organiques, matières végétales carbonées, déchets domestiques ;
- Matières polluantes dissoutes : hydrocarbures, métaux lourds, pesticides ;
- Germes pathogènes : mise en danger de la santé humaine, maladies des plantes (flétrissement bactérien...).

Pour certains produits, les eaux pluviales sont largement plus concentrées en polluants que les eaux usées (azote, phosphore, métaux lourds, MES) (Jager, 2004).

1.2 AMÉNAGEMENT DU TERRAIN

Les aménagements sont réalisés dans deux optiques :

- La première est celle du défrichement, qui a connu une forte intensité jusque dans les années 1980 à La Réunion, et qui est devenue beaucoup plus rare aujourd'hui (2010). Elle visait la création de parcelles agricoles gagnées sur des espaces boisés ;
- La seconde est celle de l'aménagement des parcelles pour permettre le développement du machinisme agricole en particulier, et plus généralement l'amélioration des conditions d'exploitation afin de créer des unités agricoles techniquement et économiquement viables.

Ces aménagements sont soumis à une réglementation dont vous pouvez obtenir le détail dans les

différents services de l'État en fonction de la nature de celui-ci. Les aménagements impactant les rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol font l'objet d'une demande d'autorisation ou de déclaration. (cf. : )

Pour obtenir plus d'informations, contactez la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. Leurs coordonnées figurent dans Votre carnet d'adresses [page 250](#).

L'approche développée dans ce chapitre vise à apporter des conseils pour la réalisation d'aménagements lourds le plus souvent réalisés par des entreprises spécialisées (les exploitants agricoles n'étant pas équipés de bouteurs ni de pelles mécaniques nécessaires à ce type de travaux fonciers). Néanmoins, l'agriculteur qui lance des projets peut intervenir auprès de son prestataire de travaux en qualité de maître d'ouvrage.

Au niveau de l'exploitant, les bonnes pratiques visent la préservation du « capital-sol » et indirectement la protection de la qualité des eaux. Elles couvriront deux domaines :

- Celui de la définition de l'objectif d'aménagement, dont il est directement responsable ;
- Celui de la réalisation des travaux où sa responsabilité est indirecte.

Étant donné la multitude de cas de figure à La Réunion (variabilité de la pédologie, multitude de microclimats, irrégularité des pentes, etc.), il est évident qu'aucun schéma standard ne saurait être défini.



Il est recommandé pour un exploitant agricole de s'adjoindre les conseils de techniciens ou maîtres d'œuvre d'aménagements fonciers, professionnels aptes, à travers leur expérience, à se poser les bonnes questions au bon moment, sans occulter aucune option technique.



Les grands aménagements fonciers (épierrage, débroussaillage, gestion des eaux pluviales, création de chemins d'exploitation, etc.) sont soumis à autorisation au titre du code de l'environnement, notamment de la loi sur l'eau, en fonction de l'impact sur le milieu.

1.2.1 DÉBOISEMENT DÉFRICHEMENT DÉBROUSSAILLEMENT

1.2.1.1 Objectif d'aménagement

Le déboisement/défrichement, qu'il s'opère sur des espaces boisés « naturels » ou sur des repousses après un premier déboisement de forêt, vise à éliminer la végétation pour rendre une parcelle apte à la production agricole par mise à nu du sol (avant implantation d'une culture).

L'exploitant doit d'abord définir un projet de défrichage en rapport avec ses objectifs de mise en valeur et d'utilisation de la parcelle à créer. Il doit penser les accès et prendre en compte les écoulements naturels entrants (arrivée d'eau sur le terrain) et sortants (exutoires).

Sur la photographie Parcelle défrichée dans un contexte boisé, on observe que les zones en forte pente n'ont pas été entamées et que le maintien de talus boisés est parfaitement justifié. Le résultat est le bon maintien des talus et du sol.



Parcelle défrichée dans un contexte boisé



Défrichage mécanique avec broyeur type « forestier » porté sur bras

1.2.1.2 Recommandations

Dans le cas où un corps de techniciens spécialisés existe, il convient de s'adjoindre des services compétents : maîtres d'œuvre agréés du dispositif d'aide aux améliorations foncières ou à défaut, de techniciens d'organismes de développement et d'aménagement (SAFER, etc.).

Avant tout début de projet, l'exploitant doit impérativement vérifier s'il peut ou non défricher, au regard de la réglementation, afin qu'il ne perde pas son temps, son argent et son énergie à instruire un dossier qui ne peut pas aboutir. (cf. : )

L'interdiction de défricher ne concerne pas :

- les îlots boisés de moins de quatre hectares. Attention, le propriétaire d'une surface boisée inférieure à quatre hectares mais faisant partie d'un îlot de plus de quatre hectares est concerné par l'interdiction ;
- les parcelles en friche de moins de dix ans.

Sous réserve que ces parcelles ou îlots ne soient pas concernés par d'autres interdictions comme le degré de pente, sommet de piton, proximité de ravines, périmètres de captage, etc.

Pour toute information sur les conditions du défrichement, pour retirer un dossier de demande de

dérogation, contactez le service « Forêt – Milieux naturels » de l'ONF. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à la rubrique Votre carnet d'adresses page 250.

Importance de l'adaptation du défrichement au projet

La surface à défricher d'un seul tenant doit être adaptée à la mise en valeur :

- Dans le cas d'une utilisation pour du maraîchage intensif à plusieurs cycles de culture dans l'année, on recommandera de petites parcelles, d'autant plus réduites que le terrain est en pente ;
- Dans le cas de cultures pérennes (vergers, prairies permanentes) ou semi-pérennes (cane à sucre) on pourra ouvrir de plus vastes espaces d'un seul tenant, toujours fonction de la pente générale de la parcelle ainsi que du microrelief résiduel ;
- En zone de pente douce, de grandes parcelles ne posent, a priori, pas de problème, dès lors qu'elles ne sont pas soumises, par leur position dans le bassin versant, à des écoulements en amont importants.

Époque de travail

C

Le délai d'instruction des dossiers de demande de dérogation est très court. C'est pourquoi il est recommandé, pour ne pas risquer d'exposer l'exploitant, d'effectuer systématiquement une demande d'autorisation auprès de l'ONF.

C

Il est recommandé d'éviter les défrichements durant la saison des pluies et la mise à nu de parcelles de grande taille durant toute la saison pluvieuse (au sens large) sans protections particulières contre les risques d'érosion.

R

À La Réunion, le Code forestier interdit tout défrichement, également dans le cas de parcelles boisées classées en zone A (agricole) au Plan Local d'Urbanisme. Des dérogations peuvent être accordées par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt après instruction de la demande déposée auprès de l'Office National des Forêts.

Si le terrain est classé en espace boisé classé (EBC) au PLU (ou POS) de la commune, la demande de dérogation à l'interdiction générale de défricher est irrecevable (article L130-1 du Code de l'urbanisme).

Gestion des déblais

Le défrichement donne lieu à plusieurs types de déblais de chantier :

- **Des végétaux de grosse taille, des ligneux :**

Ils peuvent être évacués hors de la parcelle (bois valorisé) ou disposés en bordure de parcelle. On évitera le brûlage tant que possible ou, s'il s'avère nécessaire, il devra être fait en milieu de parcelle sans risque de propagation. Les végétaux enfouis présentent le risque de créer des dépressions lorsque le bois s'est dégradé.

- **Des masses végétales vertes :**

Elles peuvent être laissées en andains sur la parcelle tant que les travaux agricoles n'ont pas démarré. On peut ensuite les enfouir, les évacuer sur le pourtour, les broyer, en dernier recours les brûler (cf. Arrêté Préfectoral du 14/12/2009 pour les conditions de l'emploi du feu à La Réunion).

C

Afin d'éviter de disperser des rémanents d'espèces exotiques envahissantes (vigne marronne, avocat marron, galabert, ou encore goyavier), susceptibles de se multiplier très facilement à partir de boutures, rejets, drageons, il est vivement conseillé de détruire ces rémanents.

- **Des pierres et roches :**

Elles doivent être récoltées lors du décapage, elles seront disposées en bord de parcelle ou andainées alignées (cf. photo ci-dessous) en attendant un traitement par réaménagement de parcelle (voir plus loin) car le défrichement est souvent suivi d'un aménagement de type « épierrage » et/ou « nivelage » et/ou « épierrage fin ».

Maintien de la couche fertile du sol, la « terre végétale »

Le défrichement ne doit pas être accompagné de remaniements importants des couches de sol. La couche fertile, encore appelée terre végétale, comprenant un plus fort taux de matière organique (fraîche et décomposée) doit être maintenue en surface et non enfouie.

Protection du chantier

Il faut penser à une mise en défens de la parcelle, par exemple un fossé temporaire ou un talus le temps du chantier, protégeant des ravinements autour ou dans la parcelle.

Protection des tiers

Le chantier ne doit pas exposer des tiers à un danger direct. Il est du ressort de l'entreprise de travaux durant les phases de réalisation. Celle-ci doit s'assurer de prendre toutes les précautions possibles contre les éboulements, contre les ruissellements, etc. Dès lors que les travaux seront réceptionnés par l'exploitant, les conséquences



Andains de pierres et de roches

© V. Barthelemy, ARP

qui pourraient découler de son aménagement lui incombent.

Protection des pentes fortes et dispositif anti-érosif

Dans le cas de la valorisation de terrains en pente, lorsque le défrichement/déboisement est autorisé, cette autorisation prévoit la mise en œuvre d'un ensemble de techniques anti-érosives : terrasses de cultures, bandes enherbées, lignes de pierres en andains, haies vives anti-érosives.

Les dispositifs anti-érosifs à prescrire comme mesures d'accompagnement de la dérogation dépendront de la nature des cultures prévues par le propriétaire :

- Mesures à prescrire pour les plantes sarclées qui mettent à nu le sol : géranium, maraîchage, pomme de terre, maïs (Source DAF – ONF)
 - Disposition des rémanents de défrichement en andains parallèles aux courbes de niveau, et d'autant plus rapprochés que la pente est forte ;
 - Plantation de bandes ou barrières végétales anti-érosives le long de ces andains ;
 - Réalisation de cultures et sillons parallèlement aux courbes de niveau ;
 - Éviter les travaux en période cyclonique du 20 décembre au 20 mars, pas de défrichement pendant cette période sur les terrains de pente > à 10 %.

Il apparaît que les haies anti-érosives ont une belle venue jusqu'à environ 1 000 mètres d'altitude. Il convient donc au-dessus de 1 000 mètres d'altitude d'orienter plutôt les demandes de dérogation vers la création de pâturages.

- Mesures à prescrire pour les plantes assurant une couverture totale du sol : canne à sucre, prairies permanentes, vétyver, patates douces (Source DAF – ONF)
 - La mise en andains des rémanents de défrichement est demandée afin de protéger le terrain des premières pluies après le défrichement ;
 - Les andains devront être disposés parallèlement aux courbes de niveau ;
 - La plantation doit être réalisée immédiatement après la mise à nu des terres ;
 - Dans le cas particulier de défrichement sur des superficies de plus de 10 hectares, il est nécessaire de préserver le caractère

boisé et bocager du paysage en prescrivant les mesures spécifiques suivantes : maintien au milieu des prairies de quelques arbres de belle venue ; conservation ou plantation si nécessaire de bandes boisées de 10 mètres de large qui séparent la prairie en unités de 4 à 5 hectares chacune.

Matériel adapté

L'exploitant qui confie l'exécution de travaux à une entreprise doit veiller à ce que celle-ci dispose d'outils adaptés aux engins mobilisés et emploie des techniques classiques. Ainsi un boteur doit être équipé :

- Si c'est une lame on préconise la lame « rome » qui cisaille les ligneux mais on évitera le plus généralement l'emploi d'une lame ;
- Si c'est un râteau on préférera un râteau large type « fleco » ;
- La pelle mécanique peut être utile pour l'arrachement des ligneux et le dessouchage.



Râteau

Le défrichement manuel

Le défrichement de ligneux peut être l'occasion de récupérer du bois utile (chauffage, construction, etc.) et le recours à un travail de tronçonnage préalable au défrichement est à envisager. Cette réflexion amène à un paragraphe sur le défrichement manuel.

Dans le cas de pente forte (>30%) ou l'on atteint les limites d'utilisation d'engins classiques sur pneus ou chenilles, un défrichement manuel peut

être autorisé. Dans ce cas, seul le travail de débroussaillage et l'usage d'outils manuels (tronçonneuses) est autorisé. (cf. : )

Autant le défrichage mécanique amène un aménagement de parcelle par la suite, autant un défrichage manuel restreint tout travail lourd du sol.

Un défrichage doit être immédiatement suivi soit d'un aménagement, soit d'une couverture végétale du sol. Celle-ci peut être naturelle ou implantée par l'exploitant.

Le débroussaillage

Il peut être effectué de diverses manières. Si les végétaux présents sont de petit ligneux (jeunes arbres) ou des plantes de type « sarmenteuses » (vigne marronne, galabert...) on peut utiliser un broyeur forestier (illustration ci-dessous) qui a l'avantage de ne pas abîmer la surface du sol et de produire un mulch fin avec les débris végétaux qui seront incorporés dans le sol lors d'un labour par exemple.



Passage d'un broyeur

Si les végétaux présents sont de simples graminées et quelques « herbes dures » le passage d'un disque lourd peut être suffisant, accompagné parfois d'un désherbage chimique pour prévenir des repousses. Le débroussaillage manuel peut être effectué sans recommandations particulières, car il ne s'agit pas à proprement parler de travaux « lourds ».

Pour toute information complémentaire, contactez l'Office National des Forêts. Pour obtenir leurs coordonnées reportez-vous à Votre carnet d'adresses page 250

1.2.2 NIVELAGE ET ÉPIERRAGE GROSSIER

Dans ce paragraphe nous traiterons successivement des différentes opérations techniques. Dans le concret des chantiers d'aménagement on pourra parler d'épierrage grossier ou moyen, d'arasement de butte, de déblai/remblai, nivelage, dérochage, etc. Il n'est pas dans l'objectif du présent chapitre d'aborder ces notions en détail, elles sont couvertes généralement par l'appellation « réaménagement parcellaire ». L'épierrage grossier et le nivelage du sol ont pour conséquence de remanier de manière importante les couches superficielles du sol, et parfois même des couches plus profondes, allant parfois à plusieurs mètres dans le cas des enfouissements de pierres.

1.2.2.1 Objectif d'aménagement du nivelage

L'objectif est de réduire le microrelief de la parcelle afin de permettre et/ou faciliter le passage des engins agricoles pour les différentes opérations culturales, de récolte et de transport. L'exploitant doit, tout en recherchant la configuration optimale pour le machinisme, réfléchir à un schéma d'aménagement qui prévient au mieux le risque d'érosion et évaluer l'impact de son aménagement sur son environnement proche. L'objectif d'aménagement doit veiller à intégrer toute précaution utile contre les dégâts des eaux de ruissellement, tant les dégâts dans la parcelle que l'on aménage que les dégâts potentiels en aval de la parcelle. Bien sûr, tout aménagement qui modifierait les écoulements peut être envisagé dans le cas où une étude hydrologique est réalisée par un expert.



Le dessouchage est interdit et on aura un recours très limité au brûlage (cf. arrêté du 14/12/09).

C

Avant tout déplacement de matériaux, il est primordial de bien connaître l'hydrographie, le réseau d'écoulement. Trois règles fondamentales sont à respecter :

- *Ne pas entraver les écoulements venant de l'amont;*
- *Ne pas modifier la vitesse d'écoulement tant que possible;*
- *Ne pas modifier les écoulements en aval, il faut respecter les exutoires naturels. Au besoin, les renforcer.*



Recalibrage d'un fossé avec renforcement des berges dans les zones les plus exposées

© C. Bourgeois, CTACS

1.2.2.2 Recommandations pour le nivelage

On cherchera à utiliser au mieux, avant de démarrer les travaux, le potentiel naturel de la parcelle. L'aménageur et l'exploitant doivent réfléchir à plusieurs scénarii possibles d'aménagement / mécanisation, en peser les avantages et inconvénients, et en faire une projection en termes d'importance de travaux afin de choisir le meilleur compromis.



Dans les opérations de réaménagement des parcelles on peut être amené à vouloir supprimer un andain de pierres existant. Il est recommandé de prendre toutes les précautions nécessaires pour vérifier si l'andain n'a pas un rôle anti-érosif majeur sur la parcelle et sur l'aval d'une manière générale.

Travail en déblai/remblai

Dans les cas où cela est possible, et afin de ne pas transporter trop de matériaux, on définira un niveau global de la parcelle à atteindre par nivelage en évaluant les volumes de matériaux disponibles comme déblai. On pourra ainsi les mettre en adéquation avec les volumes nécessaires pour les remblais.

En cas d'excès de matériaux, notamment de pierres, on dispose de plusieurs options :

- Extraction et exportation de la parcelle pour servir à d'autres objets
- Mise en andains sur les pourtours de parcelle ou, si la parcelle est grande, servir à réaliser une ligne anti-érosive constituée en travers de pente
- Enfouissement sous les horizons travaillés par l'exploitant, parfois à des profondeurs importantes (>2 m)
- Réduction sur place par concassage

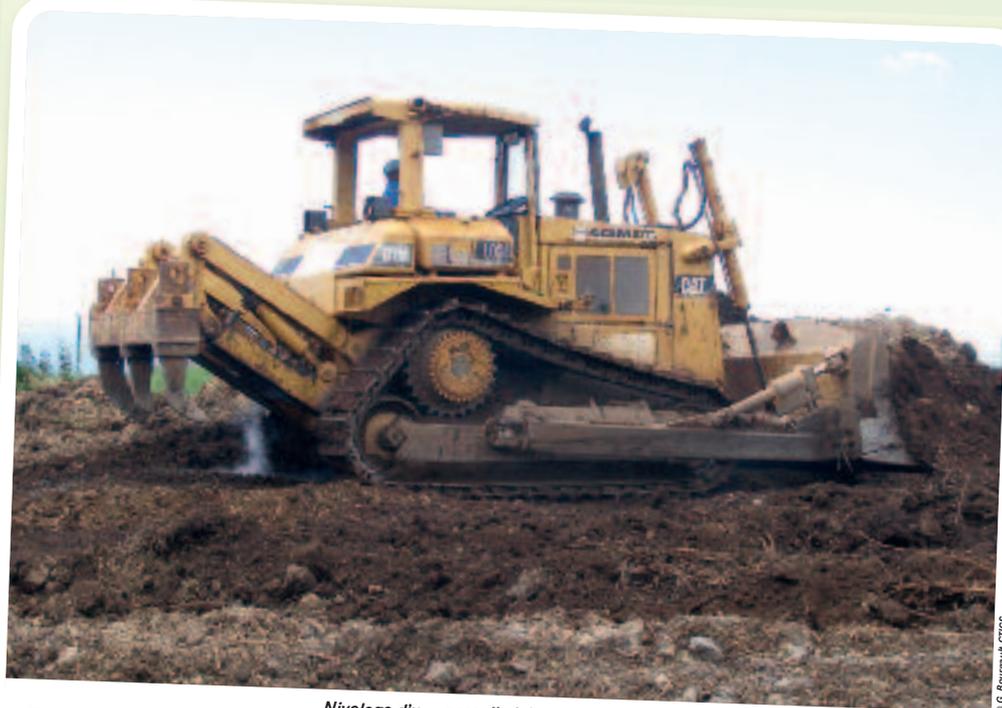
Il n'y a pas de recommandation privilégiée dans le cadre des bonnes pratiques. Le technicien / maître d'œuvre et l'exploitant auront comme souci d'évoquer chaque solution et d'en faire une analyse comparée pour trouver un optimum technique et économique (coût du chantier).

Préservation des couches superficielles

C Afin de préserver la qualité et la fertilité du sol exploité, il est recommandé de maintenir la couche la plus superficielle sans l'enfourir ni la mêler aux couches inférieures. Il convient surtout de ne pas couvrir la parcelle agricole des couches de sols profonds lorsqu'il s'agit de tuf et de terres peu évoluées.

1.2.2.3 Objectif d'aménagement générique en matière d'épierreage grossier et moyen

L'épierreage consiste à extraire du sol les roches, cailloux et pierres qui contraignent la mécanisation et le travail du sol.



Nivelage d'une parcelle à l'aide d'un boteur

L'épierrage grossier, ou « moyen », est une opération qui produit généralement d'importants volumes de roches et de pierres. Ces matériaux extraits constituent soit des déblais gênants qu'il convient de traiter soit des éléments permettant d'améliorer la configuration générale de la parcelle agricole.

Il ne faut pas, lors de la définition du projet d'aménagement, mettre systématiquement un objectif de récupérer 100 % de la surface totale (STB) pour la transformer en surface agricole utile (SAU). Une partie variable peut être vouée aux chemins d'exploitation, aux fossés, mais aussi aux andains et aménagements anti-érosifs.

1.2.2.4 Recommandations en matière d'épierrage grossier et moyen

C

Il est recommandé de regrouper les pierres et roches de la manière la plus homogène possible sans risque d'éboulis. La pente d'équilibre est fonction de la forme des blocs, plus ils sont ronds, plus ils sont étalés dans l'andain.

La terre végétale a été préalablement préservée à part sur la parcelle. Ce genre d'épierrage doit rester exceptionnel, dans le cas présent il permet de libérer d'un seul tenant une large parcelle avec un gain de productivité important attendu par l'exploitant (cf. photographies : *Andainage de différents types, en longueur maximale de parcelle*).



Enfouissement de grande ampleur

© V. Barbed-Massin, ARP



Andainage de différents types, en longueur maximale de parcelle

© G. Bourgeau CTICS



Talweg pour recueillir les restes d'épierrages

© G. Bourgaud, CTCS

On observe sur la photographie *Talweg pour recueillir les restes d'épierrages*, que les restes de pierres, remblais auront pour effet de conserver la dépression préexistante pouvant recueillir les écoulements, mais en évasant fortement le fond pour étaler la lame d'eau et, après plantation anti-érosive (prairie permanente ou canne) réduire l'érodibilité à zéro.

On observe sur la photographie *Remblais en bas de pente* que l'épierrage a servi à façonner (à la pelle mécanique) un remblai en bas de pente pour adosser la terre remblayée en prévenant tout risque d'érosion, et sans entraver le moindre écoulement. On veille à donner une pente d'équilibre à l'ados constitué, variable en fonction des caractéristiques des roches, lisses, rondes ou anguleuses.



Remblais en bas de pente

© G. Bourgaud, CTCS

Cas particulier du traitement des bords de ravines

(cf. : 13)

Pour des ravines d'écoulements secondaires, présentant des risques en cas de crue, ou pour des ravines bordant depuis longtemps des parcelles cultivées, on pourra utiliser les pierres issues de l'épierrage pour conforter une zone de faiblesse et d'érosion par « grignotage des berges ».

On veillera à ne pas entraver la possibilité d'expansion des ravines en cas de crue, on accélérerait les débits en risquant de causer de lourds dégâts en aval. Le principe peut être résumé en disant qu'il faut respecter le fonctionnement hydraulique de la zone où l'on concentre les travaux.

On rencontre quelquefois, dans les Hauts notamment, des ravines peu marquées (peu profondes) pour lesquelles des débordements ponctuels surviennent lors des pluies de forte intensité. Les parcelles attenantes pouvant servir de zones d'expansion de crues voient alors des phénomènes érosifs importants se produire, que naturellement l'exploitant souhaite résorber.



Il est peu recommandé de former des talus ou andains de pierres le long des axes d'écoulements majeurs car cela aurait pour conséquence d'accélérer les flux en aval. Si toutefois, une protection s'avère nécessaire contre des débordements trop fréquents, il faut envisager des talus peu élevés et maintenir à tout prix un exutoire en bas de parcelle qui ramène dans la ravine le flux collecté.

Préservation de la couche fertile

Les recommandations sont les mêmes que dans le chapitre du défrichement. La fertilité du sol est souvent concentrée dans les 30 premiers centi-



Remaniement du sol à l'aide d'un boteur

© C. Bourgauff/CTCS



Lors d'un travail d'épierrage proche de ravines classées dans le domaine de l'État, il convient de respecter les règles de retrait de 10 m où aucune intervention n'est possible.

mètres de terre. Un réaménagement est souvent assez traumatisant pour la microfaune et les équilibres naturels. Après des travaux de boteur, l'exploitant aura intérêt à faire des apports de matière organique fraîche pour reconstituer la vie microbienne et les mécanismes liés à la fertilité du sol.

1.2.3 ÉPIERRAGE FIN ET BROYAGE DE PIERRES

1.2.3.1 Objectifs d'aménagement

L'élimination totale des pierres peut intervenir lors de l'aménagement parcellaire ou lors de renouvellement de plantations de canne ou de réhabilitation de prairie. Cette opération ultime de préparation de la parcelle cultivée est une des principales sources de risques érosifs par décapage du sol.

Cette orientation de travail nécessite un épierreage poussé ou fin de l'horizon cultivé. Il peut être effectué de différentes manières suivant l'état du sol et l'objectif final. Les outils à utiliser sont :

- Boteur + râteau « fin » type rockland ;
- Épierreuse avec / sans andaineur de pierres ;

- Râteau épierreur ;
- Broyage de pierres.

Il faut rechercher le système qui procurera une efficacité satisfaisante, sachant qu'il sera quasiment toujours nécessaire d'effectuer au final un épierreage manuel des dernières pierres qui restent en surface.

1.2.3.2 Recommandations

Dans un premier temps il faut faire ressortir les pierres : cette opération est généralement effectuée avec un chisel, outil qui explore 30 à 40 cm de sol et dispose de dents sur ressorts disposées de manière à ameublir le sol, mais qui a un effet « épierreur » intéressant (cf. photographie *Épierreage au chisel*)



Il est recommandé, dans la mesure du possible, de préférer un épierreage fin, moins agressif sur les sols qu'un broyage systématique.



Épierreage au chisel

© V. Barret-Massin, ASP

En fonction de la pierrosité, on choisit la meilleure solution : une faible pierrosité devra être traitée préférentiellement à la main.



Faible pierrosité traitée à la main

© V. Barbed-Massin, AEP

Si la pierrosité résiduelle reste modérée, après un épierreage moyen et un travail au chisel, il est possible d'utiliser une andaineuse de pierres pour concentrer les restes et faciliter ainsi leur traitement par enlèvement mécanique ou broyage (cf. photographies Andaineuse de pierres 1 et 2).



Andaineuse de pierres (1)

© G-B Boyer, CTCIS



Andaineuse de pierres (2)

© V. Barbed-Massin, AEP



Érosion après broyage de pierres

© G. Bourgeault CTCS

L'enlèvement peut être effectué à l'aide d'épierreuse ou au râteau à pierre (cf. *photographie Râteau à pierre*). Ces techniques sont les moins agressives sur les sols et donc les moins risquées au regard de l'érosion.

La récupération des pierres peut être intéressante. On peut, par exemple, envisager un empierrement des chemins d'exploitation, des chemins collectifs ou intraparcellaires qui, sous réserve de les profiler correctement, peut également participer à limiter les risques d'érosion sur l'ensemble de l'exploitation.

Dans le cas où les pierres sont de petite taille, il est recommandé de faire un empierrement avec une compaction simple.

Quelle que soit la période, le broyage de pierres doit être réalisé rapidement (dans des délais très courts entre le début et la fin du chantier) avec une plantation rapide à suivre. Sur la photographie *Érosion après broyage de pierres*, on constate l'importance de l'érosion suite à des pluies de fin de saison importantes (mars 2010 sur Monvert), après un broyage de pierres la journée précédente.



Le broyage de pierres est une opération délicate. Il est primordial d'éviter de la réaliser durant les périodes de pluie.



Râteau à pierre

© V. Barbe-Massin, ARP



© G. Bourgeault CTICS



V. Barthelemy, AFP

Épierre fin au broyeur

Le broyage se justifie uniquement pour la mécanisation poussée de la culture en place qui vise le passage d'engins de coupe au ras du sol. Le broyage peut être effectué « en plein » ou sur lignes de pierres après andainage. Il faut un état d'humidité de la parcelle à mi-chemin entre le point de ressuyage et le point de flétrissement (un état d'humidité moyenne à sec). Un sol trop sec passé au broyeur sera totalement déstructuré (terre soufflée).

Par contre, un sol broyé en plein dans un état d'humidité trop forte ne donne pas les résultats escomptés. Cette opération de broyage intervient en dernier lieu. Elle est l'ultime étape de l'aménagement. **Il convient par la suite de respecter tous ces travaux qui ont été menés en mettant en œuvre des pratiques culturales respectueuses de la**

qualité du sol : prévention de l'érosion, maintien de la fertilité, apports organiques.

Exemple de chantier d'aménagement : photographie *Chantier d'aménagement de grande ampleur*. Il regroupe : de l'épierre grossier au bouteur (milieu de la parcelle), de la résorption d'affleurement rocheux au brise-roche hydraulique (en arrière-plan), une mise de côté de la terre végétale avant arasement (au fond à droite). Les pierres et roches issues de l'épierre sont mises en protection aval avec un gradient de taille (les plus grosses en dessous, avec cependant un mélange nécessaire des roches de différentes tailles pour stabiliser le sol).

Ces chantiers complexes doivent être suivis par des spécialistes (maîtres d'œuvre agréés par exemple) et réalisés par des entreprises compétentes, expérimentées en améliorations foncières.



© G. Bourgeault CTICS

Chantier d'aménagement de grande ampleur

1.2.4 CHEMINS ACCÈS ET EAUX DE RUISSELLEMENT

Si les aménagements peuvent interférer sur l'écoulement des eaux, c'est particulièrement vrai pour les travaux d'aménagement de voiries, qu'il s'agisse de la création de nouvelles dessertes ou de simples aménagements de chemins existants. Les cas observés montrent que les impacts et dégâts sont souvent la conséquence d'un élément nouveau à l'amont avec un traitement insuffisant des problématiques d'écoulement d'eaux de ruissellement.

La réflexion concernant la desserte et le niveau d'accessibilité devrait être abordée systématiquement pour tout projet d'aménagement parcellaire au moment de l'élaboration du projet, non seulement pour améliorer la desserte interne des parcelles, mais également pour minimiser les dégradations éventuelles subies depuis l'amont en gérant au mieux les eaux reçues sans aggraver (renvoyer) le problème à l'aval.

1.2.4.1 Principes fondamentaux à prendre en compte dans l'élaboration des projets

À l'exception des sols alluvionnaires littoraux, compte tenu des problèmes de pente et d'érosion, croisés avec la violence d'épisodes pluvieux, le principe fondamental à La Réunion est la prise en compte des problèmes hydrauliques, avec une conception visant à la meilleure répartition possible et la diffusion des eaux de ruissellement.

Cette approche préalable à la définition du projet nécessite de considérer les impacts propres ou les incidences des aménagements généralement envisagés :

Le revêtement bétonné

Le bétonnage, souvent envisagé pour réduire les problèmes de dégradation et de coûts d'entretien récurrents de voirie, peut effectivement régler le problème sur le tronçon traité. Cependant, il augmente le ruissellement et, même si la conception de l'aménagement semble correcte in situ, des dommages peuvent être augmentés à l'aval du fait de l'imperméabilisation accrue.

Le bétonnage des accès les plus courts sur des pentes maximales permet dans un premier temps de limiter le montant de l'investissement, et la

consommation de surface en emprises générées par le développement de tracés moins pentus et donc plus longs. Ce raisonnement, sans la prise en compte des phénomènes d'augmentation de volume et de vitesse des écoulements, conduira à l'apparition très rapide de nouveaux problèmes souvent encore plus conséquents et pouvant aller jusqu'à la destruction complète de l'accès aval. Les conséquences seront des surcoûts non prévus pour la mise en œuvre de solutions permettant de rétablir une circulation pérenne.

D'une façon plus générale, les voies de circulation revêtues ou non (dotées ou non d'ouvrages hydrauliques) modifient le drainage naturel, parfois sur de très grandes longueurs, forçant l'écoulement des eaux accumulées vers des passages obligés. Les exutoires naturels doivent alors gérer des écoulements provenant de superficies beaucoup plus importantes provoquant ainsi des désordres à l'aval. Il faut remarquer que les phénomènes les plus spectaculaires sont fréquemment liés à une arrivée d'eau extérieure aux parcelles concernées.

L'empierrement

Le confortement de la chaussée par l'apport d'empierrement moins coûteux a montré également ses limites lorsque son emploi n'était pas accompagné de la gestion des eaux de ruissellement, y compris avec des matériaux calibrés de carrière correctement mis en œuvre. Par contre, lorsque le chemin ouvert ou réouvert a pu respecter des conditions de pente moyenne inférieure à 10 %, dépassée uniquement sur des tronçons très courts avec gestion des eaux pluviales, un bon empierrement compacté peut être une alternative intéressante et suffisante pour un chemin d'exploitation dès lors que les renvois d'eau et ouvrages hydrauliques sont entretenus.

Les aménagements hydrauliques

Leur fonction est de gérer les eaux pluviales. Dans la pratique, ils peuvent aussi engendrer des problèmes : le bétonnage des fossés augmente et accélère le ruissellement. Des pluies intenses peuvent alors saturer les capacités du réseau d'évacuation et conduire à des inondations.

Les matériaux issus de défrichement, les résidus de coupe, les glissements de talus non stabilisés et le non-entretien des ouvrages peuvent contrarier l'écoulement, le dévier hors des passages d'eau habituels et provoquer des ravinements



Exemple de fossé encombré

© A. Hébert, AD2R

importants. Ils constituent fréquemment des embâcles qui, transportés par les eaux, vont boucher des buses, des passages à grilles, etc.

Une simple buse bouchée peut conduire des écoulements à changer de bassin versant, en suivant la chaussée et entraîner des conséquences inédites à l'aval. Ces phénomènes surviennent souvent avec l'encombrement des fossés par les pailles de canne et les résidus de coupe après chaque campagne.

Lors du cyclone Firinga en 1989 dans la région du Tampon et de Petite-Ile, les buses de radiers, sous-dimensionnées, se sont bouchées dès le début des crues. Des champs entiers ont été emportés ou gravement endommagés avec des érosions de 4 200 à 6 800 t/ha (observation sur 1 000 m²), ce qui représente entre 21 et 34 cm de terre arable quand l'agriculteur a effacé le ravinement (Bougère, 1989).

1.2.4.2 Principales recommandations en matière de travaux de voirie

Une fois ces notions d'incidences des travaux de voirie et les principes de gestion des eaux pluviales intégrés, le diagnostic du projet de voirie prenant en compte l'ensemble des conditions géomorphologiques des lieux et notamment l'analyse des écoulements d'eau existants (et des désordres pré-existants) peut être engagé. À ce stade, l'identification des différents exutoires et l'appréciation de la pente générale du terrain et des accidents de relief vont être déterminants pour fixer le projet d'aménagement en termes de desserte.

Il est recommandé, en matière de voirie, de respecter les règles de bases suivantes pour assurer :

un minimum de pérennité des chemins et accès, la limitation des phénomènes d'érosion.

- Réduire au maximum la pente des chemins pour ralentir la vitesse d'écoulement lors de la création de la voirie ou à l'occasion des travaux de réaménagement parcellaire, pour une pente moyenne en long, si possible maximale, de 10 %;
- Éviter la concentration des débits sur les mêmes collecteurs (fossés...), les mêmes ouvrages (passages à grilles, radiers...) et les mêmes exutoires (ravines...);
- Prévoir les dispositifs de renvoi d'eau en privilégiant un dévers aval de la chaussée (sans bourrelet) permettant l'évacuation la plus répartie possible sur l'ensemble du linéaire et en respectant tous les exutoires naturels préalablement identifiés. Les dévers amont avec fossés doivent être limités au maximum aux secteurs de terrains pentus pour ne pas fragiliser la partie aval de la chaussée et des accotements installés (avec soutènement ou non) sur remblais;
- Limiter strictement le revêtement des chemins d'exploitation aux tronçons les plus pentus sans correction possible du profil, privilégier autant que possible la correction des pentes par la modification du tracé et la réouverture du chemin (garantie de conditions d'accessibilité et de circulation par tout temps);
- Pour le traitement des tronçons en secteur mouilleux, penser après l'ouverture de fossé drainant, à l'utilisation de géotextile évitant la contamination par remontée de fines (argiles) des couches d'empierrement;
- Ne pas mettre en œuvre d'empierrement sans reprofilage et nivelage préalable de la chaussée (sauf comblement sommaire avec matériaux pris sur place pour travaux d'urgence après dégâts exceptionnels). Le tout-venant calibré de carrière est précieux et cher, et ne peut servir à boucher les trous. De même, la préservation maximale de cet empierrement nécessite après son réglage son « serrage » après humidification par un engin de compactage.

Le respect de ces règles élémentaires dans l'élaboration des projets, indépendamment de toutes les autres spécifications relevant d'avantage de clauses techniques (qualité des matériaux, dosage des bétons, dimensionnement des ouvrages, réglages des talus, profils en travers... dans le CCTP type) permet de minimiser les impacts environnementaux et de préserver les sols. Cela permet également, et avec des coûts d'investissement supplémentaires maîtrisés, de

réduire considérablement les coûts d'entretien tout en assurant la qualité de desserte et sa meilleure pérennité.

Pour obtenir des informations techniques supplémentaires sur les aménagements traités dans cette partie, contactez la « Cellule travaux » du CTICS. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

1.3 AMÉNAGEMENT ET PRATIQUES CULTURALES LIMITANT L'ÉROSION ET LA LIXIVIATION

Ce chapitre présente les risques érosifs liés aux quatre grands types de culture (maraîchage, arboriculture, canne à sucre et prairie), en détaillant pour chacune les bonnes pratiques agricoles associées limitant les phénomènes d'érosion et de lixiviation. Elle présente également dans une première partie, les dispositifs à mettre en place et les valorisations possibles de l'existant sur l'exploitation, permettant de limiter le ruissellement et la pollution des masses d'eau par des résidus de produits fertilisants, de pesticides ou encore en apports terrigènes.

1.3.1 DISPOSITIF LUTTANT CONTRE L'ÉROSION ET LES PHÉNOMÈNES DE LIXIVIATION

1.3.1.1 Généralités

« L'eau des précipitations interceptée par le sol, en excès par rapport à sa capacité de la stocker, s'écoule [...] verticalement vers le sous-sol (infiltration) ou latéralement : en surface (ruissellement) ou dans le sol (écoulement hypodermique ou subsuperficiel). Le partage entre ces différentes voies dépend de très nombreux facteurs : climatiques, géologiques et pédologiques, topographiques et liés à la végétation et aux pratiques agricoles. » (extrait de *Les fonctions environnementales des zones tampons*, CORPEN, 2007). En se déplaçant ainsi, l'eau transporte ainsi différents éléments :

- Le phosphore est principalement transporté par les eaux de ruissellement;

- L'azote est principalement transporté par les écoulements hypodermiques ;
- Les matières en suspension (MES), responsables de phénomènes divers comme l'envasement, la turbidité des eaux de consommation ou encore l'entraînement de particules polluantes agrégées aux particules de terre, sont transportées par les eaux de ruissellement ;
- Les produits phytosanitaires sont, quant à eux, transportés de façons diverses, principalement sous forme dissoute. Leur migration en surface est à associer au ruissellement plus qu'à l'érosion (CORPEN, 2007).

1.3.1.2 Présentation des zones tampons

Les zones tampons sont des zones enherbées et/ou boisées permanentes qui ont pour fonction de réduire la vitesse du ruissellement et de favoriser l'infiltration. Elles réduisent également la concentration en MES des eaux de ruissellement et limite le transfert du phosphore, de l'azote et des résidus de produits phytosanitaires vers les milieux aquatiques. Il est intéressant de rappeler ici que leur implantation en bord de ravine permet, en plus des caractéristiques citées précédemment, de stabiliser les berges (limitation de l'érosion).



Le dispositif des zones tampons, dont l'efficacité est reconnue, ne doit en aucun cas être dissocié des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement à l'intérieur même des parcelles. C'est la combinaison de ces pratiques qui peut, à terme, préserver durablement la qualité des milieux aquatiques.

En effet, l'efficacité des zones tampons diminue à mesure que la vitesse du ruissellement augmente. Étant donné l'intensité des pluies et le relief très marqué à La Réunion, il est capital d'associer ces zones tampons à des bonnes pratiques agricoles dans la parcelle.

De manière générale, les zones tampons sont des bandes enherbées mais aussi des chemins enher-

bés, des haies, des talus, des bosquets, des prairies permanentes, des ripisylves ou encore des friches. Au niveau de la parcelle, entre les parcelles ou entre les exploitations, il faut donc entretenir les talus, les haies, les fossés, tous les cordons de végétation et toutes les zones boisées qui freinent efficacement les flux d'eau de ruissellement. Notamment lorsque ces zones sont disposées parallèlement aux courbes de niveau. Par ailleurs, ces milieux sont très souvent biologiquement très actifs, assurant ainsi une bonne structure des sols et donc une bonne infiltration des eaux.

L'intérêt de ces zones tampons pour l'agriculteur est multiple : valorisation de son exploitation (développement durable, protection des milieux aquatiques), stabilisation de ses berges ou encore possibilité d'effectuer une petite production secondaire utile à son exploitation (complément alimentaire, bois de chauffage dans les Hauts, etc.).

1.3.1.3 Implantation des zones tampons

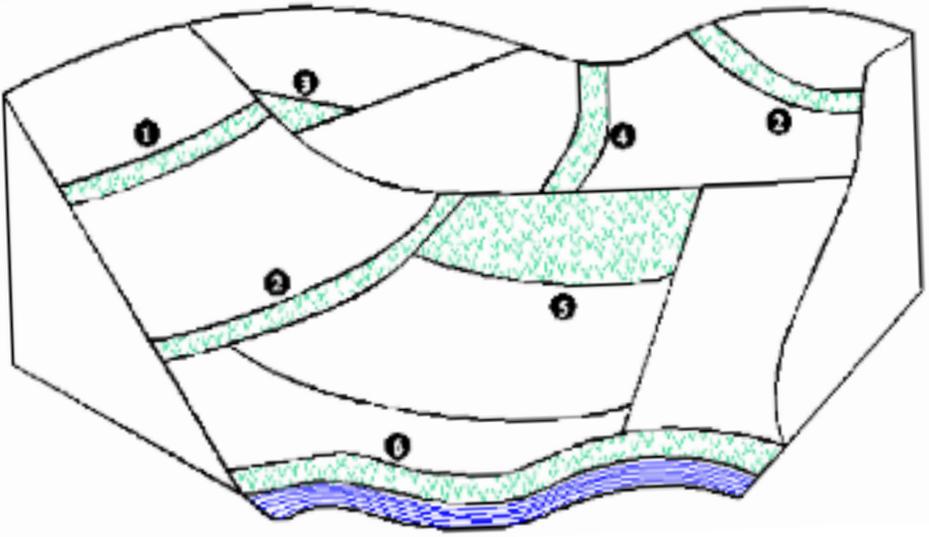
Avant toute implantation, un diagnostic doit être effectué afin d'identifier les sources potentielles de pollution (MES, pesticides, azote...) et d'adapter le dispositif à mettre en place.

Localisation

Le principe de base pour l'implantation de zones tampons est qu'elles doivent impérativement « collecter » des eaux de ruissellements ou des écoulements hypodermiques (à faible profondeur) pour jouer leurs rôles d'interception et d'infiltration. Les zones tampons sont en aval des parcelles et ne doivent pas être « coupées » par des fossés ou des drains car la majorité du ruissellement leur « échapperait ».

L'implantation d'une zone tampon le long d'une ravine est intéressante pour plusieurs raisons. Elle permet de limiter les pollutions directes liées aux pratiques dans la parcelle mais elle permet également de stabiliser les berges.

Cependant, comme on peut l'observer sur la figure 8, l'implantation n'est pas réservée aux seuls cours d'eau. En effet, pour être durablement efficace, la lutte contre ces différents polluants et les phénomènes d'érosion en général doit être engagée à différents niveaux dans le bassin versant.



- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Bande intra-parcellaire | 4 Chenal enherbé de thalweg |
| 2 Bande en bordure aval de parcelle | 5 Prairie en travers du thalweg |
| 3 Coin aval | 6 Bande en bordure de cours d'eau |

Figure 8 : Localisation des zones tampons (CORPEN, 1997)



Présence de haies et d'îlots boisés contigus aux parcelles cultivées

© Olivier Sudozy/Min. agri. fr

Choix des espèces et dimensionnement

En fonction des espèces implantées, les zones tampons ne vont pas intercepter les mêmes composants ou avoir la même fonction.

Le dimensionnement des zones tampons, de ce tableau, sont des valeurs issues d'expérimentation en métropole. Leur extrapolation à La Réunion n'est pas évidente, il s'agit ici d'un ordre de grandeur.

Des ouvrages complets du CORPEN, sur les zones tampons, sont disponibles gratuitement par téléchargement. Pour obtenir l'adresse, reportez-vous à la rubrique Pour aller plus loin [page 250](#).



Il est recommandé de ne pas constituer de haies à partir d'espèces exotiques connues pour être envahissantes, en particulier le goyavier ou l'avocat marron (ou planter les tiges à l'envers pour éviter la repousse).

Fonction recherchée →	Limitation du ruissellement	Rétention des MES	Rétention du phosphore	Rétention des produits phytosanitaires (infiltration)	Rétention de l'azote	Rétention des produits phytosanitaires (dérive)
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> Toutes situations filtrantes Traiter spécifiquement les zones de concentration Commencer le plus en amont possible 	<ul style="list-style-type: none"> Toutes situations filtrantes Traiter spécifiquement les zones de concentration Commencer le plus en amont possible 	<ul style="list-style-type: none"> Toutes situations filtrantes Traiter spécifiquement les zones de concentration Commencer le plus en amont possible 	<ul style="list-style-type: none"> Toutes situations filtrantes Traiter spécifiquement les zones de concentration Commencer le plus en amont possible 	<ul style="list-style-type: none"> Surtout les bords de rivières mais également les zones favorables en amont 	<ul style="list-style-type: none"> Bords de cours d'eau et bords de fossés (en priorité ceux qui sont le plus actifs hydrologiquement)
Largeur minimale (efficacité visée de 70 à 80 %)	10 m	De 10 à 20 m pour les fines particules et les pentes fortes	P. particules : 10 m P. dissous : 15 m	10 à 20 m	10 m	6 m et + en fonction de l'écotoxicologie
Végétation	<ul style="list-style-type: none"> Toute végétation maintenant une bonne perméabilité (arbres divers, cannes fourragères, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Importante densité des tiges Graminées préférables (céréales, cannes fourragères) 	<ul style="list-style-type: none"> Importante densité des tiges Graminées préférables (céréales, cannes fourragères) 	<ul style="list-style-type: none"> Toute végétation favorisant l'infiltration, possédant un système racinaire développé 	<ul style="list-style-type: none"> Éviter les légumineuses, les résineux ou autres espèces produisant une matière organique difficilement dégradable 	<ul style="list-style-type: none"> Toute végétation, la végétation haute aura en plus un effet écran
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> Maintien d'un couvert dense et d'un bon enracinement Éviter les plantes flexibles Contrôle de la circulation des engins 	<ul style="list-style-type: none"> Maintien d'un couvert dense et d'un bon enracinement Éliminer les bourrelets de sédiments Contrôle de la circulation des engins 	<ul style="list-style-type: none"> Maintien d'un couvert dense et d'un bon enracinement Contrôle de la circulation des engins 	<ul style="list-style-type: none"> Maintien d'un couvert dense et d'un bon enracinement Éviter les plantes flexibles Contrôle de la circulation des engins 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de contraintes particulières Éviter le pâturage intensif à proximité des cours d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de contraintes particulières

Figure 9: Extrait du Bilan des exigences spécifiques des différentes fonctions de protection des eaux (CORPEN, 2007)

1.3.2 MARAÎCHAGE

1.3.2.1 L'importance des cycles de culture

La mise en valeur correspond à une mise à nu des terrains. Cette action est critique et si elle a lieu pendant la saison des pluies, cela entraîne des érosions toujours importantes. Les terrains défrichés restent souvent nus plusieurs semaines, voire plusieurs mois, avant d'être mis en culture.

Mais l'érosion est amplifiée par le mode d'intervention utilisé. Ainsi un andosol labouré perd irrémédiablement ses qualités initiales (moindre cohésion du sol, compaction en profondeur...) (Perret, 1993). Une intervention sur le sol en période sèche (dans l'Ouest notamment) entraîne un dessèchement et un émiettement des andosols. Ils se déstructurent d'une manière irréversible. L'infiltration des pluies est alors fortement ralentie. Plus légers que l'eau, ils deviennent sensibles à une érosion intense en étant plus facilement mobilisables par les eaux de ruissellement (Perret, 1993).

Les périodes de récolte sont également critiques. Là encore, les techniques utilisées sont déterminantes sur le niveau d'érosion. Les plantes dont on récolte mécaniquement les racines (carotte, navet, vétiver...) ou les tubercules (pommes de terre...) peuvent être considérées comme fortement érosives. Leur implantation sur des parcelles à forte pente est à éviter.

Suivant le mode de mise en valeur, on observe une amplitude du niveau d'érosion qui va de 1 à 100 (ouest) ou 1 à 60 (est) : 1 t/ha/an en culture manuelle mais 100 t/ha/an si les cultures sont mécanisées (voire 400 t/ha/an après récolte d'un cycle de pomme de terre juste avant un orage) !

À La Réunion où les parcelles sont souvent en pentes, les pratiques de travail du sol notamment en cultures maraîchères de plein champ peuvent être souvent génératrices de perte de sols, notamment pendant la période cyclonique ou des fortes pluies.

Cette érosion massive, en plus de détruire la fertilité du sol, risque d'entraîner dans les eaux de ruissellement les résidus de pesticides non encore dégradés.

1.3.2.2 Recommandations générales pour limiter l'érosion

Afin de limiter les phénomènes d'érosion, il est recommandé, lorsque cela est possible, d'appliquer les principes suivants :

- Le développement de la mécanisation et principalement des houes rotatives doit être envisagé de manière raisonnée ;
- Il convient de remplacer le cultivateur à axe horizontal (rotavator) par la machine à bêcher ;
- Un travail du sol voire une plantation et un entretien de la culture en travers de la pente voire en courbe de niveau si la pente le permet ;
- L'implantation de zones tampons en bords de parcelle ou le long des courbes de niveau pour des grandes parcelles plantées vers l'aval ;
- L'enherbement des inter-rangs ;
- Un non-travail du sol ou un maintien de zones enherbées limite fortement la lixiviation des produits phytosanitaires par les fortes pluies et le risque de pollution potentielle ;
- Ne pas travailler le sol en période de forte pluie, particulièrement pour les cultures maraîchères ;
- Mettre en place un couvert végétal à base de légumineuses sur les parcelles en attente de culture ;
- Préférer les techniques culturales « sans labour ».

1.3.3 ARBORICULTURE : PRATIQUES POUR FAVORISER L'INFILTRATION ET LIMITER LE RUISSellement



Il est fondamental d'éviter au maximum que les sols soient nus temporairement ou de manière permanente. Pour cela, il est recommandé de mettre en place des cultures intermédiaires, d'un mulch et de paillages ou d'un enherbement dans les inter-rangs arborés.



Verger de manguiers

© Orlak. Saïdou/Mira. agri. fr

En effet, on peut réaliser judicieusement une association entre des légumineuses, seules ou avec des graminées, et des arbres. Dans ces situations, il existe des interactions positives entre une strate herbacée avec une composante légumineuse et une strate arborée. Il faut cependant réussir à maîtriser le risque potentiel de compétition pour l'eau dans le cas de certaines situations à faible pluviométrie. Pour cela, il est préférable d'associer des cultures présentant des cycles végétatifs déphasés.

La présence d'un enherbement modifie le régime hydrique des parcelles au cours des différentes saisons : en période humide, le sol enherbé a une plus grande capacité à retenir l'eau. En effet, la présence de racines rend le sol plus poreux ce qui augmente la réserve utile (eau utilisable par les végétaux). Lors de périodes plus sèches, l'enherbement est plus sensible que les arbres au dessèchement, le couvert prend l'aspect d'un paillason jaune (type mulch) qui protège le sol

C

Il est recommandé d'utiliser des techniques culturales simplifiées du travail du sol telles que le semis direct, le travail superficiel ou avec des outils à dents ou à disques.

de l'évaporation et du ruissellement ; ainsi seuls les arbres prélèvent l'eau du sol grâce à leur système racinaire plus profond.

En limitant la longueur des rangées d'arbres, il devient possible de structurer la parcelle exploitée de manière à minimiser la convergence et l'accumulation des flux d'eau de ruissellement.

1.3.4 CANNE À SUCRE

1.3.4.1 Les atouts de la canne à sucre en matière d'érosion

La culture de la canne à sucre est une plantation semi-pérenne qui reste en place généralement de cinq à dix ans, parfois plus longtemps. Dans le cas de la mise en valeur de fortes pentes (en pourtours de parcelles par exemple) il est même fréquent de ne pas avoir de replantation, et seulement des renouvellements ponctuels de souches si l'on constate des manques à la levée. Lors de la conduite technique de la culture de la canne, il n'y a pas d'intervention sur le sol. On ne pratique généralement pas de binage, ni de sarclage mécanique, ni de buttage.

Parmi les caractéristiques anti-érosives de la canne à sucre citons :

- Un enracinement important, qui présente un « chevelu racinaire » très dense dans les premiers centimètres de sol. Il est totalement renouvelé à chaque repousse, ce qui a pour effets positifs d'enrichir le sol en matière organique fraîche et de favoriser l'infiltration (caractéristiques intéressantes pour l'implantation de zones tampons cf. 1.3.1).
- Une production de feuilles en quantité, en cours de culture qui laisse un véritable matelas de pailles sèches après la coupe. Il est souvent possible d'en récolter la plus grande part pour la valoriser en élevage (litières par exemple).
- Peu de passages d'engins. Cela évite ainsi les risques de tassement excessifs sur les sols, source de compaction, de diminution de l'infil-

tration et par conséquent de risque de ruissellements érosifs ou de lixiviation.

Lors de la conduite d'une culture de canne à sucre, la plantation est l'étape ayant le plus de répercussions sur le sol. La partie suivante présente les recommandations à suivre pour cette opération technique, et notamment, pour éviter le tassement du sol.

1.3.4.2 Recommandations pour la replantation

- Pour la préparation du sol, le sous-solage ne présente pas de remaniement des horizons superficiels. Il permet néanmoins d'augmenter, dans de nombreux cas, l'infiltration en améliorant la macroporosité profonde. Toutefois, il doit être effectué sur des sols bien ressuyés, voire secs. Le sous-solage favorise aussi le développement du système racinaire de la canne.
- Le passage de disques permet d'émietter la surface du sol, éventuellement d'enfouir les adventices en croissance. Il convient de bien programmer les interventions : labour au disque – mise en place de sillons – plantation.
- La période de travail doit éviter tant que possible la saison des pluies dans les zones les plus exposées. Dans les secteurs les plus secs de l'île où la plantation doit être effectuée dans des conditions d'humidité minimale de la terre, le risque érosif doit être intégré.

L'illustration suivante met en évidence les phénomènes d'érosion dus au travail du sol. En effet, on constate que la dégradation est très limitée sur la partie amont de la parcelle (partie replantée) contrairement à la zone du bas où un broyage de pierres a été réalisé.



Zone de Monvert

- Concrètement, il est recommandé de faire des sillons et de recouvrir les boutures le plus rapidement possible pour ne pas exposer la parcelle. Le passage d'un rouleau léger pour appuyer la terre contre les boutures lors de plantation mécanique est une option intéressante. Il est parfois accolé aux planteuses mécaniques.

Après les opérations de plantation, le planteur intervient généralement pour l'épandage d'engrais et les traitements herbicides. Ces opérations doivent être menées rapidement après plantation.

1.3.4.3 Recommandations pour limiter le tassement du sol

Dans le cas du passage des engins motorisés (tracteurs, épandeurs, coupeuses) et des outils tractés (remorques, tonnes à lisiers, épandeurs de fumiers ou autre) il faut éviter le tassement du sol afin de ne pas diminuer la macroporosité structurale.

Il est recommandé de ne pas utiliser d'engins trop lourds et, ce qui est souvent le cas, de travailler avec des pneus basse pression pour un étalement de la bande de roulement et une diminution de la pression à l'unité de surface.

Il est encore plus important de vérifier avant d'entrer sur la parcelle l'état hydrique. Le sol doit être bien ressuyé voir assez sec pour supporter de lourdes charges. Le planteur veillera à regarder l'effet d'un passage de machine sur les premiers mètres dès lors qu'il y a un doute sur la portance du sol.

1.3.5 PRAIRIE

La prairie assure une très bonne couverture des sols, ce qui en fait une culture anti-érosive par nature et un très bon filtre pour l'eau. Ces espaces pastoraux représentent 20 % de la surface agricole. La période la plus délicate pour cette culture est l'implantation. Il est donc important de bien la réaliser.



Pierres présentes en surface après sillonnage et recouvrement

© G. Bourgauf, CTCS

1.3.5.1 Objectifs de l'aménagement pastoral

L'objectif de cet aménagement est d'obtenir un sol plat sur lequel un engin peut rouler dans tous les sens à une vitesse de 5 à 7 km/h, à savoir, une prairie que l'on peut utiliser et entretenir facilement.

Vous implanterez une prairie sur un terrain « cultivable ». L'amélioration foncière doit donc tenir compte :

- **De la pente**, pour faciliter le travail du sol et l'entretien de la prairie, pour la sécurité de l'éleveur et le gain de temps. L'objectif est d'obtenir une pente inférieure à 15 % et un relief suffisamment « arrondi » pour le passage facile des machines ;
- **Des couches fertiles de sol** peu épaisses qui doivent être préservées notamment lors des travaux d'arasement de buttes ;
- **Des difficultés liées à l'érosion**, pour éviter de perdre la terre fertile de surface lors des fortes pluies ;
- **De l'écoulement des eaux pluviales**, en évaluant les arrivées d'eau en amont des parcelles, en imaginant l'effet des travaux sur l'écoulement des eaux, en dirigeant ces eaux pluviales (sans les regrouper) vers les ravines si possible. Ces précautions servent à limiter l'accélération de l'eau. Une prairie installée permet un écoulement de l'eau en surface sans créer d'érosion et sert de filtre pour les écoulements amont. C'est en ce sens qu'elle est parfois considérée comme une zone tampon ;
- **De la pierrosité**, pour permettre le passage des outils de travail du sol et une fauche sans risque pour le matériel, l'épierrage restant indispensable ;
- **De l'environnement**, pour que les prairies participent à l'aménagement paysager du territoire. Les arbres doivent être conservés quand ils ne nuisent pas à l'exploitation de la prairie, sinon replantés en périphérie des parcelles.

Il est important de ne jamais oublier que l'on ne peut pas installer une prairie de qualité n'importe où et n'importe quand.



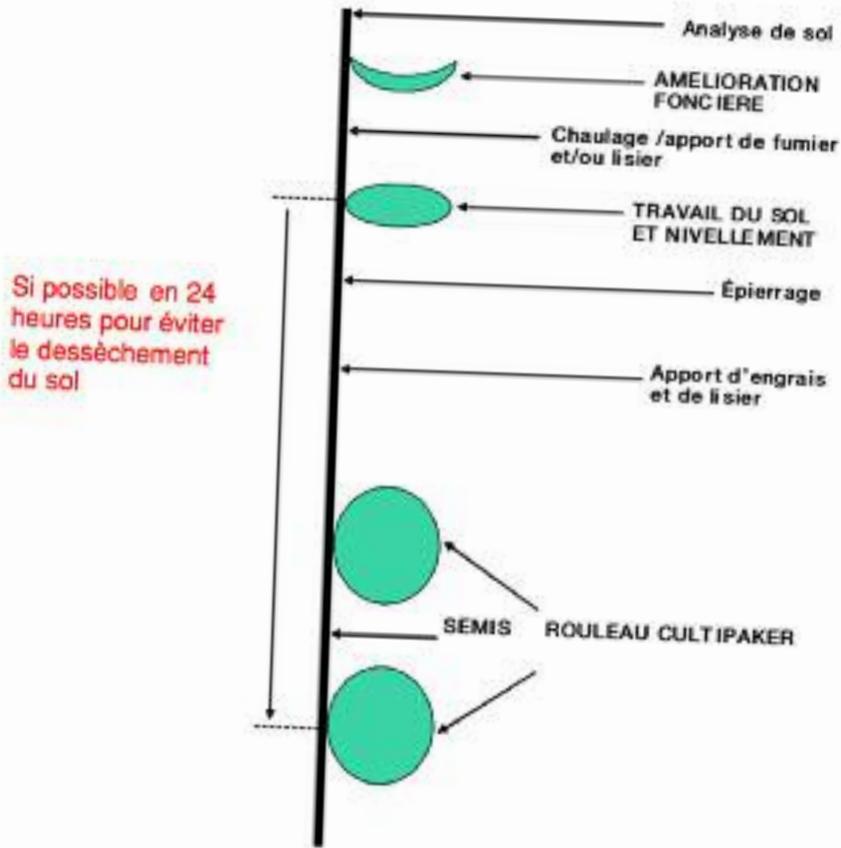


Figure 10: Chronologie pour l'implantation d'une prairie (ARP)

1.3.5.2 Recommandations

Pour le choix des espèces fourragères

Bien choisir les espèces fourragères à planter est essentiel. Une plante adaptée à son milieu (altitude, température, pluviométrie) est une plante qui résistera aux agressions diverses et qui se développera convenablement pour atteindre les rendements escomptés (cf. 5.3.1).



Deux espèces de graminées, d'ores et déjà envahissantes à La Réunion, doivent absolument être évitées lors des ensemencements de prairies (*Anthoxanthum odoratum*, la « Flouve odorante » et *Holcus lanatus*, la « Houlque laineuse »).

Graminées / Légumineuses	Utilisation	Longévité
Cannes fourragères	Fauche	7 ans
Chloris	Fauche	Resemis naturel par graines ou 5 à 7 ans
Sétaria	Pâturage	Resemis naturel par graines ou 5 à 7 ans
Brachiaria	Fauche et Pâturage	Resemis naturel par graines ou 5 à 7 ans
Ray-grass et Dactyle	Fauche et Pâturage	5 à 7 ans
Fétuque	Fauche	7 à 10 ans
Brome	Fauche	Resemis naturel par graines ou 2 ans
Avoine/Triticale	Fauche	Annuel
Kikuyu	Pâturage	Pérenne
Lotier/Trèfle blanc	Pâturage	Pérenne

Figure 11 : Utilisation et longévité de plusieurs espèces fourragères (AFP)

La mise en place d'une culture fourragère doit prendre en compte les moyens disponibles sur l'exploitation. Certaines plantes sont en effet plus exigeantes, en termes de préparation du sol, de fertilisation et de lutte contre les adventices. On s'efforcera de privilégier la pérennité de la prairie si les coûts de mise en place sont élevés, de façon à répartir l'amortissement sur un grand nombre d'années. On limitera également le nombre de réimplantation et donc le travail du sol avec ses risques d'érosion.

Les outils et les étapes de la préparation du sol

Sur les parcelles devant être semées, le sol doit être travaillé sur une profondeur de 10 cm. L'objectif est d'obtenir un sol non bosselé avec 5 à 10 cm de terre fine, émiettée et nivelée, première phase de préparation du lit de semences. Cette étape est également indispensable pour toute intervention mécanique ultérieure (fauche, gyrobroyage, épandage d'engrais). Elle permet aussi l'enfouissement de la fumure organique (fumier, lisier).



L'apport de matière organique participe à la stabilisation du sol et limite les phénomènes d'érosion. Elle a un effet structurant comparable à un travail de sol.

Une implantation rapide et complète de la prairie est un gage de lutte contre l'érosion. Il est donc très important de réussir cette étape. Pour ce faire, nous énumérons ici les outils et les préconisations nécessaires au bon déroulement de l'implantation.

- Pulvérisateur à disques ou Cover-crop en passages croisés (en diagonales) est l'outil le plus couramment utilisé pour travailler le sol. Il existe des modèles plus ou moins lourds, mais le plus important reste le nombre de passages ;



© V. Barbet-Massin, ARP

- Pour bien niveler le sol, un outil à dents et rouleau ou à dents multiples très flexibles permet un meilleur résultat mais remonte les pierres ;
- Pour la destruction des anciennes prairies à renouveler, le rotavator peut être employé pour le broyage des restes végétaux et leur mélange avec la terre (premier passage). Son utilisation est néanmoins à proscrire sur les terrains pentus sensibles à l'érosion ;
- Pour les sols très caillouteux, un outil spécifique à La Réunion est la « **Barre niveleuse** » qui permet de niveler le sol sans remonter les cailloux en surface ;



© V. Barbet-Massin, ARP

Éviter les labours trop profonds qui remontent les cailloux et créent des mottes indestructibles, les « gobbes », mélange de terre et de racines. Il est inutile de travailler le sol en profondeur pour le retasser ensuite.

- L'épierreage (cf. partie 1.2.3) ;
- Le roulage ;

Juste avant le semis, passer le rouleau cultipaker pour tasser le sol en profondeur et l'émietter en surface (on ne doit plus voir les traces de roues du tracteur) ;

- Le rollosem est un outil combiné de semis et de roulage : une fois semées, les graines sont intimement mises au contact de la terre.



© V. Barbet-Massin, ARP

Pour le semis



Il est recommandé d'implanter la prairie en fin de saison des pluies. C'est la période la plus favorable car les risques de fortes pluies diminuent. Les conditions climatiques (pluviométrie, température) restent néanmoins propices à la germination des graines et au développement de la culture.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Semer en mai-juin											
pour une première utilisation en septembre											

Figure 12: Calendrier de semis (ARP)

Sur les parcelles devant être semées, le sol doit être travaillé sur une profondeur de 10 cm. L'objectif est d'obtenir un sol non bosselé avec 5 à 10 cm de terre fine, émiettée et nivelée, première phase de préparation du lit de semences. Cette étape est également indispensable pour toute intervention mécanique ultérieure (fauche, gyrobroyage, épandage d'engrais). Elle permet aussi l'enfouissement de la fumure organique (fumier, lisier).

Le cas particulier du semis direct

Comme son nom l'indique, il ne nécessite pas de travail de sol. Il se fait après destruction chimique de la végétation. Deux applications de désherbant total valent mieux qu'une seule « surdosée ».

Le semis peut se faire soit simultanément au désherbage ou après un délai de 2 mois nécessaire à la dégradation du « feutre végétal » (feuilles et chevelu racinaire). On sème à 1 cm de profondeur et de préférence en fin de saison des pluies à l'aide d'un semoir pour semis direct ou avec un semis à la volée et un travail du sol très superficiel type « herse crop ».

Le semis direct peut être également utilisé pour les opérations de sursemis, dans le but de regarnir et de densifier une prairie non envahie par les mauvaises herbes ou d'introduire du trèfle en association. Seules les plantes à croissance rapide peuvent être sursemées; dans ce cas, il n'y a pas de désherbage total.



© V. Briand-Maschin, ARP

Avantages	Inconvénients
<p>évite l'épierrage</p> <p>limite les risques d'érosion</p> <p>maintient la fertilité du sol</p> <p>technique moins coûteuse</p>	<p>technique plus difficile à maîtriser</p> <p>bien respecter le calendrier de réalisation (dates et délais d'attente)</p>

Figure 13: Avantages et inconvénients du semis direct (ARP)

CHAPITRE 1

AMÉNAGEMENT ET INTERVENTIONS FONCIÈRES



CE QU'IL FAUT RETENIR DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES POUR CE CHAPITRE

- Avant tout projet d'aménagement, il est nécessaire de consulter le Plan Local d'Urbanisme afin de connaître la réglementation liée aux parcelles concernées.
- La Réunion, par ses caractéristiques environnementales particulières, est confrontée à des phénomènes d'érosion très intenses. Il est capital de ne jamais négliger les conséquences dévastatrices de ce phénomène et de tout mettre en œuvre au niveau des pratiques culturales et des aménagements pour préserver nos sols et notre eau. Ceci doit être fait au niveau de la parcelle mais également au niveau du bassin versant.
- Le défrichage est une pratique très sensible et réglementée à La Réunion dans la mesure où les phénomènes d'érosion sont très importants.
- Tout aménagement doit être fait en priorité en dehors de la saison des pluies. Si cela est impossible, toutes les mesures de prévention de l'érosion devront être mises en place.
- Sur une exploitation agricole, tout doit être fait pour renforcer les haies, bosquets, talus et autres éléments naturels afin de limiter le ruissellement et l'érosion. Un ajout de bandes enherbées peut être envisagé.
- Le maraîchage est une activité à risque au regard de l'érosion car les sols sont régulièrement mis à nu. Des moyens techniques existent mais ils sont parfois difficiles à mettre en œuvre. L'association de cette activité avec l'implantation de zones tampons peut être une bonne solution.
- En arboriculture, un couvert du sol peut efficacement contribuer à limiter l'érosion sur une parcelle tout en contribuant à l'amélioration de la fertilité du sol.
- La canne et la prairie sont des cultures qui présentent un risque d'érosion important à l'implantation. Il est important de bien définir son calendrier, d'utiliser les bons outils et de privilégier des variétés au cycle de vie le plus long.
- Éléments favorables au ruissellement et à l'érosion : degré de pente élevé, longueur des parcelles importantes, sols à faible teneur en matière organique, forte intensité des précipitations, absence de concavité en bas de pente, concentration des ruissellements, absence de couverture ou encore obstruction des ravines.
- Éléments favorables à l'infiltration et au maintien du sol : maintien d'un couvert végétal sur l'ensemble de la parcelle, implantation de zones tampons, développement des haies et talus, sol à fort taux de matière organique ou encore mise en place d'un mulch entre les rangs.
- **En ce qui concerne la gestion des déchets, il est recommandé de se rapprocher de la Chambre d'Agriculture pour toute information concernant les lieux de collecte et les conditions d'acceptation des déchets. Vous pouvez également vous reporter à l'annexe III de ce guide.**

CHAPITRE 1

AMÉNAGEMENT ET INTERVENTIONS FONCIÈRES



POUR ALLER PLUS LOIN

VOS OUVRAGES :

- ARTAS. **Bonnes Pratiques Agricoles – module aménagement de terrain et mécanisation.** 1 p. *Disponible au CTIGS à St Denis*
- ARTAS, 2005. **L'aménagement foncier pour développer la mécanisation. Cahier technique - La canne**, n° 7, avril 2005, 8 p. *Ce document est téléchargeable gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- Barbet-Massin V., Grimaud P., Michon A., Thomas P., 2004. **Guide technique pour la création, la gestion et la valorisation des prairies à La Réunion.** Juin 2004, 99 p. *Document disponible à l'ARP ou sur le site : http://greforec.cirad.fr/ressources/bibliotheque/agronomie_et_systemes_de_culture/guide_technique_des_prairies_a_la_reunion*
- Bourgaut G., ARTAS, 2006. **Bonnes pratiques agricoles en production de canne à sucre.** Version 4, Février 2006, 23 p. *Document disponible au CTIGS*
- Bucelle M., Nehlig P., 2005. **Kit Pédagogique - Sciences de la Terre - La Réunion : Connaissance géologique de La Réunion – livret de l'enseignant.** Novembre 2005, 85 p. - *Document disponible gratuitement à l'adresse : http://www.brgm.fr/brgm/Reunion_kitpedago/livret.htm*
- BRGM, 2006. **Kit Pédagogique - Sciences de la Terre - La Réunion : Hydrologie.** Octobre 2006, 18 p. - *Document disponible gratuitement à l'adresse : http://www.brgm.fr/brgm/Reunion_kitpedago/fichier/fiche/Fiches_Hydro.pdf*
- BRGM, 2006. **Kit Pédagogique - Sciences de la Terre - La Réunion : Les risques naturels.** Octobre 2006, 18 p. - *Document disponible gratuitement à l'adresse : http://www.brgm.fr/brgm/Reunion_kitpedago/fichier/fiche/Fiches_Risques.pdf*
- Calichiama L., Debenay B., DAF, 2005. **Cahier de bonnes pratiques pour les interventions en ravines à La Réunion.** Juillet 2005, 17p. *Document disponible à la DAAF de La Réunion*
- Chambre d'Agriculture de La Réunion, 1995. **Dossier(s) technico-économique(s). Plusieurs cultures sont concernées : carottes, pommes de terre, ail, melons, agrumes, anones, cucurbitacées, tomates, mangues, laitues.** *Disponible à la Chambre d'Agriculture de La Réunion*
- Comité de Bassin Réunion, 2009. **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion 2010-2015.** Décembre 2009, 113 p. *Disponible à l'adresse suivante http://www.comitedebassin-reunion.org/rubrique.php3?id_rubrique=26*
- CORPEN, 2007. **Les fonctions environnementales des zones tampons – Les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux.** Septembre 2007, 75 p. - *Ce document est téléchargeable gratuitement à l'adresse : www.developpementdurable.gouv.fr/-CORPEN-.html*

VOS SITES INTERNET :

- <http://www.canne-progres.com> : Site dédié à la culture de canne à sucre. Tous les exemplaires du magazine Carrocan et les cahiers techniques y sont disponibles gratuitement
- http://www.brgm.fr/brgm/Reunion_kitpedago/index.htm : Site comportant une importante documentation sur les sols de La Réunion (carte, fiche technique, manuel, etc.)
- <http://www.amenagementdeshauts.org/> : Site du Programme de développement des Hauts Ruraux
- <http://www.risquesnaturels.re/> : Les risques naturels à La Réunion
- http://cartorisque.prim.net/dpt/974/974_ip.html : Aléas inondation, aléas mouvement de terrain, détail des Plans de Prévention des Risques sur l'ensemble de La Réunion
- <http://www.reunion.eaufrance.fr/> : Système d'information sur l'eau du bassin Réunion

Vous pouvez consulter et emprunter gratuitement l'ensemble des ouvrages de ce guide, et bien d'autres publications, à la bibliothèque du CIRAD au pôle « 3P » à St-Pierre (cf. Votre carnet d'adresses page 250)

TABLE DES MATIÈRES DU CHAPITRE 2

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant 64	2.3 CALCUL DE LA FERTILISATION 87
2.1 DIAGNOSTIC 66	2.3.1 Éléments à prendre en compte ... 88
2.1.1 Effectuer et comprendre une analyse de sol 66	2.3.1.1 Besoins de la culture en éléments nutritifs..... 88
2.1.1.1 Fréquence conseillée des analyses de sols 66	2.3.1.2 Caractéristiques de la matière organique 88
2.1.1.2 Mode d'échantillonnage du sol d'une parcelle 66	2.3.2 Fertilisation mixte d'une culture ... 88
2.1.1.3 Diagnostic agronomique du sol à partir de l'échantillon prélevé..... 69	2.3.2.1 Calcul de la fertilisation mixte d'une culture 88
2.1.1.4 Interprétation des analyses de sol et conseil de fertilisation 69	2.3.2.2 Aide au calcul de la fertilisation mixte de cultures à La Réunion .. 88
2.1.2 Besoins des cultures 70	2.4 ÉPANDAGE 93
2.1.2.1 Rappel général 70	2.4.1 Matières organiques..... 93
2.1.2.2 Légumes en plein champ 70	2.4.1.1 Réglementation sur l'identification des matières organiques 93
2.1.2.3 Fruits 70	2.4.1.2 Distances réglementaires et préconisations techniques générales pour l'épandage..... 93
2.1.2.4 Fourrages 71	2.4.1.3 Épandage des matières organiques liquides..... 97
2.1.2.5 Cas de la canne à sucre..... 73	2.4.1.4 Épandage des matières organiques pâteuses..... 99
2.1.2.6 Cultures horticoles..... 75	2.4.1.5 Épandage des matières organiques solides..... 100
2.2 CHOIX DES AMENDEMENTS ET ENGRAIS 79	2.4.1.6 Autres types de matériel 103
2.2.1 Matières organiques..... 80	2.4.2 Matières minérales 103
2.2.1.1 Classification des différentes matières organiques 80	2.4.2.1 Épandage solide 103
2.2.1.2 Mise en place de la fertilisation mixte d'une culture 83	2.4.2.2 Épandage liquide..... 105
2.2.1.3 Difficultés à surmonter..... 83	2.5 FERTIGATION : CAS DE LA CULTURE HORS SOL .. 107
2.2.1.4 Intérêts 83	2.5.1 Généralités..... 107
2.2.1.5 Risques liés aux matières organiques..... 83	2.5.1.1 Principe de la culture hors sol.. 107
2.2.1.6 Critères de choix des matières organiques..... 84	2.5.1.2 Contrôle de la solution nutritive.. 108
2.2.1.7 Gestion des matières organiques sur l'île de La Réunion 85	2.5.2 Les effluents des serres : le drainage 110
2.2.2 Matières minérales 85	2.5.2.1 Présentation et contexte 110
2.2.2.1 Présentation et choix des matières minérales..... 85	2.5.2.2 Quatre méthodes pour gérer les eaux de drainage 111
2.2.2.2 Les principales formes d'engrais minéraux..... 85	Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre .. 114
2.2.2.3 Accessibilité aux matières fertilisantes pour les plantes..... 87	Pour aller plus loin 115

CHAPITRE 2

AMENDEMENTS ET ENGRAIS



LA FERTILISATION EST UNE PRATIQUE NÉCESSAIRE pour maintenir ou améliorer la fertilité des sols et apporter les éléments nutritifs nécessaires à la culture. Les matières utilisées peuvent être organiques ou minérales. Cet apport de matière fertilisante doit être raisonné pour associer production agricole de qualité et protection des milieux naturels. En effet, sans le respect des règles de base, comme l'analyse de sol par exemple, on observe des phénomènes de surfertilisation, d'épandage dans de mauvaises conditions conduisant à l'entraînement d'éléments comme l'azote ou encore le phosphore vers les eaux profondes ou les ravines, « réseaux d'alimentation » de nos captages en eau potable.

© G. Bourgault, CTCS



Par les auteurs : S. BUSSON (LEGTA St Joseph), P-F. CHABALIER (CIRAD-Réunion), J-S. COTTINEAU (ARMEFLHOR), B. DE LABURTHE (FRCA), P. FOURNIER (CIRAD-Réunion), K. LEROUX (FARRE), V. VAN DE KERCHOVE (CA), P. SALGADO (CIRAD-Réunion)



ANALYSE DES PRATIQUES ET DES CONNAISSANCES DE L'EXPLOITANT

Ces questions ont pour objectif d'appréhender, de manière générale, la fertilisation sur l'exploitation. Les conseils prodigués par le technicien seront ainsi mieux ciblés, et adaptés, au cas par cas, en fonction des réponses de l'exploitant.

Comment détermine-t-il l'apport d'amendements ou d'engrais ?

..... cf. 2.1.1 et 2.1.2

Connaître l'état initial du sol est la base d'une fertilisation efficace. Ne pas connaître les caractéristiques du sol peut entraîner un coût supplémentaire, une sur/sous-fertilisation ayant pour conséquence la mort ou l'affaiblissement de la culture, ou encore, une pollution des sols ou des eaux.

Connaît-il les besoins de ses cultures en engrais ?

..... cf. 2.1.2

Pour effectuer une fertilisation efficace et optimiser ses rendements et la qualité de sa production, l'exploitant doit connaître les besoins de ses cultures en fonction de leur stade de croissance.

Utilise-t-il des matières organiques ?

..... cf. 2.2.1

La fertilisation organique permet un recyclage et une valorisation des effluents d'élevage ainsi que des matières organiques urbaines, tout en augmentant la fertilité du sol. En utilisant une ressource locale et en limitant les volumes d'intrants minéraux, l'agriculteur participe au développement durable et réalise des économies à l'achat.

Utilise-t-il des matières minérales ?

..... cf. 2.2.2

La fertilisation minérale peut être couplée à une fertilisation organique : c'est la fertilisation mixte. Elle permet de réduire les doses d'engrais minéral à fournir à la culture et, avec certaines matières organiques, d'obtenir un effet amendant.

Comment détermine-t-il la dose/le volume d'engrais à apporter ?

..... cf. 2.3

Une fois les besoins connus, il est primordial d'apporter la dose optimale afin de ne pas risquer de trop fertiliser et engendrer des coûts supplémentaires ainsi que des pollutions du sol et des eaux.

Connaît-il les conditions météorologiques favorables ?

..... cf. 2.4

Épandre dans une fenêtre météorologique favorable permet de limiter les pollutions et d'assurer l'efficacité de la pratique.

Connaît-il les distances liées à l'épandage des produits qu'il utilise ?

..... cf. 2.4.1

Que cela soit au niveau des habitations ou des cours d'eau, une réglementation existe. Elle est mise en place pour limiter les nuisances vis-à-vis des tiers ou encore limiter les apports de fertilisant dans les sols et cours d'eau. Pour cela, elle varie d'un type de fertilisant à un autre.

Comment règle-t-il son équipement ? Le contrôle-t-il fréquemment ?

..... cf. 2.4

Un bon entretien et un bon réglage de son matériel permettent à l'agriculteur d'apporter de façon homogène son fertilisant. « Ni trop, ni trop peu ». La matière apportée est utilisée efficacement. On évite ainsi des pertes financières et des risques inutiles pour le milieu.

Utilise-t-il la fertigation ? Comment gère-t-il ses eaux de drainage ?

..... cf. 2.5.2

En culture hors sol, l'exploitant doit recycler ou traiter ses eaux de drainage. La loi l'y oblige, car libérés directement dans le milieu naturel, ces effluents sont extrêmement polluants.



© Cheik Saïdou / Mma.agr.fr

Station de traitement des effluents d'élevage SAS Camp Pierrot - Grand-Ilet Salazie

2.1 DIAGNOSTIC



L'ANALYSE DE SOL : BASE DU RAISONNE- MENT EN FERTILISATION

Les analyses agronomiques de sol renseignent sur les caractéristiques physiques, chimiques, et biologiques des sols. Elles permettent de connaître la disponibilité des éléments minéraux et de l'eau dans le sol. Les résultats de ces analyses permettent ainsi d'établir un plan de fertilisation optimal d'une culture en valorisant au mieux les réserves du sol et en tenant compte de ses besoins spécifiques.

La fertilisation raisonnée de cette façon est une composante essentielle de l'agriculture respectueuse de l'environnement. Elle optimise les apports en évitant des excédents et permet de rééquilibrer le sol pour une bonne nutrition de la plante. Le risque de lixiviation de matières fertilisantes est diminué.

2.1.1 EFFECTUER ET COMPRENDRE UNE ANALYSE DE SOL

2.1.1.1 Fréquence conseillée des analyses de sols

Pour la canne à sucre

Les analyses de sol sont effectuées tous les 4 à 7 ans, et au moins à chaque plantation, pour permettre de suivre l'évolution de la fertilité de la parcelle et réajuster les fertilisations minérales et organiques selon les besoins de la canne à sucre et du sol.

Pour les prairies

Des analyses de sol peuvent être effectuées avant une implantation et à chaque renouvellement de prairie. Par la suite, le conseil de fertilisation d'entretien de la prairie est couplé à l'analyse de l'herbe.

En arboriculture

Un prélèvement de sol doit être fait avant la plantation pour optimiser la fertilisation et les corrections lors de la plantation des jeunes arbres. L'horizon inférieur, de 30 à 100 cm de profondeur, peut être également prélevé pour vérifier la fertilité de cet horizon. Le suivi de la fertilité du sol d'une plantation pérenne peut se faire sur un rythme de 5 à 10 ans.

Pour le maraîchage intensif

Il est recommandé de suivre le sol sur des pas de temps courts de 2 à 5 ans, car les apports d'intrants étant importants, les évolutions du sol sont rapides. Notamment, les surfertilisations font apparaître des déséquilibres dans le sol pouvant créer des problèmes de croissance des cultures et éventuellement des pollutions du milieu.

2.1.1.2 Mode d'échantillonnage du sol d'une parcelle

Période favorable

Pour une parcelle de canne à sucre, la meilleure période se situe après la coupe : le sol est au repos pendant la saison sèche. Toutefois, toutes les périodes de l'année peuvent convenir, hormis après un épandage d'engrais, d'amendement ou autre produit organique et minéral qui fausserait l'analyse.

Pour les autres cultures, on conseille également de prélever le sol quand il est au repos, pendant la saison sèche et si possible avant l'implantation de la culture.

Localisation de la parcelle

La parcelle choisie doit être localisée précisément, afin de noter ce renseignement sur les fiches d'identification des échantillons qui sont remis au laboratoire : nom du lieu-dit, de la route avoisinante sur carte IGN, coordonnées GPS, ortho-photos... Au laboratoire du CIRAD, les cartes topographiques

IGN au 1/25 000^e sont consultables pour retrouver les coordonnées X-Y du point de prélèvement.

Prélèvements des échantillons de sol dans la parcelle

Dans la parcelle, il faut définir les zones où sont effectués les prélèvements qui constituent, après mélange, un ou plusieurs échantillons. Un seul échantillon est fabriqué pour chaque zone « homogène » de la parcelle (figure 1).

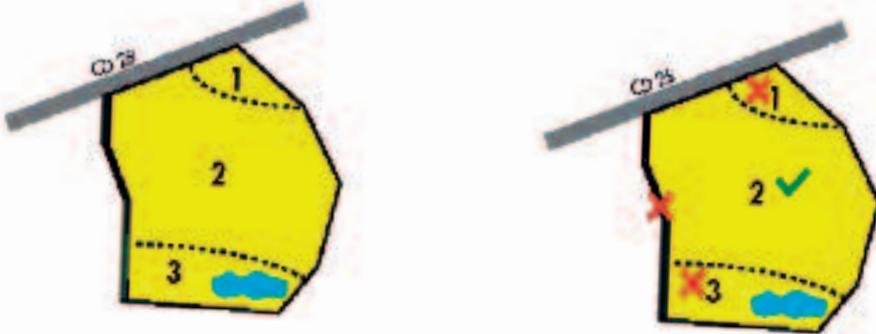
Une zone homogène: zone de même couleur de sol, même précédent cultural, même historique de fertilisation, même aspect végétatif

de la culture, et toutes autres caractéristiques similaires.

Selon sa surface et sa pente, une parcelle peut être composée d'une ou de plusieurs zones homogènes.

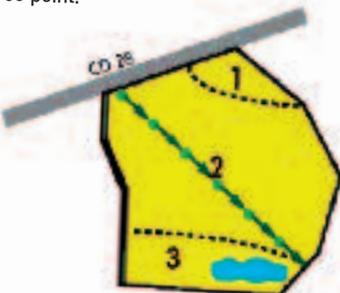
Chaque grande zone homogène est prélevée séparément. On exclut les zones trop petites. Dans chaque zone homogène, 15 prélèvements élémentaires de sol doivent être effectués. Plusieurs techniques existent : par exemple, celle de l'Association Française de NORMALISATION (AFNOR) et deux autres, plus simples, du Groupement d'Études Méthodologiques et d'Analyses des Sols (GEMAS).

Dans la parcelle où l'on souhaite effectuer une analyse de sol, on localise les zones homogènes (ici : 1, 2 et 3), puis on exclut les zones particulières (bordure de parcelle, zones trop petites, etc.). On choisit ici de prélever uniquement au centre de la zone 2, la plus importante en termes de surface et qu'on estime suffisamment représentative de la parcelle.

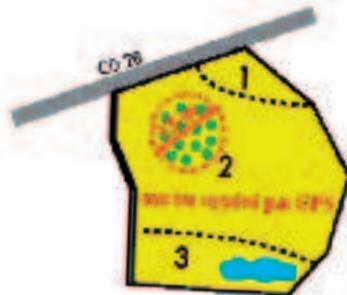


On applique alors une des deux méthodes du GEMAS :

- soit on prélève le long d'une diagonale traversant la zone désignée (zone 2 dans cet exemple)
- soit on détermine le centre de la zone désignée, et on prélève dans un cercle de diamètre de 15 m centré sur ce point.



Méthode d'échantillonnage en diagonale



Méthode d'échantillonnage à l'intérieur d'un cercle

Figure 1 : Identification de la zone homogène à échantillonner et exclusion des petites zones particulières (MVAD/CIRAD)

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillon de sol est la base de la réflexion lorsque l'on veut mener à bien une fertilisation.

Sa qualité est donc primordiale.

- 1) Sur un carré de 40 cm de côté, enlever les herbes, les résidus organiques ou tout autre résidu pour obtenir une surface de sol propre ;
- 2) Les 25 cm de couche superficielle du sol sont prélevés : c'est la couche travaillée, où se développent les racines des plantes, qui assure la nutrition ;
 - **Utiliser de préférence une tarière** (en zone peu caillouteuse), qui sera enfoncée jusqu'à 25 cm de profondeur. Il faut 2 coups de tarière pour atteindre cette profondeur. Si la terre change de couleur en profondeur, en bout de tarière, éliminer la partie différente du prélèvement.
 - **Dans le cas de l'utilisation d'une bêche (ou d'une pelle)**, il faut creuser jusqu'à 25 cm de profondeur (sauf si la terre change de couleur avant). Les volumes de terre de chaque prélèvement étant plus importants qu'avec une tarière, on met dans un premier seau le sol prélevé à la bêche et on garde un sous échantillon dans un deuxième seau.
- 3) Les 15 prélèvements sont recueillis au fur et à mesure dans le seau de 12 litres. La terre finale remplit le seau à environ les 2/3. La terre est émiettée, les cailloux sont enlevés et la terre contenue dans le seau est soigneusement mélangée.
- 4) Dans le seau, prendre une dizaine de poignées de terre (soit l'équivalent d'un kilo) pour remplir un sac plastique destiné au laboratoire. Ce sac plastique doit être évidemment propre, neuf et assez résistant.

C'est l'échantillon moyen qui sera porté au laboratoire. Il y a un échantillon moyen par zone. BIEN IDENTIFIER L'ÉCHANTILLON SUR LE SAC AU MOYEN D'UN MARQUEUR INDÉLÉBILE.

- 5) Remplir la fiche d'identification qui accompagne le sac de l'échantillon.
 - a) coordonnées géographiques X-Y de la parcelle en précisant le référentiel utilisé : carte IGN ou GPS
 - b) situation de la zone échantillonnée, s'il y a plusieurs zones dans la parcelle
 - c) date du prélèvement
 - d) nom de l'exploitant et du responsable du prélèvement (dans le cas d'une structure professionnelle ou d'un institut)
 - e) type de sol (il est également déterminé automatiquement par le système expert du laboratoire du CIRAD en fonction de la localisation de la parcelle) ; précédent cultural, culture en place, culture qui suivra
 - f) tout autre renseignement permettant de ne pas confondre l'échantillon avec un autre prélevé dans des conditions similaires.

Votre échantillon est prêt à être déposé au laboratoire des sols du CIRAD. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses page 250.

2.1.1.3 Diagnostic agronomique du sol à partir de l'échantillon prélevé

Le diagnostic agronomique du sol prend :

- Certaines caractéristiques chimiques du sol. Les teneurs en carbone, azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium, sodium, la capacité d'échange cationique (CEC), le potentiel hydrogène (pH), la saturation en bases de la CEC. À partir de ces éléments, sont calculés la teneur en matière organique du sol, le rapport carbone/azote (C/N), la proportion de potassium en pourcentage (K %) dans la CEC, le rapport magnésium/calcium (Mg/Ca). La matière organique du sol est essentiellement décrite par ses teneurs en carbone et en azote, et par le rapport C/N.
- Certaines caractéristiques physiques du sol. La détermination de la réserve utile en eau (par exemple : mesure de pF au laboratoire), la densité apparente (sol en place), etc.
- Certaines caractéristiques biologiques du sol. L'activité biologique est évaluée à partir de la mesure de la biomasse microbienne vivante de celui-ci. C'est un test spécifique fait par respirométrie au laboratoire.

À la demande, vous pouvez obtenir les teneurs en oligo-éléments (fer, zinc, manganèse, cuivre, bore) ainsi que les éléments traces métalliques (ETM) du sol (ex. cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc...).

2.1.1.4 Interprétation des analyses de sol et conseil de fertilisation

En fonction du diagnostic agronomique de sol, le laboratoire d'analyse propose, selon les cultures, un conseil de fertilisation plus ou moins détaillé. Ce conseil quantifie les éléments nécessaires à la culture, définit les corrections du sol (acidité, apport de MO, phosphore, potassium) et propose des fertilisations d'entretien.

Pour la canne à sucre

Depuis 2010, le système d'interprétation automatique des analyses de sol « SERDAF » permet de réaliser des calculs de fertilisation et propose des formules d'engrais adaptées au rendement, aux pratiques culturales et au sol de la parcelle. Lors de l'établissement du bulletin de conseil, des renseignements précis portant sur l'exploitation sont demandés : rendement en canne espéré par l'agriculteur, système de coupe,

savoir s'il exporte ses pailles et si l'agriculteur a déjà planifié des apports de cendres, de matières organiques, ou d'autres produits.

Le système calcule alors la fertilisation raisonnée la plus adaptée au cas de figure : celle conseillée à la plantation et celle conseillée sur les repousses.

Il donne des conseils sur la matière organique, le chaulage, le niveau de phosphore du sol et les doses d'engrais NPK d'entretien. Il permet également de faire des simulations : changements de rendement, apports de matières organiques ou minérales, etc. Il recalcule automatiquement les fertilisations minérales complémentaires adaptées aux nouvelles données entrées. Le technicien peut alors rechercher avec l'agriculteur la fertilisation la plus économique et évaluer l'impact de ses choix techniques.

Dans plus de 40 % des cas, le système ne trouve pas de formules ternaires NPK du commerce correspondant à l'équilibre idéal des éléments NPK pour la parcelle (la recherche est faite à plus ou moins 20 % sur chaque élément). Il propose alors des mélanges d'engrais simples ou binaires.

La plupart des agriculteurs n'ont pas l'habitude et ne sont pas équipés pour faire eux-mêmes leur mélange d'engrais et cette technique est peu répandue. On emploie généralement des formules ternaires NPK « standard ». Le technicien doit voir alors quelle solution est possible pour l'agriculteur : faire des mélanges d'engrais simples (généralement : P-supertriple et Kcl après la coupe et urée décalée en couverture) ou appliquer des engrais binaires ou ternaires les plus proches des apports NPK recherchés.

Pour les autres cultures

À La Réunion, il n'y a pas de conseil de fertilisation automatisé en l'état du logiciel Serdaf V-2010. Seuls figurent sur le bulletin l'interprétation des résultats d'analyse de sol et les besoins de chaulage (Ca et Mg) et de redressement en phosphore (P) pour obtenir des niveaux souhaitables selon les sols. Ces bulletins sont édités par le laboratoire des sols du CIRAD.

En fonction des besoins nutritionnels de la culture, le technicien proposera des recommandations de fertilisation NPK, incluant ou non des chaulages et des renforcements de fumure P.

> Vous pouvez accéder au logiciel Serdaf sur internet, introduire vos codes d'accès remis lors du dépôt de l'échantillon de sol auprès du laboratoire des sols du CIRAD, et obtenir vos conseils de fertilisation.

2.1.2 BESOIN DES CULTURES

Les besoins nutritifs d'une série de cultures localisées à La Réunion sont repris en annexe du « manuel de l'utilisateur » du logiciel de fertilisation « Ferti-Run 2008 ». Ce logiciel, édité par le CIRAD et la MVAD, est accessible gratuitement sur internet à l'adresse suivante :

<http://www.mvad-reunion.org/-FERTI-RUN-2007->

Il couvre vingt variétés de légumes, six fruits et deux fourrages temporés. Le mode de fertilisation varie selon les cultures.

2.1.2.1 Rappel général

Extrait du guide de la fertilisation organique à La Réunion (Chabalière et al., 2006)

L'absorption dépend des stades de développement de la plante

Pour les plantes annuelles, l'absorption des éléments nutritifs suit quatre étapes :

- Installation des premiers organes (racines, feuilles). L'absorption est faible ;
- Croissance rapide correspondant à la production de nombreuses feuilles, riches en azote et en phosphore.

C'est pendant cette période que les besoins sont les plus élevés. La plante absorbe d'abord N et K alors que P est absorbé plus progressivement. Le point critique est la forte absorption pendant la phase de croissance végétative rapide. Pour obtenir des rendements élevés, l'offre en éléments nutritifs du sol ne suffit pas en général pour satisfaire ce besoin instantané. Il est alors indispensable d'apporter une fertilisation à cette période ou avant ;

- Reproduction, formation des fruits ou graines (montaison, nouaison, floraison, fructification).

Cette étape commence pendant le stade de croissance précédent. L'absorption peut être élevée, notamment en K pour les fruits charnus ;

- Maturité. L'absorption d'éléments nutritifs est réduite.

Pour les plantes pérennes, le système racinaire permanent permet des absorptions plus régulières.

Les besoins des arbres fruitiers sont élevés au grossissement des fruits. Les troncs des arbres

et les souches des graminées pérennes, comme la canne et les fourrages, stockent également des éléments nutritifs, qui peuvent être mobilisés par les organes en croissance.

Les besoins nutritifs des plantes cultivées peuvent être estimés expérimentalement. Ils varient selon que la récolte est faite en pleine phase végétative (fourrages, brèdes, salades), en fin de phase végétative (canne à sucre) ou au terme de la phase reproductrice (grains). Pour les plantes pérennes, les prélèvements d'éléments nutritifs évoluent pour assurer à la fois la croissance de l'arbre et la production fruitière. On considère qu'une dizaine d'années après la plantation, les besoins des arbres fruitiers augmentent peu et correspondent simplement à la croissance des fruits.

2.1.2.2 Légumes en plein champ

L'apport de matière organique ne se fait qu'à la plantation, en une fois. Les besoins couverts à ce moment correspondent aux fumures de fond et d'entretien, par cycle cultural. L'apport de matière organique sur ces cultures maraîchères ne doit pas être systématique sur chaque cycle, étant donné le grand nombre de rotations possibles dans l'année, surtout dans le cas des cultures à cycle court (laitue, radis...).



Même si les quantités sont raisonnées, il est plus prudent de limiter les intrants organiques au maximum à quatre apports dans l'année. L'opportunité d'un apport est à analyser à chaque mise en place de culture.

2.1.2.3 Fruits

Plantes à cycle court

Sont concernées, les cultures d'ananas et de fraise, « à la plantation ». La matière organique est épandue sur la ligne de plantation et enfouie dans le billon. L'apport est calculé pour satisfaire les besoins de la culture en fumure de fond, les fumures d'entretien étant réalisées avec des engrais minéraux.

Plantes à cycle long, pluriannuelles

Sont concernés les agrumes, letchis, manguiers, bananiers, fruits de la passion et papayer. Pour chacune de ces cultures, les besoins en fertilisation sont :

- « **à la plantation** » : fumure de fond à épandre sur la ligne de plantation et à enfouir ou à apporter au fond du trou de plantation et à recouvrir de terre (pas de contact direct des racines de la plante avec la matière organique) ;
- « **en production** » : fumure d'entretien : matière organique à épandre entre les lignes de plantation et à enfouir légèrement, par exemple par des passages de disques légers.

2.1.2.4 Fourrages

Les espèces et variétés fourragères cultivées sont sélectionnées pour leur haut potentiel de production. Elles sont donc exigeantes et nécessitent une fertilisation pour leur implantation, leur production et leur entretien. Les niveaux de fertilisation dépendent du sol, du type de prairie (espèces

et variétés), de la saison, des exportations selon le mode d'exploitation et le niveau de production, des restitutions par les animaux (déjections), du lessivage par les pluies, etc. Les pratiques de fertilisation des prairies doivent s'adapter aux rythmes biologiques des plantes cultivées pour que le niveau de production fourragère varie le moins possible dans le temps. Adapter la fertilisation à la saison, c'est ajuster la production d'herbe à la consommation du troupeau.

Il n'y a pas de calendrier de fertilisation « type » car les situations géographiques et climatiques sont multiples. De plus, chaque exploitation a ses objectifs de production : c'est la demande du troupeau qui détermine la quantité de fourrage à produire. Les dates d'apports d'engrais sont donc choisies en fonction des fluctuations climatiques saisonnières et des besoins fourragers. Une seule constante : les repousses doivent être fertilisées après chaque exploitation de l'herbe. L'apport de fertilisant (organique ou minéral) doit se faire dans les jours qui suivent la coupe ou la sortie des animaux, pour favoriser la croissance de l'herbe.



Élevage bovin sur prairie

© Chak. Saïfeu/Mi'n'agri.fr

Le pic de production de saison des pluies, moins important, se décale vers la fin de saison grâce à une fertilisation moins riche en azote, à l'ensilage des excédents et des pluies tardives favorisant cette tendance. On observe que des apports fractionnés d'engrais assurent le maintien d'une production herbagère suffisante en saison fraîche habituellement déficitaire en fourrage.

En saison des pluies, des engrais faiblement dosés en azote, visant à limiter les excédents de fourrage tout en alimentant le sol en phosphore et en potassium selon les besoins exprimés par les diagnostics, conduisent à la diminution des écarts aux références souhaitables : moins d'excès et de carences, baisse des variabilités saisonnières et interexploitations. En saison fraîche, la stimulation de la pousse de l'herbe, ralentie par les conditions hivernales avec des engrais plus fortement dosés en azote est atteinte.

L'utilisation de formulations mieux adaptées à des doses plus raisonnées se retrouve dans l'évolution des indices de nutrition des prairies. Les niveaux azotés des parcelles sont toujours moins

élevés en saison des pluies, à l'inverse des rendements en herbe. En saison fraîche les indices de nutrition progressent et permettent la production fourragère nécessaire à l'alimentation du troupeau et au maintien de la qualité de l'herbe et de la composition floristique de la prairie. La forte variabilité des niveaux de nutrition en potassium tend à se réduire et la majorité des indices se situe désormais dans une gamme plus restreinte, excès et carences devenant moins prononcés. Bien que plus lente, la levée des phénomènes de blocage du phosphore dans les andosols devant être envisagée sur le long terme, une nette amélioration des indices de nutrition en phosphore se manifeste en saison fraîche, par la quasi-disparition des fortes carences observées les années précédentes. Compte tenu de l'insuffisance d'entretien calco-magnésien, on assiste à une acidification progressive, plus ou moins marquée, des sols. Ces résultats, qui s'opposent à l'optimisation des pratiques de fertilisation, montrent que l'acidité des sols demeure l'un des principaux facteurs limitant la culture fourragère dans « les Hauts » de La Réunion.



Prairie de fauche

Il faut prendre en compte la valorisation des effluents d'élevages pour intégrer les engrais de ferme au plan de fertilisation mis en place avec les éleveurs, le but étant de les valoriser au mieux en les substituant autant que possible, aux engrais minéraux. Le remplacement de la fertilisation minérale par un amendement organique (composté ou pas) dans une proportion de 50 % vise à préserver la qualité de l'eau sur certains territoires sensibles au lessivage de l'azote, notamment sur les zones d'alimentation de captage d'eau potable, en diminuant d'au moins de moitié la fertilisation minérale, facilement lessivable, et en ajustant les apports organiques, plus stables, en fonction de leur valeur fertilisante et des besoins de la culture. L'apport de compost ou de toute autre matière organique de « qualité » éligible sur la base des informations fournies par analyse du sol en remplacement de la fertilisation minérale

présente des avantages indéniables. La teneur en matière organique d'un sol conditionne la qualité du complexe argilo-humique. Son augmentation entraîne une amélioration de la stabilité structurale (enjeu érosion hydrique et éolienne) et une augmentation de la capacité d'échange cationique qui se traduit par un meilleur stockage des éléments minéraux nutritifs. Il doit ainsi être mobilisé sur les zones d'action prioritaire identifiées pour leur risque de pollution des eaux par l'azote ainsi que dans les zones érosives.

2.1.2.5 Cas de la canne à sucre

Parmi les principaux éléments qui servent à définir une fertilisation, citons les besoins de la culture, les exportations et surtout les essais de courbe de réponse aux éléments dans différentes conditions.



Tiges de canne à sucre

© D. Zibéfin, DAAF

Mobilisations totales en N P K par la canne à sucre

Mobilisations d'éléments minéraux selon les différentes compartimentations de la biomasse à la récolte pour 100 tonnes de canne propre livrées à l'usine (soit 118 tonnes de canne au champ en considérant 15 % de perte à la coupe)

	Teneur en % MS			Matière sèche (MS)	Quantités mobilisées (en Kg)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MS en t/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
tige canne	0,25	0,18	0,75	32,6	81,5	58,68	244,5
feuilles vertes	1,20	0,34	1,20	6,6	79,2	22,44	79,2
feuilles mortes	0,22	0,22	0,50	10	22,0	22,00	50,0
choux	0,88	0,41	1,50	6	52,8	24,60	90,0
TOTAL	---	---	---	55,2	235,5	127,72	463,7

Figure 2: Données pour 118 tonnes de canne propre au champ, R570 (CIRAD)

De ce résultat, nous pouvons tirer les exportations moyennes pour une tonne de canne usinable propre (sans feuilles et sans choux).

Une tonne de tige de canne propre (R 570) mobilise et exporte les éléments suivants :

0,81 kg de N – 0,59 kg de P₂O₅ – 2,44 kg K₂O

Remarque : ceci est valable pour des rendements proches de 100 t/ha récoltées, car les répartitions de biomasse ne sont pas linéaires en fonction de la biomasse totale produite.

Les restitutions au champ pendant le cycle et après la coupe de « non-tiges » seraient de

154 N – 69 P₂O₅ – 219 K₂O

auxquels il faudrait rajouter 18 tonnes de morceaux de canne restant au sol soit un total de :

168 N – 78 P₂O₅ – 255 K₂O

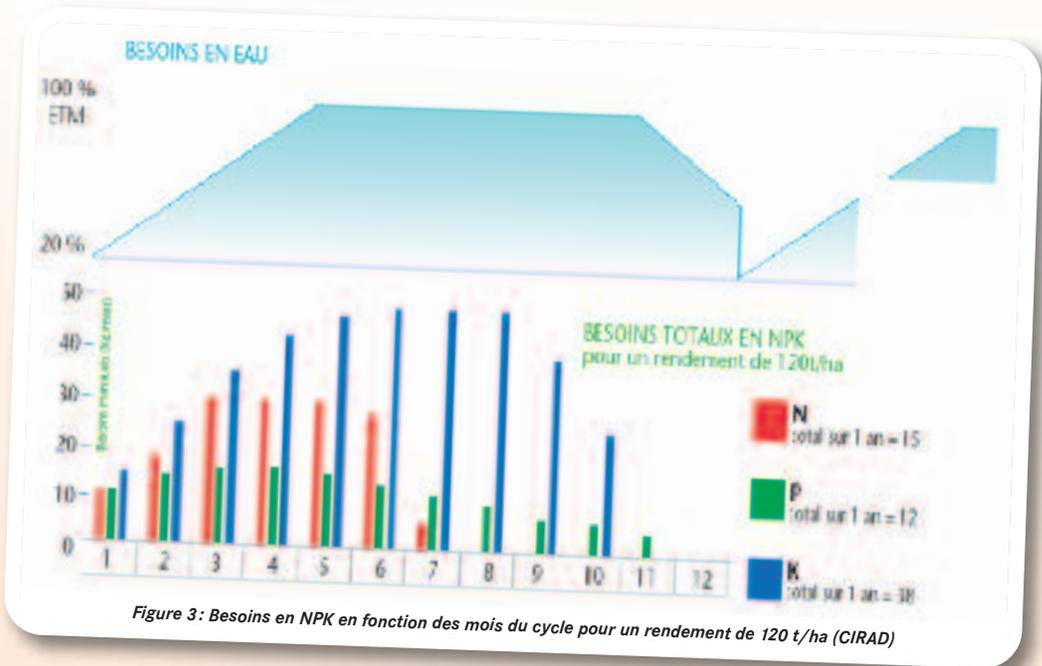
**Remarque : les données de teneurs moyennes en éléments utilisées sont issues d'une base de données dans laquelle les variations analytiques sont très importantes selon les essais et leur localisation.*

Nous avons choisi les valeurs de teneurs en éléments qui semblaient correspondre à une nutrition correcte de la canne.

Besoins de la canne pendant la croissance

Les besoins de la canne varient en fonction du cycle. Les besoins azotés sont forts en début, les besoins potassiques se situent plutôt en milieu de cycle et les besoins en P sont assez continus.

Contrôle de la nutrition pendant la croissance



Le diagnostic foliaire (DF) sur canne à sucre est opérationnel depuis 50 ans. Il a été mis au point à Maurice par P Halais. C'est un outil de contrôle de la nutrition de la culture pendant la croissance, très utilisé dans les complexes sucriers. Il est complémentaire de l'analyse du sol. Il est très utile pour réagir rapidement puisqu'il informe de la nutrition en éléments nutritifs de la canne en cours de levée entre le 4e et le 7e mois, en pleine croissance. Il en existe quelques variantes dont une méthode de calcul d'indices, en prenant en compte d'autres données. À La Réunion, les feuilles n° 3-4-5 sont prélevées et leurs tiers médian sont analysés au laboratoire pour leurs teneurs en N, P, K, Ca et Mg. Les teneurs obtenues sont comparées à une grille d'interprétation. Des corrections de fertilisation sont alors possibles en cours de cycle si le prélèvement est fait tôt et si les délais d'analyse sont rapides. Le plus souvent, les résultats sont difficilement exploitables l'année même, compte tenu des délais d'analyse. Si des carences sont observées une année, il convient de confirmer précocement le diagnostic l'année suivante, avant d'intervenir sur une éventuelle modification de la fertilisation. Les grands complexes sucriers sont équipés d'avion permettant des épandages rapides sur la canne déjà développée. Ici, nous sommes obligés d'intervenir en cours de cycle, soit avec

des appareils de type enjambeurs, soit à la main. Les apports complémentaires de N ne doivent pas dépasser 6-7 mois selon les cycles et le potassium 8 mois. Dans le cas contraire, les changements de type de fertilisation sont à programmer sur la repousse suivante.

2.1.2.5 Cultures horticoles

Les cultures horticoles constituent un domaine très vaste :

- La floriculture, avec les fleurs coupées, les potées fleuries, les plantes à massif, les potées vertes ;
- La pépinière, pour la production d'espèces ligneuses, arbres et arbustes ;
- La serriculture, avec la production floricole et de pépinière sous serre ;
- Le paysagisme, pour la création de jardins et de grands espaces ;
- L'horticulture maraîchère, pour la production de fruits et légumes ;
- L'arboriculture fruitière.

La conduite technique, dans laquelle les pratiques de fertilisation rentrent en compte, dépend de la destination finale de la plante produite.



Culture de roses

© Chéri.Saidou/Min.agric.fr

Il convient par ailleurs de préciser qu'au-delà de ces différentes catégories d'activités comprises dans le terme d'horticulture, on peut aussi distinguer les cultures selon leur support, puisqu'on peut produire dans des serres hors sol, en pleine terre sous serre, en plein champ, et même sur bâche en extérieur.

Les facteurs influençant l'assimilation des éléments minéraux par les racines

Cette partie est présentée ici, car la culture en pot/sachet, fréquente en horticulture, rend les

plantes particulièrement sensibles aux variations de ces facteurs, de par le plus faible pouvoir tampon généré par le contenant, de faible volume et fermé.

On distingue ainsi :

- **Les facteurs agronomiques**

L'humidité suffisante et relativement constante permet la solubilisation des éléments minéraux, et donc leur absorption par la plante. En excès, elle provoque le lessivage et la perte d'éléments minéraux, et peut également asphyxier les racines.

L'oxygénation du substrat est également essentielle, pour permettre la respiration racinaire nécessaire au mécanisme d'absorption.

La salinité du substrat, favorisée par les sécheresses, doit être maintenue à un niveau acceptable. Trop importante, elle limite l'absorption de l'eau et des éléments minéraux; trop faible, elle génère des carences impactant les rendements et la qualité de la production.

Le pH doit être maintenu à une valeur proche de 5,8, propice à l'assimilabilité de la majorité des éléments minéraux. La culture en pot, où le pouvoir tampon du substrat est plus limité qu'en plein sol, est plus sujette aux variations de pH pouvant largement limiter l'absorption des minéraux.

Enfin, *l'équilibre ionique* entre certains ions doit être maintenu, afin de limiter les phénomènes d'antagonisme entre ions (ex. : Ca^{++} inhibe l'absorption de K^+ et Mg^{++}).

• Facteurs climatiques

On retiendra que des conditions de lumière, de température de l'air et d'hygrométrie (le tout constituant le climat ambiant) maintenues à leur niveau optimal favoriseront l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par les racines, notamment en favorisant l'évapotranspiration; elles sont également nécessaires à un bon métabolisme global de la plante.

Dans le cas des cultures hors sol, la bonne croissance de la plante est encore plus dépendante des conditions environnantes qu'en plein sol. On retiendra notamment que la température du substrat joue également un rôle non négligeable sur l'absorption des éléments minéraux, et donc sur l'efficacité de la fertilisation: une température excessive (supérieure à 25°C), même pour les plantes tropicales, inhibe le phénomène d'absorption racinaire.

L'application d'un paillis de surface pourra par exemple être utile pour limiter l'élévation de température du substrat d'un pot exposé en plein soleil.

Plus la température est élevée, moins l'oxygène est disponible, d'où une limitation de la respiration racinaire et donc de l'activité. Il est à noter qu'un renouvellement fréquent de la solution du sol permet d'apporter de l'eau et de rafraîchir le substrat. Cependant, on observera une perte en éléments minéraux (effet de « chasse »). Attention à ne pas utiliser l'eau directement sortie d'un réseau d'irrigation resté au soleil.

Méthodes d'évaluation des besoins des plants horticoles

• La théorie

Les besoins en éléments minéraux des plants varient en fonction du stade de croissance.

Il existe plusieurs méthodes calendaires de fertilisation, en fonction du type de production. Pour les potées fleuries, la fertilisation varie 2-3 fois en cours de culture, selon les objectifs du stade de culture: végétation, induction florale et floraison/vente. Dans le cas des plantes vertes, les apports sont plus réguliers, pour l'objectif uniquement végétatif. Enfin, pour les fleurs coupées produites hors sol, on a un équilibre pour la culture du début à la fin. L'utilisation de certains mélanges fertilisants (et de certains substrats complémentés) va favoriser l'enracinement, le développement du feuillage ou la floraison/fructification.

• La pratique

Méthodes d'observation

L'observation visuelle du développement de la plante donne de précieuses informations sur la conduite de la culture, et notamment, sur la qualité de la fertilisation: couleur des feuilles, des fleurs, solidité de la charpente, taille de l'entre-nœud, forme et taille des feuilles/fleurs. Vous pouvez obtenir des informations sur les effets de carence ou d'excès en éléments minéraux dans *Techniques horticoles* de P. Gautreau et A. Mâchefer (cf. *Bibliographie*).

Attention, d'autres facteurs entrent en compte dans le développement de la plante, et peuvent influencer sur ces observations. Ils doivent être considérés par ailleurs: l'alimentation en eau, la qualité et la quantité de lumière, l'utilisation d'hormones, la salinité du substrat, sa porosité, la pression parasitaire, l'antagonisme possible entre les éléments apportés, etc.

La culture en pot/sachet/support inerte (laine de verre, perlite) est particulière. En effet, on n'aura pas dans ces supports l'effet tampon d'un sol. Toute modification du substrat ou du milieu (changement dans les apports en eau, dans la fertilisation, de la température du sol, etc.) aura des conséquences plus marquées et plus rapides que dans une culture de plein sol. La conduite de la fertilisation hors sol demande donc encore plus de technicité et d'attention pour l'obtention de bons résultats de production. D'autres méthodes permettent également d'évaluer la présence et la disponibilité des éléments minéraux dans le substrat:



Orchidées en pots

L'étude de la conductivité du substrat

Sur des plantes en pots, fleurs coupées hors sol, plantes molles, plantes vertes, ou encore plantes lignifiées, on fait les mêmes contrôles qu'en productions maraîchères hors sol : suivi du contenu et de la conductivité des eaux de drainage, en s'appuyant sur des mesures régulières de conductivité et de salinité réalisées avec un appareillage adéquat (conductivimètre). On s'appuiera également sur la classification de Penningfeld, qui classe les plantes en fonction de leur résistance à la salinité et de leurs besoins en minéraux, et sur les connaissances théoriques concernant les besoins de la plante. Méthode d'étude la plus courante : on draine à l'excès avec une eau claire un échantillon de

pots ou autres contenants, et on étudie la conductivité des eaux excédentaires à la sortie du pot. L'étude de cette fraction donne une idée assez fiable de la teneur en sels et en minéraux de l'eau libre dans le sol qui constitue la fraction disponible pour l'absorption par les plantes.

Méthodes complémentaires :

Enfin, en pleine terre, on réalise si possible des analyses du sol fréquentes, afin d'évaluer la présence et la disponibilité des éléments minéraux. Pour les cultures hors sol, on est capable d'estimer les besoins théoriques de la plante grâce à la bibliographie existante. Le choix du substrat et des préparations fertilisantes interviendra à la suite de ces évaluations.

2.2 CHOIX DES AMENDEMENTS ET ENGRAIS

LE PLAN DE FERTILISATION

Un plan de fertilisation ou plan de fumure est un document technique prévisionnel des besoins quantitatifs et qualitatifs en fertilisants, en vue de réaliser l'objectif de production de l'agriculteur. Il doit être réalisé à partir de l'analyse de sol.

Le plan de fumure est établi annuellement, pour chaque parcelle ou îlot cultivé, et pour l'ensemble de celles-ci. Il est le résultat d'un compromis entre les contraintes techniques (manutention, stockage, matériel d'épandage...) et économiques (temps de travail, approvisionnement, coût...). La nature, les doses et les dates d'apport sont fixées pour chaque parcelle et les quantités de matière(s) organique(s) et d'engrais à apporter sont connues pour l'ensemble de l'exploitation.

À La Réunion, les données scientifiques sur la migration, le comportement général, des matières organiques sont mal connues. La prise en compte des arrières effets de la fertilisation est donc difficile.

En conclusion : *Le plan de fumure reste un outil d'optimisation de la production basé sur le recensement d'informations de l'exploitation et un questionnement sur la conduite générale de la fertilisation à venir. Malgré le manque de connaissance évoqué ci-dessus, il reste un outil de raisonnement de la fertilisation applicable à La Réunion.*

Choisir les matières fertilisantes et calculer le volume à apporter nécessite de la part de l'agriculteur une tenue stricte de l'historique de ses parcelles. L'instrument pour ce faire est le cahier d'enregistrement.

En cours d'année, le suivi de la fertilisation des cultures est réalisé à l'aide du cahier d'épandage (cf. 5.3.2) obligatoire pour une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE), du registre des matières organiques, obligatoire dans le cadre des Bonnes Conditions Agro-Environnementales (BCAE), ou d'un autre mode d'enregistrement.

Le raisonnement général de la fertilisation d'une culture intègre :

Les corrections de fond : apport d'amendements minéraux (cendres, amendements calco-magné-

siens, engrais phosphatés), qui permettent de corriger, si nécessaire, le pH et la fertilité du sol.

La fertilisation d'entretien de la culture, avec :

- Les apports organiques, qui ont un effet amendant et/ou engrais ;
- Le complément minéral, qui permet de couvrir les besoins de la plante en éléments fertilisants selon le principe des avances sur cultures.

La quantité de matière fertilisante à apporter résulte d'un raisonnement agronomique de la fertilisation établie à partir des données suivantes :

- Un diagnostic ou bilan cultural ;
- Un objectif cultural ;
- Une bonne connaissance des produits utilisés (organiques et/ou minéraux) ;
- Une parfaite maîtrise de l'épandage.

2.2.1 MATIÈRES ORGANIQUES

2.2.1.1 Classification des différentes matières organiques

Selon son origine

- Agricole : fumiers, lisiers, fientes, composts, etc. ;
- Urbaine : boues d'épuration, composts de déchets verts, broyats de végétaux (BRF) ;
- Agroalimentaire : écume de sucrerie, cendres, vinasse de distillerie.

Selon certaines propriétés agronomiques

- Composition organique et minérale (teneurs en N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg...);
- Teneur en matière sèche, qui conditionne l'état liquide, pâteux ou solide. Ce critère influence fortement la richesse en éléments minéraux d'une matière organique (ex. : plus une matière organique donnée est sèche, plus elle sera concentrée en éléments minéraux).

Selon ses effets

• Effet « engrais » (ex. : lisiers, fientes, boues...)

Effets recherchés :

- Agit comme un engrais ;
- Éléments nutritifs rapidement disponibles pour les cultures ;
- Effet fertilisant calculé à partir du coefficient d'équivalence engrais (CE) correspondant à chaque élément fertilisant (N, P₂O₅, K₂O).

• Effet amendant [ex. : composts, fumiers (bovin, caprin...)]

Effets recherchés :

- Permet la formation d'humus stable ;
- Améliore l'état physique du sol (ex. : meilleure pénétration des racines dans le sol, meilleure circulation de l'air et de l'eau), formation et entretien du complexe argilo-humique ;
- Permet une plus grande activité biologique dans le sol (présence de vers de terre...);
- Peut atténuer l'effet négatif d'un travail intensif du sol (accélération de la minéralisation de la matière organique du sol et dégradation de sa structure), comme c'est parfois le cas en maraîchage.

Interprétation des effets										
catégorie	effet engrais	effet amendant	Effet fertilisant en kg pour 1 000 kg de produit brut			Teneur en MS	Effet amendant			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		C/N	MO	Σ 2 classes	conversion en 5 classes
1 étoile	faible, pauvre	très faible	< 1	< 2,5	< 3	0 - < 150	< 5	< 100	< 4	1
2 étoiles	moyen	faible	1 - < 3	2,5 - < 4	3 - < 7	150 - < 300	5 - < 10	100 - < 200	5	2
3 étoiles	riche, important	moyen	3 - < 6	4 - < 5,5	7 - < 10	300 - < 450	10 - < 15	200 - < 300	6	3
4 étoiles	très riche, très important	important	≥ 6	≥ 5,5	≥ 10	≥ 450	15 - < 20	300 - < 400	7	4
5 étoiles	très important	très important	—	—	—	—	≥ 20	≥ 400	8	5

Figure 4: Intérêt agronomique de 26 matières organiques produites à La Réunion (CIRAD/CA) (Ci-dessus et ci-contre)

Matière organique	Teneur en matières sèches	Estimation effet fertilisant			Estimation effet amendant organique	Intérêt agronomique principal	Décret épandage de boue, normes NFU 44-051, NFU 44-095 et NFU 42-001
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
Compost de fumier de bovin sur support cellulosique	••	•••	•••	••••	••••	Riche en K, moyen en N et P, effet amendant moyen	Amendement organique NF U 44-051
Compost de fumier de poule pondeuse	••••	••••	••••	••••	••••	Très riche en P et K, riche en N, effet amendant important	Amendement organique NF U 44-051
Compost de fumier de poulet de chair	••••	••••	••••	••••	••••	Très riche en N, P et K, effet amendant très important	Amendement organique NF U 44-051
Compost de fumier de poulet de chair et de lisier de porc	••	••	••••	•••	••••	Très riche en P, riche en K, moyen en N, effet amendant important	Amendement organique NF U 44-051
Compost de géranium	••	••	•	•••	••	Riche en K, moyen en N, effet amendant faible	Amendement organique NF U 44-051
Compost de lisier de porc et de bagasse	••	•	•••	•	•••	Riche en P, effet amendant moyen	
Fiente de poule pondeuse	••••	••••	••••	••••	•	Très riche en N, P et K, effet amendant très faible	Engrais organique NF U 42-001
Fumier de bovin	••	••	••	•••	•••	Riche en K, moyen en N et P, effet amendant moyen	Amendement organique NF U 44-051
Fumier de caprin	••	••	••	••••	••	Très riche en K, moyen en N et P, effet amendant faible	Amendement organique NF U 44-051
Fumier de cheval	••	••	••	•	••••	Moyen en N et P, effet amendant très important	Amendement organique NF U 44-051
Fumier de lapin	••	•	••	••	•••	Moyen en P et K, effet amendant moyen	
Fumier de mouton	••	••	•••	••••	•••	Très riche en K, riche en P, moyen en N, effet amendant moyen	Amendement organique NF U 44-051
Fumier de poule pondeuse	•••	••••	••••	••••	••••	Très riche en N, P et K, effet amendant très important	Amendement organique NF U 44-051
Fumier de poulet de chair	•••	••••	••••	••••	••••	Très riche en N, P et K, effet amendant très important	Amendement organique NF U 44-051
Lisier de bovin	•	••	•	••	•	Moyen en N et K, engrais organique dilué, effet amendant très faible	
Lisier de lapin	•	•••	•••	••	••	Riche en N et P, moyen en K, effet amendant faible	
Lisier de porc	•	••	•	••	•	Moyen en N et K, effet amendant très faible	
Lisier de poule pondeuse	•	••••	••	••	•	Très riche en N, moyen en P et K, effet amendant très faible	
Écume de sucrerie	••	•	••••	•	••••	Très riche en P, effet amendant très important	
Vinasse de distillerie	•	•	•	••••	•	Très riche en K, effet amendant très faible	
Boue d'épuration liquide	•	•••	•	•	•	Riche en N, effet amendant très faible	décret épandage boue épuration en agriculture
Boue d'épuration pâteuse	•	•••	••	•	•	Riche en N, moyen en P, effet amendant très faible	décret épandage boue épuration en agriculture
Boue d'épuration solide	•••	••••	••••	•	•••	Très riche en N et P, effet amendant moyen	décret épandage boue épuration en agriculture
Boue d'épuration solide-sèche	••••	••••	••••	•	••••	Très riche en N et P, effet amendant important	décret épandage boue épuration en agriculture
Compost de déchets verts	•••	•	•	••	••••	Moyen en K, effet amendant important	Amendement organique NF U 44-051
Compost de déchets verts et de boue d'épuration	••••	••	•••	•••	••••	Riche en P et K, moyen en N, effet amendant important	Compost contenant des MIATES NF U 44-095

Les classes ont été fixées afin d'assurer une bonne répartition des diverses matières organiques dans chacune d'elle, excepté pour le critère C/N. En effet, dans ce cas, les classes retenues correspondent à un effet agronomique. Par exemple :

- C/N < 5 effet essentiellement « engrais » ;
- C/N = 10 début d'immobilisation ;
- C/N ≥ 15 immobilisation confirmée.

L'effet amendant d'une matière organique a été déterminé à partir de deux critères : C/N estimé et teneur en matières organiques (MO). L'effet fertilisant en un élément (N, P₂O₅ ou K₂O) d'une matière organique correspond, dans ce tableau, à sa teneur totale en cet élément multipliée par son coefficient d'équivalent engrais. Le coefficient d'équivalence engrais d'une matière organique provient de sources bibliographiques, lorsqu'on ne dispose pas de données locales.

Cinq classes ont été créées pour le critère « effet amendant », alors que quatre ont suffi à une bonne répartition, dans le cas des autres critères :

teneur en matières sèches (MS), effet fertilisant en N, P₂O₅ et K₂O.

Les effets agronomiques des matières sont à relativiser en fonction de leur teneur en matière sèche. Par exemple, une matière organique à faible teneur en matière sèche, comme un lisier, aura un effet fertilisant faible puisque les éléments sont dilués dans une grande quantité d'eau. Il suffit alors, pour avoir un effet nutritif intéressant pour la culture, d'apporter des doses importantes de cette matière organique au champ (cf. 2.3).

Cet intérêt agronomique des matières organiques est donné à titre informatif et présente le mérite de « classer » les effets agronomiques de ces matières. Il est donné sans tenir compte d'arrière effets possibles des apports en question.

Toute autre information, telle qu'une analyse agronomique de la matière organique que l'on désire utiliser pour fertiliser une culture, doit évidemment être prise en compte dans le calcul de la fertilisation.



Mélange écume-cendre

2.2.1.2 Mise en place de la fertilisation mixte d'une culture

La fertilisation mixte est l'apport d'une fertilisation organique et d'un complément minéral, le tout satisfaisant l'ensemble des besoins nutritionnels de la culture.

Pour mettre une fertilisation mixte en place

- Réaliser régulièrement (par exemple à chaque plantation) une analyse de sol;
- Calculer les doses de matière organique et de complément minéral à apporter;
- Si possible, apporter des matières organiques exogènes régulièrement (apports fractionnés);
- Enfouir les amendements permet d'en retirer un maximum de bénéfices; si possible, préférer cette pratique à un épandage en surface;
- Si possible, mécanisation légère (éviter le sous-solage ou le labour trop profond).



Il est recommandé de fractionner des apports en matière organique, cela permet de limiter les phénomènes de lessivage [qui entraînent une perte économique (main-d'œuvre, gasoil et matière fertilisante) et des pollutions] et donc d'augmenter l'efficacité de l'apport de fertilisant.

2.2.1.3 Difficultés à surmonter

- Se familiariser avec le calcul de la fertilisation (calcul manuel, logiciel FERTI-RUN...);
- Trouver une matière organique, la transporter et l'épandre: moins facile qu'avec un engrais chimique (volume, texture...) et demande souvent un matériel spécifique;
- Consacrer plus de temps de travail à la fertilisation;
- Respecter une réglementation spécifique à l'épandage agricole;
- Maîtriser la variabilité de la qualité des produits (concentration en éléments minéraux).

2.2.1.4 Intérêts

- Faire des économies d'engrais: intéressant dans le contexte international où le prix des engrais a fortement augmenté ces dernières années et continuera sans doute à augmenter avec la disparition progressive des sources d'approvisionnement en P et K.
- Structurer le sol (effet amendant) et/ou le fertiliser (effet engrais)
- Favoriser son bon fonctionnement (biologique...)
- Pérenniser le potentiel cultural du sol
- Favoriser la filière locale, diminution du « coût carbone »



L'épandage des matières organiques est une solution efficace de recyclage et de valorisation des effluents d'élevages. Cette méthode limite également le recours aux engrais chimiques coûteux.

2.2.1.5 Risques liés aux matières organiques

Risques sanitaires

Les matières organiques brutes (non hygiénisées), d'origine animale ou humaine peuvent contenir des micro-organismes pathogènes. Les risques sanitaires sont les risques de contamination des populations humaines, des animaux, de l'eau et de l'environnement en général, par ces micro-organismes (s'ils sont présents). Un compostage correctement réalisé avec une montée en température à plus de 60 °C permet de limiter ce risque de contamination. De plus, le respect de la réglementation concernant les distances d'épandage vis-à-vis des points d'eau minimise les risques de pollution des milieux aquatiques.

Pollution de l'environnement

- Elle provient d'éléments qui peuvent être contenus dans les matières organiques: nitrates, phosphates, éléments traces métalliques (ETM), composés traces organiques (CTO), etc.;

- Les contaminations peuvent apparaître en cas de pratiques inadaptées de fertilisation organique : **surdosage, répartition irrégulière sur la parcelle**, teneur élevée en certains éléments des matières organiques épandues, non-enfouissement de matières à risque;
- Types de pollutions : ponctuelle (ex. : fuite d'effluent à partir d'un bâtiment d'élevage...), diffuse (ex. : provoquée par l'épandage, le ruissellement, le lessivage);
- Impact potentiel sur l'air, l'eau (captages, forages, lagon...) et le sol;
- Nuisances olfactives, odeurs souvent désagréables et tenaces portées loin par le vent.



Des apports trop souvent répétés d'un type de matière organique inapproprié, par rapport au type de matière organique du sol (par exemple : rapport C/N différent), peuvent avoir des conséquences négatives importantes, sur la fertilité des sols, à moyen terme.

Modes de réduction des risques

L'agriculteur qui produit et/ou utilise une matière organique doit prendre des précautions pour réduire au maximum les risques sanitaires et environnementaux. Il doit connaître la composition de cette matière organique pour garantir les meilleures conditions d'utilisation sur les plans réglementaires et agronomiques. (cf. : )

2.2.1.6 Critères de choix des matières organiques

Une matière organique sera retenue pour la fertilisation mixte d'une culture, en fonction de critères tels que :

- Caractéristiques agronomiques du sol sur lequel est implantée la culture, corrections à y apporter. Selon le type de matière organique du sol, choisir le type de matière organique exogène le plus approprié à apporter : à action rapide ou à action lente avec un fort effet amendement ;

- Type de culture et ses besoins en éléments nutritifs;
- Pour la matière organique :
 - Origine
 - Disponibilité
 - Homogénéité des produits à épandre
 - Consistance
 - Condition de stockage et stabilité
 - Mode et vitesse d'action
 - Types d'éléments fertilisants disponibles
 - Mode d'épandage
 - Coûts d'achat et de transport (épandre la matière organique le plus près possible du lieu de production, sauf cas exceptionnels)
- Disponibilité en matériel d'épandage adapté;
- Législation en vigueur;
- Impact sur l'environnement et risque sanitaire.

Classe de pente (p)	Matières organiques pouvant être épandues
p < 7 %	Tous types
7 < p < 20 %	Produits solides*
20 < p < 40 %	Produits normalisés homologués
p > 40 %	Aucun

* : Fumiers et composts

Figure 5 : Épandage des matières organiques en fonction des pentes (CIRAD/CA)



Le respect de la réglementation sur le stockage, l'épandage, la normalisation ou l'homologation des produits, permet de minimiser les risques de pollution et les risques sanitaires, qui deviennent alors négligeables (Pour les effluents d'élevage, cf. chapitre 5).

2.2.1.7 Gestion des matières organiques sur l'île de La Réunion

État des lieux et problématiques actuelles

Au fil des années, à La Réunion, on observe une augmentation des gisements de matières organiques, tant au niveau agricole (qui est largement majoritaire) qu'urbain (qui va fortement augmenter).

En observant les gisements de matières organiques et les lieux potentiels de valorisation agromonomique, on constate souvent une déconnexion entre les producteurs et les utilisateurs. Parfois, pour des matières organiques produites dans une même zone, il y a une forte concurrence pour trouver des surfaces d'épandage. Ainsi, il devient nécessaire de gérer les matières organiques à l'échelle du territoire à l'aide d'outils comme le plan d'épandage (cf. 5.3.2).

Ceci est une nécessité pour :

- La profession agricole (contrainte de production pour les éleveurs) ;
- Les autres producteurs de matières organiques (communes, communautés d'agglomération, industries agroalimentaires) ;
- Les utilisateurs (agriculteurs) ;
- L'environnement.

Pour toute information complémentaire sur la valorisation des matières organiques, pour des conseils techniques ou encore pour connaître toute l'actualité dans ce domaine, contactez la Mission de Valorisation Agricole des Déchets (MVAD) ou les coopératives agricoles (FRCA). Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

2.2.2 MATIÈRES MINÉRALES

2.2.2.1 Présentation et choix des matières minérales

Les principaux éléments nutritifs dont les cultures ont besoin sont : N, P, K, Ca, Mg, S et Si. Les engrais minéraux commerciaux présentent des teneurs en N-P-K garanties par la réglementation. Cette teneur exprime, en kilogramme, la teneur en éléments N, P₂O₅, K₂O pour 100 kg de fertilisant. Un kilogramme d'élément fertilisant étant

considéré comme une unité fertilisante, le mode de calcul de la dose d'engrais à apporter à l'hectare est le suivant.

$$Q = (U/d) \times 100$$

Q = dose d'engrais à épandre par hectare

U = besoin de la culture en élément fertilisant par hectare

d = teneur en élément nutritif de l'engrais

Par exemple, pour U = 120 unités d'azote/ha ; d'un ammonitrate titrant à 33,5 % de N (33,5 kg d'azote pour 100 kg de produit), Q = (120/33,5) x 100 = 358 kg/ha d'ammonitrate N

2.2.2.2 Les principales formes d'engrais minéraux

Les formulations d'engrais minéraux disponibles pour les agriculteurs apportent l'azote (N), le phosphore (P₂O₅) et le potassium (K₂O), soit sous forme d'engrais :

- Simples qui ne contiennent qu'un élément N, P ou K ;
- Composés binaires (deux éléments) : NP, NK ou PK ;
- Ternaires (trois éléments NPK associés). Les ternaires NPK peuvent être du « bulk », mélanges d'engrais simples ou de binaires. Ils sont alors composés de différentes natures de granulés, ce qui implique des risques de mauvais mélanges (granulés de densités différentes) ou de non-compatibilité (P-supertriple et urée). Les ternaires peuvent aussi être formulés par de l'engrais complexe, et dans ce cas, tous les granulés sont identiques : chacun comporte la même quantité de NPK. Ils sont généralement plus chers, mais ne comportent pas de risques d'utilisation. (cf. [figure 6 page suivante](#))

Des engrais binaires et ternaires sont également disponibles. Le choix de la forme d'engrais azoté dépend du milieu, de la plante, etc.

Pour l'azote, les nitrates agissent vite, l'urée résiste mieux au lessivage et a un petit effet retard. Les ammoniaco-nitriques réalisent un compromis. En général, il y a peu de différences d'efficacité entre ces engrais. Le prix de l'unité fertilisante N est déterminant dans le choix.

Il existe aussi des urées retard enrobées, plus chères, qui libèrent l'azote entre 3 et 6 mois selon la qualité de l'enrobage et qui peuvent être utilisées sur des plantes à cycle long comme la canne.

Engrais simples	Appellation	Teneur (%)	Forme de l'élément principal	Teneur (%)	Forme d'un autre élément
azotés	Ammonitrates	26	NO_3^- et NH_4^+		
	urée	46	NH_4^+		
	Sulfate d'ammoniaque (SO_3)	21	NH_4^+		
phosphatés	Superphosphate triple (TSP)	46	Phosphore		
	Di-amonium phosphate (DAP)	18	NH_4^+	50	Phosphore
potassiques	Chlorure de potassium granulé	60	K^+		
	Sulfate de potassium simple SOP granulés	50	K^+	43	SO_3

Figure 6 : Principaux engrais disponibles à La Réunion (sous réserve de modifications des formulations disponibles) (CIRAD)

Pour les phosphates, on peut utiliser deux formes :

- Les P insolubles et hyposolubles (phosphates thermiques, P naturel) pour les fumures de sol acide, pour les fumures de fond, pour les plantes à cycle long ;
- Les P solubles (TSP, DAP) pour les plantes à cycle court.

L'alternance des formes d'engrais phosphatés est une chose très recommandable pour un sol.

Les engrais « canne à sucre »

- Pour la plantation et le redressement : 0-23-30
- Pour l'entretien : 13-8-24 NPK, 16-10-26 complexe TIMAC, 18-7-30 HDLG
- Pour la fertirrigation : 20-0-34

Les engrais « prairie » proposés pour l'entretien sont : 30-10-10 et 10-20-20.

Les engrais « maraîchage », à utiliser à la mise en place de la culture sont : 10-12-30 Sk Supermaraîchage et 15-5-30 Sk.

2.2.2.3 Accessibilité aux matières fertilisantes pour les plantes

Les engrais azotés

Les engrais azotés, qu'ils soient sous forme nitrrique ou ammoniacale, sont intégrés dans les cycles d'organisation/minéralisation de l'azote du sol sous forme organique. Seule, une petite partie de l'azote des engrais est directement absorbée par la plante (au mieux, de l'ordre de 35 %). Une autre partie est réorganisée au sein de la MO et une dernière petite partie est perdue. Même dans les cultures fortement fertilisées, une partie importante de l'azote absorbé par les plantes provient de la minéralisation de l'azote organique du sol. Dans les terres cultivées depuis longtemps et régulièrement fertilisées, c'est souvent l'azote qui est le principal facteur limitant de la croissance des cultures. La production dépend alors directement des apports d'azote sous forme d'engrais minéral ou organique.

Les apports de phosphate

Les apports d'engrais ont pour objectif de maintenir, dans le sol, un stock de phosphate sous une forme assimilable, suffisant pour les besoins de la culture. En effet, le phosphore prélevé par la plante provient essentiellement de complexes formés dans le sol. Dans les sols à fort pouvoir fixateur du phosphore, une partie importante du P apporté est inclus dans des complexes avec des métaux (Al, Fe) et devient alors, en partie, inutilisable pour la plante. À La Réunion, le CIRAD conseille donc de multiplier les besoins des cultures en phosphore par 1,2 dans les sols peu fixateurs des Bas, et par 2 dans les andosols des Hauts de l'île (cf. *paragraphe sur le calcul de la fertilisation*). Dans le détail, il existe de grosses différences de sensibilité au phosphore entre les plantes : les plantes maraîchères présentant de faibles systèmes racinaires sont les plus exigeantes. Les plantes pérennes sont plus rustiques. Cependant, la mycorrhization des racines de certaines plantes (ex. : les alliées) participe fortement à la nutrition en P de la plante par l'extraction de formes de phosphore fortement complexées du sol.

L'apport de potassium

Les sels de potassium sont très solubles. Les ions K^+ sont adsorbés sur le complexe d'échange du sol, d'où ils peuvent facilement s'échanger pour maintenir à peu près constante la concentration

de la solution du sol, à partir de laquelle les plantes se nourrissent. Mais, le potassium étant peu retenu dans les sols réunionnais, il est donc conseillé de n'apporter que le strict nécessaire.

Les autres éléments

Les plantes ont besoin de quinze autres éléments minéraux pour pouvoir se développer normalement. Ce sont les éléments secondaires et les oligo-éléments. Comme les quantités prélevées sont faibles voire très faibles, il n'y a souvent pas besoin d'apports extérieurs. Dans des cas de carences en certains éléments, on est obligé de les apporter sous forme de sels (carbonates, chlorures, sulfates) en faible quantité (souvent par pulvérisation foliaire d'éléments complexés avec l'EDTA). L'apport de cocktail d'oligo-éléments ne résout généralement pas le cas de carence mais permet une bonne nutrition de la plante.

2.3 CALCUL DE FERTILISATION

Afin d'optimiser les pratiques de fertilisation des parcelles et réduire au maximum les sources de contamination de l'environnement (sol et eau), l'agriculteur doit calculer la dose de matière organique et de complément minéral à apporter à sa culture, et ceci de manière précise.

L'analyse de sol est incontournable pour cet exercice de même que la bonne connaissance chimique de la matière organique à utiliser.

La dose à apporter dépend :

- Des caractéristiques et du rendement escompté de la culture ;
- Du type de sol sur lequel elle est implantée ;
- Des caractéristiques de la matière organique utilisée.

À La Réunion, les arrières effets des fertilisations organiques utilisées antérieurement ne sont pas comptabilisés dans les calculs, contrairement à ce qui se fait en métropole. Leur prise en compte demanderait de connaître les antécédents culturaux, les conditions de culture, ainsi que les caractéristiques sur le comportement des matières organiques dans les sols, données qui ne sont pas bien connues à ce jour.

2.3.1 ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE

2.3.1.1 Besoins de la culture en éléments nutritifs

Les besoins en éléments nutritifs des fruits, légumes et des fourrages tempérés sont présentés en annexe du « manuel de l'utilisateur » de Ferti-Run 2008 (http://www.mvad-reunion.org/FCKeditorFiles/File/ferti-run/Manuel_FERTI-RUN_2008.pdf). Il s'agit d'une fertilisation moyenne d'entretien, basée sur le principe des avances et des restitutions. Ces préconisations de fertilisation sont issues des différents guides techniques disponibles à La Réunion (*Dossiers technico-économiques de la Chambre d'Agriculture, Guide de la fertilisation organique à La Réunion...*). Les besoins d'une culture sont ajustables en fonction des résultats de l'analyse de sol effectuée sur la parcelle à fertiliser ou de votre expertise.

Selon la culture, son niveau de rendement et le type de sol (fixateur ou non en phosphore), les besoins nutritifs en azote, phosphore et potassium (N, P₂O₅, K₂O) de la culture sont à calculer pour atteindre le rendement cultural espéré.

2.3.1.2 Caractéristiques de la matière organique

Teneur en éléments nutritifs de la matière organique

Elle est exprimée en N, P₂O₅ et K₂O, en % de la matière organique brute, prise à une humidité moyenne. Les teneurs moyennes en ces éléments, des principales matières organiques produites à La Réunion, sont reprises dans la figure. Si vous disposez d'une autre source de données, vous pouvez changer ces valeurs.

Coefficient d'équivalence engrais de la matière organique

C'est la fraction de l'élément N, P ou K de la matière organique qui réagit comme un engrais minéral, dans des conditions optimales de culture. Ce coefficient peut être extrêmement variable selon les cultures et les conditions d'application des matières organiques. Les valeurs reprises dans la figure 7 sont des coefficients moyens issus de la littérature. Si vous avez une autre source de données, vous pouvez changer ces valeurs. (cf. figure 7 ci-contre)

2.3.2 FERTILISATION MIXTE D'UNE CULTURE

2.3.2.1 Calcul de la fertilisation mixte d'une culture

Vous pouvez baser le calcul de fertilisation soit sur un des éléments N, P ou K, soit sur l'azote (N) uniquement, élément qui pose potentiellement le plus de problèmes de pollution. Dans le premier cas, prenez en compte la plus faible quantité de matière organique qui couvre les besoins de la culture en un de ces trois éléments. En d'autres termes, dès que le besoin de la culture est couvert en un élément, retenez la dose de matière organique qui permet de couvrir la fertilisation de la culture, afin de ne pas faire apparaître de surfertilisation dans l'un ou dans les deux éléments restants.

Le complément minéral à apporter à la culture correspond aux besoins de celle-ci moins les apports liés à la fertilisation organique.

L'apport de matière organique permet, dans tous les cas, de diminuer les doses d'engrais minéral à fournir à la culture. De plus, certaines d'entre elles (composts, fumiers...) ont un effet amendant important pour l'amélioration de la fertilité du sol.

2.3.2.2 Aide au calcul de la fertilisation mixte de cultures à La Réunion

Le logiciel FERTI – RUN – 2008

Afin de faciliter la pratique de la fertilisation organique des cultures, le CIRAD et la MVAD de la Chambre d'Agriculture proposent un logiciel de

Matières organiques	Teneur en azote total (kg N/t produit brut)	Moyenne CE-N	Teneur en phosphore total (kg P ₂ O ₅ /t produit brut)	Moyenne CE-P ₂ O ₅	Teneur en potassium total (kg K ₂ O/t produit brut)	Moyenne CE-K ₂ O
Boue d'épuration liquide	7,4	0,6	2,9	0,6	0,6	1
Boue d'épuration pâteuse	10,3	0,45	4,7	0,6	0,8	1
Boue d'épuration solide	24,8	0,45	18,8	0,6	2,1	1
Boue d'épuration solide-sèche	45,6	0,45	24,8	0,6	2,7	1
Compost de déchets verts	9,1	0,1	4,3	0,5	5,8	1
Compost de déchets verts et de boue d'épuration	14,4	0,15	9,5	0,5	7,9	1
Compost de fumier de bovin sur support cellulosique	7,6	0,15	3	1	7,3	1
Compost de fumier de poule pondeuse	13,2	0,4	25	0,65	14,7	1
Compost de fumier de poulet de chair	24,7	0,4	17,3	0,65	19	1
Compost de fumier de poulet de chair et de lisier de porc	7,7	0,15	13,2	0,65	7,9	1
Compost de géranium	9,2	0,15	1,8	0,5	8,6	1
Compost de lisier de porc et de bagasse	4,3	0,15	5	0,85	2,6	1
Écume de sucrerie	7,4	0,1	9,1	1	1,2	1
Fiente de poule pondeuse	30,6	0,6	24,5	0,65	21	1
Fumier de bovin	6,2	0,15	3,1	1	7,2	1
Fumier de caprin	9,1	0,20	3,1	1	13,9	1
Fumier de cheval	5,3	0,23	2,6	1	1,6	1
Fumier de lapin	4,8	0,2	2,7	1	3,2	1
Fumier de mouton	8,6	0,2	4	1	13,3	1
Fumier de poule pondeuse	12,4	0,6	20,4	0,65	10,8	1
Fumier de poulet de chair	22,5	0,5	20,1	0,65	18,8	1
Lisier de bovin	3,3	0,4	1,8	1	3,8	1
Lisier de lapin	6	0,55	4,4	1	4,9	1
Lisier de porc	3,5	0,4	2,3	0,85	3,4	1
Lisier de poule pondeuse	10,2	0,6	4,2	0,65	6,5	1
Vinasse de distillerie	2,6	0,2	0,7	1	16	1

Figure 7: teneurs totales et coefficients d'équivalence engrais en NPK de 26 matières organiques de La Réunion (CA-CIRAD-FRCA)

fertilisation mixte des cultures appelé FERTI-RUN 2008. Ce logiciel permet d'effectuer automatiquement des calculs de fertilisation organique et minérale pour un certain nombre de cultures. Les fertilisations d'entretien préconisées sont des apports en azote, phosphore et potassium, provenant d'une part, d'une matière organique et d'autre part des engrais minéraux, la totalité étant adaptée aux besoins de la culture. En revanche, Les fumures de correction ou de renfort, ainsi que le chaulage, ne sont pas pris en compte. Le type de sol a été pris en compte, de façon à majorer les apports en phosphore, pour tenir compte des fixations par le sol.

Logiciel disponible sur le site Internet : <http://www.mvad-reunion.org/-FERTI-RUN-2007->.

Fiches ARTAS

Il s'agit de fiches de calcul de la fertilisation mixte de la canne à sucre, en engrais de fond à la plantation et en entretien. Ces fiches permettent le calcul manuel de la fertilisation mixte de la canne à sucre, à la plantation et sur repousses.

Le nouveau logiciel du laboratoire du Cirad « SERDAF »

Ce logiciel est disponible en ligne sur le site Internet « <http://margouilla.net> » qui procure également un conseil de fertilisation mixte pour la canne à sucre.

Les besoins en fertilisation minérale pour la canne à sucre dépendent du rendement recherché de la culture et de la fertilité du sol.

Si le sol est bien équilibré, 800 kg/ha d'un engrais standard « canne à sucre » type 16-10-26 ou 16-7-28 permettent d'obtenir un rendement de 90 à 100 t/ha. La dose est proportionnelle au rendement recherché, qui sert de base de calcul.

Si le sol est déséquilibré en un ou plusieurs éléments, un rééquilibrage est possible par un choix d'engrais adaptés, qui rectifiera petit à petit les déséquilibres du sol.

Pour chaque zone climatique, on doit suivre une stratégie de fertilisation pour adapter les apports à la pluviométrie ou à la technique utilisée, afin d'optimiser l'efficacité des engrais épandus. Cela est d'autant plus nécessaire que l'on recherche des forts rendements avec des applications d'engrais importantes. Voici deux exemples d'adaptation de la fertilisation raisonnée pour de forts rendements, obtenus en culture irriguée et en culture ferti-irriguée en goutte à goutte. (cf. figure 8 ci-dessous)

Exemple de la fumure d'entretien en goutte à goutte sur canne à sucre (repousse)

Sur un sol de bonne fertilité, sans redressement conseillé, on doit apporter en fertilisation d'entretien chaque année sur les repousses, au minimum l'équivalent de 130 à 140 u d'azote, 80 u de phosphore et 250 u de potasse, pour un rendement prévisionnel de 140 t/ha.

Pour les parcelles conduites en goutte à goutte, on peut proposer un plan de fumure à base de matières premières (urée, MAP, MOP) ou bien avec de l'engrais 20-0-34 (+ MAP et MOP).

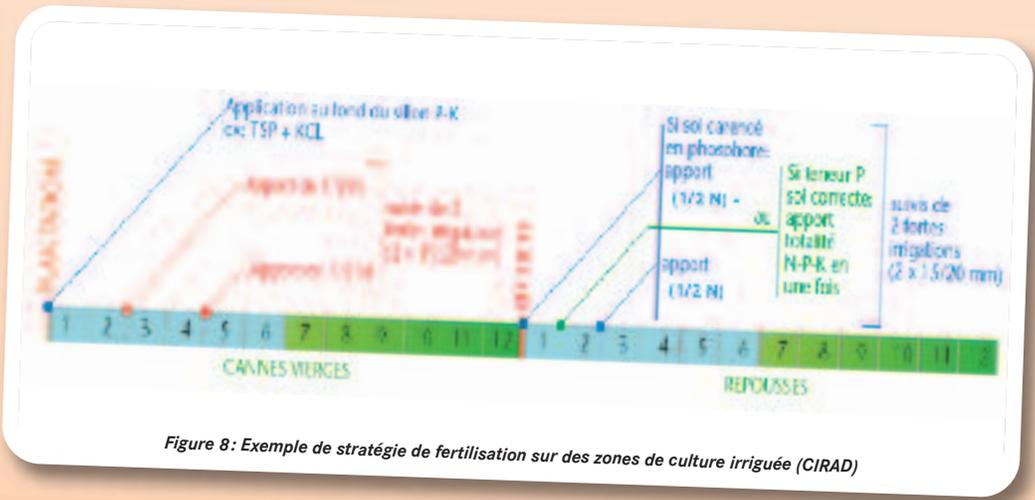


Figure 8 : Exemple de stratégie de fertilisation sur des zones de culture irriguée (CIRAD)

Exemple de plans de fertilisation en fonction du cycle de la canne :

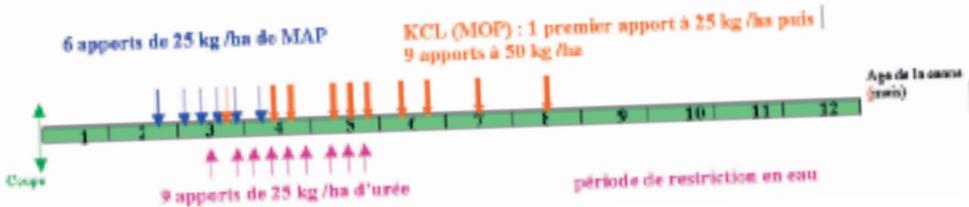


Figure 9: Plan de fertilisation n° 1 (CIRAD)

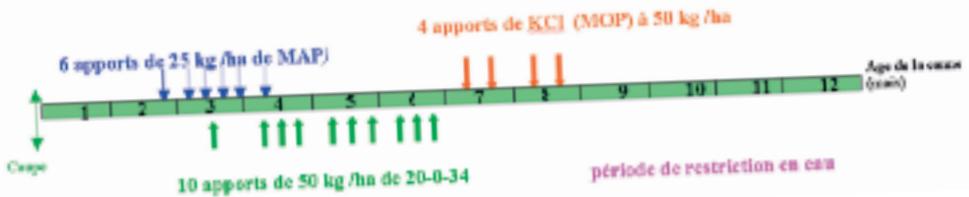


Figure 10: Plan de fertilisation n° 2 (CIRAD)

- Cas des arbres fruitiers: exemple du mangouier

Dans le cas des arbres fruitiers comme le mangouier (cf. *Guide de la production intégrée de la mangue à La Réunion*, Cirad – Chambre d'Agriculture, 2009), le niveau de fertilisation augmente régulièrement avec l'âge des arbres après la plantation jusqu'à 11 ans où elle se stabilise alors à

la dose d'entretien qui est fonction des exportations. Les doses sont données par arbre. Le principe est d'apporter l'azote en janvier après la récolte. De l'engrais NPK est apporté en juillet-août à la floraison. En octobre, à la nouaison, des apports de K complémentaires favorisent le taux de sucre dans les fruits.



Épandage de lisier sur pailles de cannes

© G. Bourgeois, CTCS

2.4 ÉPANDAGE

2.4.1 MATIÈRES ORGANIQUES

2.4.1.1 Réglementation sur l'identification des matières organiques

Du point de vue de la réglementation, une matière organique utilisable en agriculture a l'un des deux statuts suivants :

- Soit un **statut de déchet si la matière est brute**, c'est-à-dire qu'elle ne subit pas de traitement particulier ;
- Soit un **statut de matière transformée en matière fertilisante ou en support de culture, si le déchet a subi une transformation améliorante**.

Si les matières organiques sont brutes, la réglementation sur l'épandage relève du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable selon plusieurs dispositifs (cadre ICPE, RSD...).

C'est seulement lorsqu'un déchet organique ne présente pas de danger pour un sol et une culture qu'il peut être valorisé directement en agriculture : c'est notamment le cas des sous-produits d'une exploitation agricole. Dans ce cadre de gestion, le producteur du déchet reste donc responsable des conditions d'utilisation finale jusque dans sa valorisation, y compris les modalités et les lieux d'épandage.

Si les déchets ont subi une transformation, ils peuvent être valorisés en matière fertilisante ou en support de culture, selon le cas. Les normes NFU définissent et caractérisent les produits transformés pour en faciliter la distinction et le choix (par arrêté interministériel). L'utilisation des normes impose au producteur de suivre un cahier des charges pour leur traitement et leur mise sur le marché. Des contrôles assurent que la matière organique répond bien aux normes. Mais le produit peut aussi être homologué par une commission d'homologation des matières fertilisantes (CMFSC). Le producteur de produits ainsi transformés en est responsable seulement jusqu'à leur mise sur le marché.

On peut décliner en 3 catégories le type de matières organiques épandables :

- Les matières organiques liquides ;
- Les matières organiques pâteuses ;
- Les matières organiques solides.

La nature de ces matières organiques va induire de fait la technique d'épandage correspondante, ainsi que le matériel adéquat.

2.4.1.2 Distances réglementaires et préconisations techniques générales pour l'épandage

Préconisations techniques générales pour l'épandage

Pour réussir son épandage il est nécessaire de :

• Disposer d'un produit homogène

Les lisiers sédimentent lors du stockage en fosse. Il est donc nécessaire d'utiliser un brasseur mélangeur hacheur pendant une demi-heure avant le début du chantier d'épandage. A minima, il est important de faire refouler la cuve à lisier dans la fosse.

Les litières et fumiers d'élevage sont suffisamment homogènes par rapport aux contraintes agronomiques.

• Réaliser un épandage homogène

Rouler à vitesse constante, c'est :

- ne pas utiliser l'accélérateur à pied,
- régler son matériel par rapport aux passages difficiles pour obtenir la dose recherchée,
- utiliser un matériel adapté au produit à épandre et à la quantité à épandre.

• Éviter le ruissellement

Il est source de pollution des milieux aquatiques et n'est pas rentable car l'effluent mal réparti n'est pas valorisé par les cultures (aucune économie d'engrais) :

- Rester sur des parcelles mécanisables ;
- Ne pas se débarrasser des lisiers en épandant avec un coude depuis le bord du chemin ;
- Respecter les distances réglementaires d'épandage. Celles-ci s'avèrent suffisantes pour limiter les risques de pollution.

• Penser à vos voisins

Ils sont principalement sensibles aux odeurs. Pour limiter ces désagréments, conseillez un épandage adapté (jour et heure) en fonction de leurs activités et présence à proximité des parcelles concernées.

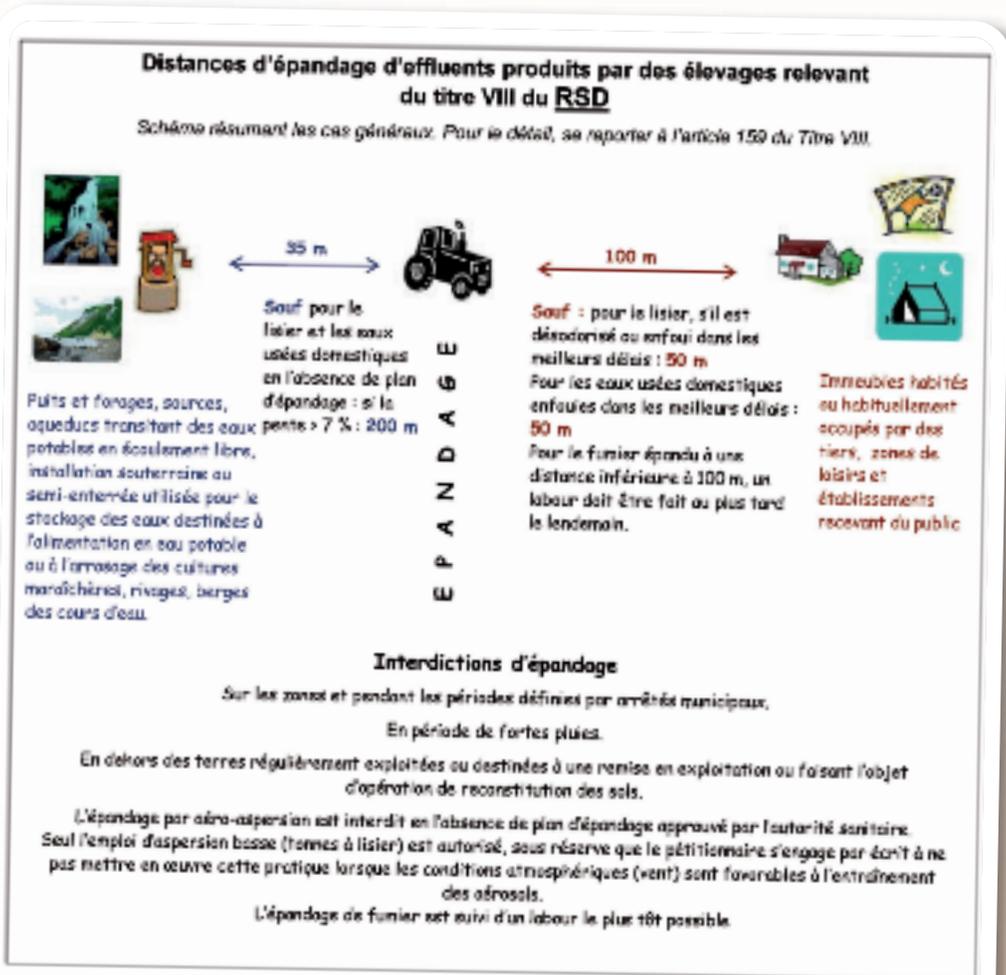
L'emplacement des stockages d'effluents et matières organiques doit aussi intégrer les nuisances olfactives.

Produits à épandre	Matériel d'épandage	Quantités maximales épandables par la machine (t/ha ou m ³ /ha)	Quantités minimales épandables par la machine (t/ha ou m ³ /ha)
Fumiers frais	Épandeurs à hérissons horizontaux	50	40
	Épandeurs à hérissons verticaux	50	30
Fumiers évolués	Épandeurs à hérissons horizontaux	50	30
	Épandeurs à hérissons verticaux	50	20
Fumiers compostés de volaille	Épandeurs à hérissons horizontaux + porte hydraulique + table d'épandage Épandeurs à hérissons verticaux + porte hydraulique	20	5
Lisiers de porc, de bovin, de volaille	Tonne à buse palette	60	20
	Tonne + rampe d'épandage (buses ou pendillards)	50	15
Boues liquides	Tonne + rampe à enfouisseurs ou à injecteurs	25	15

Figure 11 : Quantité épandable en un passage en fonction du matériel utilisé et de la matière organique à épandre (CIRAD)

À La Réunion, les deux types d'outils les plus utilisés actuellement sont la tonne à lisier avec une buse palette pour les matières liquides et l'épandeur à fumier (hérissons horizontaux ou verticaux, sans table d'épandage) pour les produits solides.

Distances réglementaires d'épandage



En l'absence de plan d'épandage

- L'épandage de lisiers, purins, eaux résiduaires de lavage des bâtiments d'élevage et d'eaux usées d'origine domestique est interdit sur cultures maraîchères ou sur les terrains qui seront affectés à cette culture dans un délai de un an ;
- L'épandage de lisier, purins, eaux résiduaires de lavage des bâtiments d'élevage et d'eaux usées d'origine domestique est interdit à moins de 200 m des cours d'eau si la pente du terrain est supérieure à 7 %.
- Les lisiers ne peuvent être épandus sur les pâturages, que s'ils ont subi soit un stockage répondant aux prescriptions de l'article 158 d'une durée minimale de 30 jours en saison chaude et de 60 jours en saison froide, soit un traitement approprié (digestion, traitement par aération d'une durée minimale de 3 semaines). La remise à l'herbe des animaux se fera au plus tôt 30 jours après l'épandage.

En aucun cas la capacité d'absorption des sols ne devra être dépassée afin d'éviter que la stagnation prolongée sur le sol, le ruissellement en dehors du champ d'épandage ou une percolation rapide ne puisse se produire. Ainsi la nature, les caractéristiques et les quantités des produits épandus devront rester compatibles avec une protection sanitaire et agronomique du milieu.

Figure 12: Distances d'épandage d'effluents produits par les élevages relevant du titre VIII du RSD (Mémento DAAF)

Distances d'épandage d'effluents produits par des élevages relevant de la réglementation ICPE et délais d'enfouissement sur terres nues

Schéma résumant les cas généraux. Pour le détail, se reporter aux arrêtés du 7 février 2005 Annexe I.5.8. pour les déclarations, Art. 14-17 pour les autorisations.

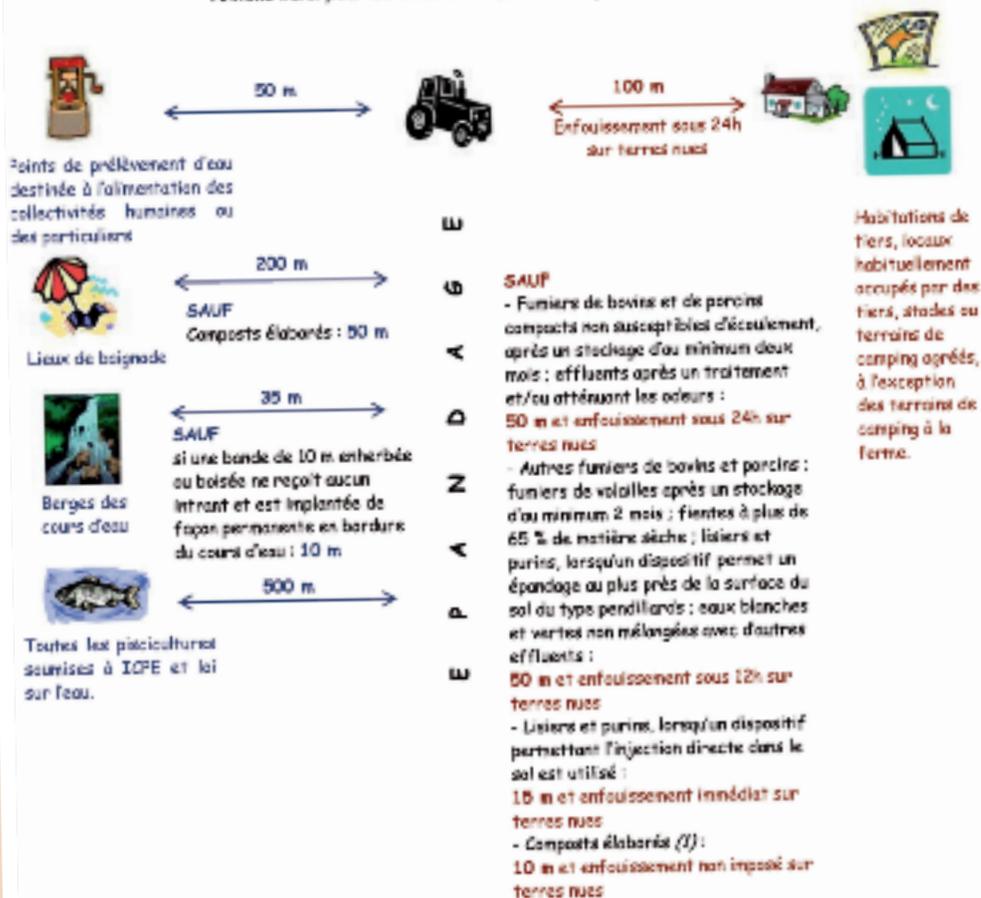


Figure 13 : Distances d'épandage d'effluents produits par les élevages relevant de la réglementation ICPE et délais d'enfouissement sur terres nues (Mémento DAAF)

Le Règlement Sanitaire Départemental et les Installations Classées pour la Protection de L'Environnement sont caractérisés dans la partie 5.1.

2.4.1.3 Épandage des matières organiques liquides

Extrait du Guide de la fertilisation organique à La Réunion (Chabalière et al., 2006)

À La Réunion, l'épandage des lisiers se fait généralement à l'aide d'une tonne à lisier et d'une buse palette, ce qui induit des odeurs désagréables et la volatilisation de l'ammoniac (d'où une perte de fertilisant). L'enfouissement permet de résoudre ces deux problèmes mais occasionne un surcoût lié à l'effort de traction et au temps de travail supplémentaire. La consistance et la fluidité des lisiers varient avec l'espèce animale, la conduite de l'élevage et la dilution.

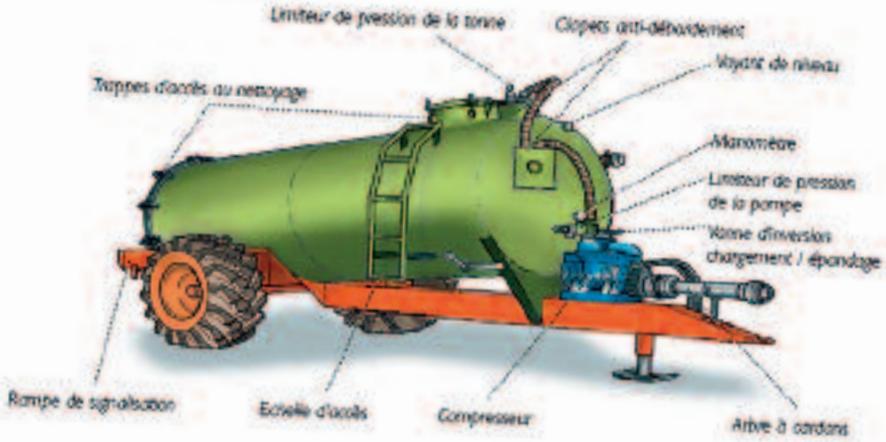
Origine de la matière liquide	Type de matière à épandre	Qualification de la matière à épandre le jour de l'épandage et après brassage dans la fosse (MS : Matière Sèche)	Choix du dispositif d'épandage, équipant une tonne à lisier avec compresseur		Précautions et recommandations techniques
			Conseillé	Possible mais difficile	
Bovin	Lisier	Dilué MS < 8 %	Buse palette		Ses fibres peuvent provoquer le bouchage des rampes ou des enfouisseurs et rendent le pompage difficile, il est conseillé de procéder un broyage-hachage pour limiter ces difficultés.
			Rampe buse palette		
			Rampe à pendillards		
			Si répartiteur hacheur : enfouisseurs à socs ou à disques		
			Si répartiteur hacheur : Buse palette		
			Si répartiteur hacheur : Rampe buse palette		
	Si répartiteur hacheur : Rampe à pendillards				
		Si répartiteur hacheur : enfouisseurs à socs ou à disques			
Porcin	Lisier	MS < 8 %	Buse palette		Se pompe facilement. Comme il se décante très rapidement, il est indispensable de l'agiter en cours d'épandage afin d'apporter un produit homogène sur l'ensemble de la parcelle.
			Rampe buse palette		
			Rampe à pendillards		
			Si répartiteur hacheur : enfouisseurs à socs ou à disques		
Volaille	Lisier	MS < 12 % Peut être assez épais (Canard)	Si répartiteur hacheur : Rampe buse palette	Buse palette	À brasser dans la fosse de stockage afin d'éliminer la croûte formée à la surface. Cette opération évite le bouchage des tuyaux lors de l'épandage.
			Si répartiteur hacheur : Rampe à pendillards		
			Si répartiteur hacheur : enfouisseurs à socs ou à disques		
Stations d'épuration	Boues d'épuration Urbaines	MS < 14 %	tonnes à lisier multibuses		Les boues non stabilisées épandues sur sols nus doivent être enfouies dans un délai de 48 heures après l'épandage.
			Buse palette		
			Rampe à pendillards		
			Rampe buse palette		
Sous-produit de distillerie	Vinasse	MS = 11 %	Tonne en acier inoxydable + rampe multibuses		Si la vinasse est prélevée à plus de 50 °C dans la cuve de distillerie, la tonne à lisier utilisée pour l'épandage doit résister à la chaleur et à l'acidité.

Figure 14: Comparaison de matériels d'épandage de matières liquides (Bassez et al., 1997)

L'épandeur de lisier

Il se compose généralement d'une citerne, d'un compresseur d'air qui permet de remplir et de vider celle-ci et d'un dispositif d'épandage (figures 15). L'épandeur permet donc le remplissage de la citerne, le transport et l'épandage du produit liquide au champ. Le compresseur d'air (ou pompe à vide) permet le remplissage ou la vidange de la cuve par une diminution ou une augmentation de la pression de l'air qui s'y trouve.

Les épandeurs à lisier. © CEMAGREF



Le circuit complet (d'après Debroize et al., 2004)

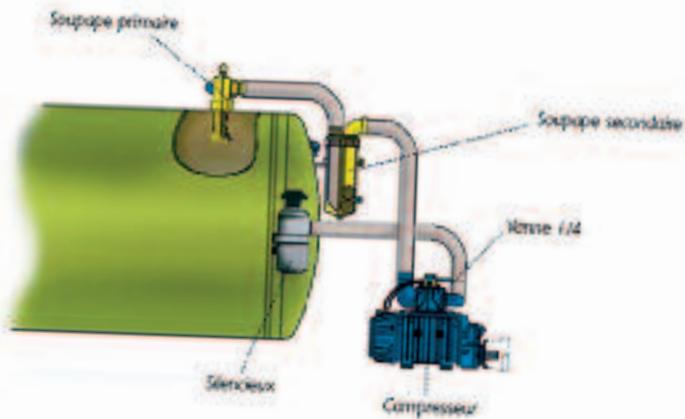


Figure 15: Les épandeurs à lisier et le circuit complet (d'après Debroize et al, 2004) (CEMAGREF)

L'équipement d'épandage assure l'apport de la dose de matière organique recommandée par le plan de fertilisation ainsi qu'une bonne répartition transversale et longitudinale du produit sur la parcelle. Il permet de limiter les pertes d'azote et donc la pollution atmosphérique, ainsi que les nuisances olfactives.

On distingue :

- **La buse palette dite « queue de paon »**

C'est le dispositif le moins cher et le plus courant à La Réunion. Le jet liquide sortant de la buse est éclaté par la palette. La fixation de la buse ne permet pas un calage précis dans les plans horizontal et vertical.

- **La rampe d'épandage**

Après la vanne de sortie de la citerne, le lisier est envoyé dans des tuyaux qui l'apportent à la rampe. Celle-ci est plus souvent équipée d'une série de buses palettes (multibuses) que de pendillards. Pour une largeur d'épandage de 12 mètres, il faut compter 8 buses ou 40 pendillards. Par rapport à la buse unique, les rampes réduisent les émanations d'ammoniac et assurent une répartition homogène du lisier au sol sur une largeur fixe. Dans le cas de la rampe à pendillards, il est indispensable de disposer, entre la sortie de la tonne à lisier et la rampe, d'un ou deux broyeurs répartiteurs pour répartir le lisier et éviter le bouchage des tuyaux par des matières solides (coquilles d'œufs, plumes, paille, etc.). Les rampes d'épandage demandent un entretien très régulier du système d'épandage (rampe et circuits hydrauliques).

- **L'enfouisseur**

Par la mise en terre du lisier, l'enfouissement diminue les pertes d'azote ammoniacal, ce qui améliore la valorisation agronomique du lisier par la plante et supprime les nuisances olfactives. Le prix d'achat élevé d'un enfouisseur limite son utilisation par les agriculteurs. C'est pourquoi, son achat serait plutôt à envisager par une société d'épandage ou une CUMA. L'enfouisseur pour prairie demande peu de traction. Il y a deux types d'enfouisseur pour prairie :

- l'injecteur à patins, ou injecteur superficiel, dépose le lisier au pied du végétal. Le sol est griffé par un petit coutre et le lisier est déposé. Une goulotte traînante suit pour aligner et protéger l'herbe des éclaboussures,
- l'enfouisseur à coutres circulaires (disques plats) cisaille verticalement le sol, sans détériorer la prairie.

L'enfouisseur pour sol cultivé nécessite un tracteur plus puissant. Il peut être :

- à dents rigides pour un bon mélange terre-lisier, ou à dents flexibles vibrantes pour un meilleur affinement de la terre,
- à disques, il optimise le recouvrement (préférable à La Réunion).

L'enfouisseur polyvalent est muni de disques plats (coutres circulaires) de grand diamètre. Il permet un travail sur culture et prairie.

2.4.1.4 Épandage des matières organiques pâteuses

Extrait du Guide de la fertilisation organique à La Réunion (Chabalière et al., 2006)

Les matières pâteuses sont trop épaisses pour être pompées et trop fluides pour être transportées avec un épandeur à fumier non équipé de porte. Cette catégorie regroupe le fumier mou, le lisier épais, la fiente humide de volaille et la boue d'épuration pâteuse.

Le CORPEN (Bassez et al., 1997) présente deux dispositifs d'épandage latéral de produits pâteux : le dispositif à turbine avant et le dispositif de rotor à chaînes et fléaux. Les doses épandues avec ces deux dispositifs sont très irrégulières et ne procurent pas un résultat satisfaisant.

Le dispositif à turbine avant

La caisse étanche comporte un fond mouvant se déplaçant de l'arrière vers l'avant ou une vis qui alimente une turbine placée à l'avant, dans l'axe du caisson. La turbine de grand diamètre projette latéralement le produit au travers d'une goulotte à sortie orientable. La largeur d'épandage peut atteindre 8 mètres.

Le dispositif de rotor à chaînes et fléaux

Un caisson étanche supporte un rotor longitudinal, entraîné par la prise de force du tracteur et muni de chaînes et de fléaux. Le rotor se déplace verticalement au-dessus de la caisse, ce qui permet l'attaque progressive des fléaux qui projettent le produit sur le côté grâce à un déflecteur supérieur.

2.4.1.5 Épandage des matières organiques solides

Extrait du Guide de la fertilisation organique à La Réunion (Chabalier et al., 2006)



Épandage de matière organique solide

© V. Barbet-Massin, ARF

Types de matière organique solide

- **Fiente sèche de poule pondeuse**

La fiente sèche doit être épandue à l'aide de matériel équipé pour apporter des doses de 2 à 4 t/ha. Ces doses sont très faibles et nettement inférieures à celles apportées par les épandeurs de matière organique utilisés habituellement. L'utilisation d'un distributeur d'engrais (si le produit est sec et pulvérulent) ou d'un épandeur à table d'épandage est conseillée.

- **Fumiers**

Le fumier de bovin a des densités variables selon le type d'élevage et la proportion de paille ou de copeaux de bois le constituant. Cette matière peut être assez hétérogène et difficile à déchi-

queter. Il est donc conseillé de laisser « mûrir » le fumier en tas durant deux mois afin de pouvoir plus facilement l'émietter et le charger.

Le fumier de mouton étant compact et difficile à émietter, il vaut mieux le composter pour en faciliter l'épandage.

Le fumier de volailles de chair (poulets, dindes et pintades) est à mélanger avant épandage car sa composition dans l'étable varie en fonction du lieu de production.

- **Composts**

Le compost de déchets verts urbains (avec ou sans boue d'épuration urbaine) subit plusieurs retournements. Il est ensuite broyé et criblé. Le mélange est homogène et hygiénisé. Une bonne qualité du

tri en amont permet l'obtention d'un produit contenant peu d'inertes (plastiques, verres, cailloux...).

Le compost de fumier est réalisé par l'agriculteur. Il ne comprend souvent que deux retournements et n'est pas criblé. Pour l'émiettement à l'épandage, le compost de fumier est homogène et bien divisé. Mais un compost non protégé de la pluie devient mou et collant, ce qui réduit la régularité et la largeur d'épandage.

Pour l'écume sèche de sucrerie, l'épandage est fait avec un épandeur à hérissos muni de tables d'épandage.

Pour les boues d'épuration urbaines sèches, le CEMAGREF (Thirion et al., 2003) a réalisé des essais

d'épandage de boue d'épuration sèche granulée à l'aide d'un distributeur d'engrais centrifugé porté. Comme ce produit présente une qualité granulométrique similaire à celle des engrais, il s'écoule régulièrement, même si la poussière est abondante.

Matériel d'épandage des fumiers et autres matières solides

L'épandeur à fumier permet d'épandre des matières dont le taux de matière sèche dépasse 20 %. L'épandeur est constitué d'une caisse montée sur châssis (équipée d'un fond mouvant et d'un système de déchetage et de projection), d'essieux et de pneumatiques (figure 16).

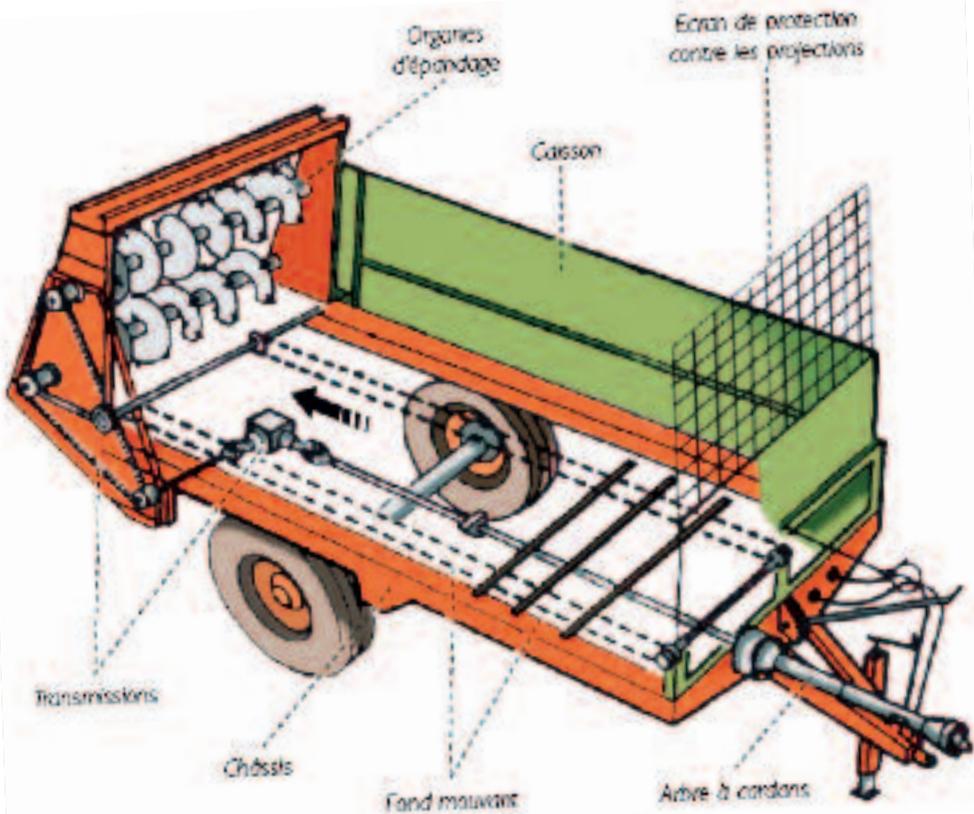


Figure 16 : Vue générale d'un épandeur de fumier à ridelles (CEMAGREF)

Le fond mouvant amène le fumier au contact du système de déchiquetage et de répartition (dispositif d'épandage) (figure 18). La vitesse d'avancement du fond mouvant conditionne le débit de vidange de l'épandeur (d). Le poids du produit (en tonne, t) chargé dans l'épandeur étant connu, la mesure du temps de vidange (en minute) lors du premier passage permet de calculer le débit de vidange (t/minute) de l'épandeur :

$$d \text{ (t/minute)} = \text{poids/temps}$$

Les doses épandues à l'hectare peuvent être calculées selon la formule suivante :

$$D = (d \times 600) / (l \times v)$$

D = dose (t/ha) ; d = débit de vidange de l'épandeur (t/minute) ; l = largeur utile d'épandage (m) (c'est la distance entre deux axes de passage consécutifs) ; v = vitesse d'avancement du tracteur (km/h) et 600 = facteur d'échelle permettant d'exprimer le débit en t/ha.

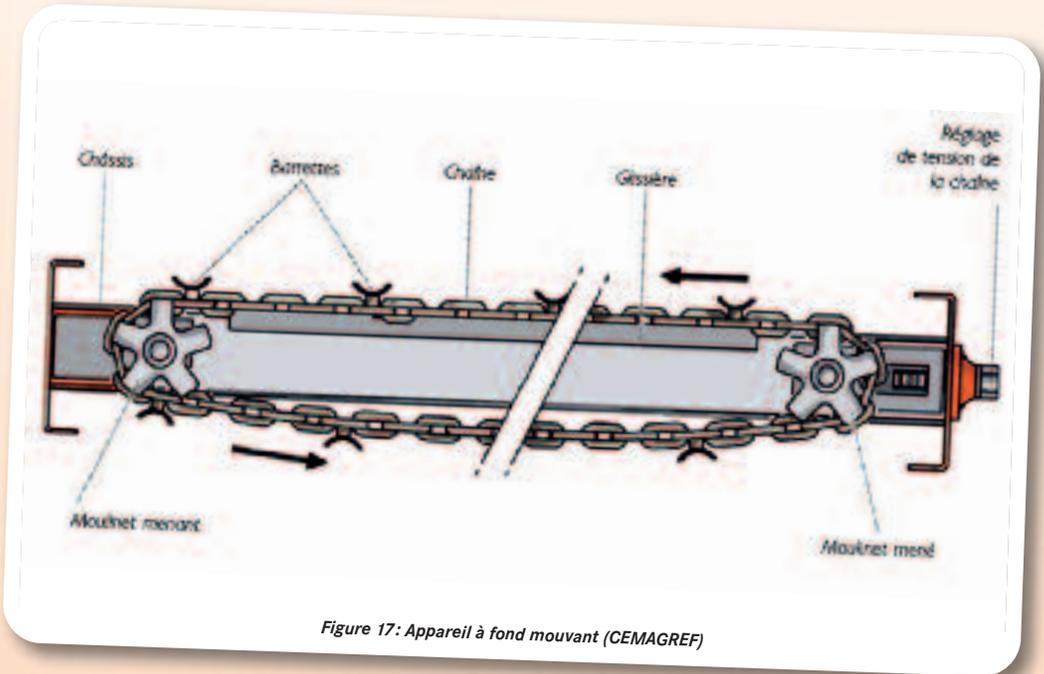


Figure 17: Appareil à fond mouvant (CEMAGREF)

Le choix du matériel est adapté est une étape importante. On distingue :

- **Le broyeur**, pouvant être utilisé pour l'épandage de fumiers compacts ;
- **L'épandeur traditionnel à deux hérissons horizontaux** est dépassé. La largeur d'épandage est faible car elle correspond à celle de la caisse. Ce matériel épand irrégulièrement et ne convient pas à l'apport de faibles doses ;
- **L'épandeur à deux hérissons et table d'épandage** permet d'apporter des doses inférieures à 10 t/ha, sur une largeur d'épandage de 12 m. Il est bien adapté à l'épandage de compost, de boue d'épuration urbaine et de fumier de volaille ;
- **L'épandeur à deux hérissons verticaux** permet un apport de doses d'au moins 10 t/ha sur une largeur d'épandage de 6 m. Une caisse étroite, à roues de grand diamètre, est plus maniable qu'une caisse large ;
- **L'épandeur à quatre hérissons verticaux** permet une largeur d'épandage de 5 m et nécessite un entretien régulier du matériel. Généralement, les épandeurs à hérissons verticaux sont moins coûteux à l'achat et à l'entretien que les dispositifs à table d'épandage.

2.4.1.6 Autres types de matériel

Extrait du Guide de la fertilisation organique à La Réunion (Chabalière et al., 2006)

Matériel d'enfouissement des matières organiques

Lorsque la matière organique, quelle que soit sa consistance, est épandue au champ, il peut être intéressant de l'enfouir avec des disques ou des dents, sur sols cultivés. C'est le cas des boues d'épuration non hygiénisées apportées sur sol nu (contrainte législative), ou lorsque l'on recherche une meilleure valorisation de l'azote.

À La Réunion, sur les parcelles cultivées en canne à sucre, l'enfouissement des matières organiques pourrait être réalisé avec deux types d'appareils :

- **La rotobèche**, qui est une rampe munie d'une série de bêches, accrochée au tracteur. L'écartement des bêches peut être adapté à l'écartement des rangs de canne à sucre ;
- **La déchauveuse inter-rang**, qui travaille également entre les rangs de canne à sucre. Elle mélange les chaumes à la terre après la récolte de la canne et pourrait être utilisée dans l'enfouissement de matières organiques.

Matériel de compostage

Trois types de matériel permettent de retourner des tas mis à composter : la fourche du tracteur, l'épandeur classique utilisé en poste fixe (avec l'aide d'une fourche) et le retourneur d'andain.

Le retournement avec la fourche du tracteur et l'épandeur classique utilisé en poste fixe est contraignant, revient cher et convient à des petits tas pour des exploitations individuelles. La performance est de 10 à 15 t/h. Avec de gros équipements, la performance peut atteindre 90 à 100 t/h.

L'emploi d'un retourneur d'andain réduit le temps consacré au retournement et effectue un travail de qualité. La moyenne des performances est de 500 t/h. Ce matériel est destiné à traiter des quantités importantes réparties sur des andains assez longs (largeur de 3 à 4 mètres et hauteur de 1,8 mètre environ). L'utilisation d'un retourneur d'andain pour le compostage de fumier permet de réduire de 50 % le volume initial de la matière organique. Le compost, grâce à son homogénéité et sa granulométrie plus fine, per-

met une meilleure qualité d'épandage. Ce type d'investissement est réalisable par une CUMA ou une entreprise de compostage, mais plus difficilement pour une petite exploitation d'élevage, vu le coût de ce matériel.

2.4.2 MATIÈRES MINÉRALES

L'efficacité de la fertilisation dépend du stade de la culture lors de l'intervention et de la qualité de l'épandage. Que l'épandage soit réalisé mécaniquement ou manuellement, le produit doit être distribué de façon homogène :

- En épandage mécanique, un étalonnage précis assure l'homogénéité et le respect de la dose à l'hectare ;
- En épandage manuel, des pesées régulières, des points de repère sur la parcelle aident, avec des calculs simples, à appliquer les produits de façon régulière et à la dose adéquate.

Les engrais peuvent être apportés sous 3 formes : solide, liquide ou par l'intermédiaire de l'irrigation (cf. 2.5). Les appareils utilisés pour l'épandage varient selon la forme de l'engrais, la quantité à épandre dans l'année, les contraintes économiques et enfin la topographie des terrains. À La Réunion, les épandeurs les plus répandus sont les appareils de type porté car ils sont bien adaptés à la petite taille des exploitations et à la quantité d'engrais manipulée dans l'année. On trouve aussi quelques appareils semi-portés, essentiellement parmi les distributeurs d'engrais solide.

Les conditions de terrains accidentés de La Réunion ne facilitent pas une bonne répartition de l'engrais dans les parcelles. C'est pourquoi les réglages doivent être précis et des contrôles d'homogénéité de répartition doivent être faits régulièrement. L'utilisation de localisateurs d'engrais et des épandeurs à débit proportionnel à l'avancement (DPA) reste marginale. Les matériels DPA sont bien adaptés au relief mais ils sont plus onéreux que les appareils habituellement utilisés à La Réunion.

2.4.2.1 Épandage solide

Les fertilisants minéraux solides se présentent sous forme de granulés (engrais NPK, chaux granulée, KCl...), de perles (urée), ou de poudre (sels, chaux pulvérulente).

Dans le cas d'une correction du pH par un apport de chaux

L'épandage est réalisé à la phase finale de la préparation du sol, manuellement ou mécaniquement. Après l'épandage, la chaux est enfouie et mélangée à la terre avec différents outils selon le type de sol. C'est également le cas pour la fumure de fond de l'ananas par exemple où l'engrais complet peut être épandu mécaniquement en plein avant le billonnage ou bien de manière localisée sur le billon après la confection de ce dernier.

Apport d'engrais à la plantation

Pour la culture de la canne à sucre, la technique d'épandage dépend du mode de plantation :

- **La plantation mécanique ou semi-mécanique.** La planteuse ou le sillonneur réalisent le sillon au fond duquel est localisé l'engrais avant le dépôt des boutures. La distribution de l'engrais se fait en général proportionnellement à la vitesse d'avancement de la machine (c'est le système DPA, Débit proportionnel à la vitesse d'avancement) ;
- **La plantation manuelle.**
 - Le sillonnage est réalisé manuellement ainsi que l'apport d'engrais au fond du sillon. Cette technique est très peu utilisée, sauf dans les zones très accidentées et à forte pente.
 - Le sillonnage est réalisé mécaniquement. L'apport d'engrais et le dépôt des boutures sont effectués manuellement.

Fumure d'entretien

Dans le cas de la canne à sucre, l'apport d'engrais est à faire dans les trois mois après la coupe. Au-delà de cette période, l'importante masse végétative de la canne ne permet plus l'entrée d'engrais classiques dans la parcelle.

Dans le cas de l'arboriculture fruitière, la fertilisation est généralement apportée sous forme solide et de manière fractionnée (selon les espèces). En fonction de la taille du verger et/ou de la topographie, l'apport peut se faire manuellement à l'aplomb de la frondaison ou mécaniquement sur la totalité du verger.

Méthode de calcul

- **Dans le cas d'une application manuelle d'engrais solide**

On vérifiera tout d'abord que l'on distribue correctement la bonne dose.

On désire épandre :

- une dose d'engrais solide **Q** (kg/ha),
- sur une largeur **E** (m) qui peut représenter la largeur d'une planche ou l'intervalle entre billons,
- sur une longueur **L** (m) sur laquelle il faudra répartir 1 kg d'engrais

La formule est donc : $L = 10\,000 / (E \times Q)$

- **Dans le cas d'une application d'engrais à l'aide d'un tracteur**

Avant d'épandre mécaniquement au champ, un ensemble de réglages doit être effectué pour apporter de façon homogène la quantité exacte de produit à l'hectare : les réglages de la liaison tracteur-outil et les réglages de l'épandeur.

On règle la liaison tracteur-outil sur plusieurs points :

- 1) Relevage hydraulique en contrôle de position pour régler la hauteur de l'outil ;
- 2) Prise de force de longueur adaptée ;
- 3) Réglage de l'aplomb latéral en agissant sur les chandelles ;
- 4) Réglage de l'aplomb longitudinal par le 3^e point ;
- 5) Adaptation de la bonne vitesse de la prise de force (540 tr/min en général).

Sur l'épandeur, on règle la largeur d'épandage, le débit du produit par minute et la vitesse d'avancement pour obtenir au final la quantité voulue.

La largeur d'épandage peut être réglée par l'angle d'oscillation du tube, par le changement du tube oscillant ou par le changement de l'étrier. À noter que la densité du produit peut faire varier la largeur d'épandage.

Le débit de l'épandeur varie en fonction du type de produit et agit directement sur la quantité épandue par hectare puisque la vitesse d'avancement doit rester constante. Le réglage est réalisé uniquement par le degré d'ouverture du disque de dosage situé au fond de la trémie, par l'intermédiaire d'une vis graduée située sur le côté de l'appareil.

En général, les débits sont étalonnés par le constructeur et les informations fournies dans la notice technique. Mais compte tenu de la diversité des produits (densité, aptitude à l'écoulement), il vaut mieux effectuer un étalonnage à poste fixe pour adapter les données constructeur si nécessaire.

• Étalonnage de la vitesse du tracteur

La détermination de la vitesse réelle de déplacement du tracteur permet de faire le bon réglage de la vis d'ouverture des disques pour obtenir le bon dosage à l'hectare.

- 1) Prendre une distance D de 100 m par exemple entre 2 jalons en laissant un espace suffisant pour élaner et arrêter le tracteur.
- 2) Mesurer le temps T en secondes pour parcourir cette distance.
- 3) La vitesse réelle se détermine par :

$$V \text{ (km/h)} = 3.6 \times D / T$$

• Réglage de l'épandeur pour la quantité voulue à l'hectare

Pour régler l'appareil, on doit disposer de certaines données :

- 1) Q (kg/ha) : dose d'engrais à apporter à l'hectare
- 2) L (m) : la largeur d'épandage
- 3) V (km/h) : la vitesse d'avancement
- 4) De (kg/min) : le débit nécessaire

$$De = Q \times L \times V / 600.$$

À partir de ce débit nécessaire, on cherche la correspondance avec le tableau constructeur ou avec ses propres étalonnages. On obtient l'indice de la vis de réglage de l'ouverture du disque de dosage le plus adapté au débit nécessaire.

Technique d'épandage

Avant d'épandre sur la parcelle, il faut poser des jalons ou des repères en fonction de la largeur d'épandage. En culture fruitière, ce sont les rangs qui servent évidemment de repères, de même qu'en culture de canne à sucre, le rang à interligne fixe sert. En fonction de la largeur d'épandage de l'appareil, on calcule le nombre de rangs entre deux passages.

Une bonne solution pour contrôler tous ses réglages est d'effectuer un test au champ : on dispose de bacs d'égale surface sur la largeur d'épandage (interlignes et rangs) correspondant à un aller-retour. Ensuite, on pèse l'engrais récupéré

dans les bacs et on établit la courbe de répartition. Elle traduit l'irrégularité possible ainsi que les points de chevauchement.

Le fonctionnement et les réglages de chaque type d'appareil sont développés en détail dans le « Guide de la fertilisation de la canne à sucre à La Réunion » (Émilie Fillols & Pierre-François Chaballier, 2007).

2.4.2.2 Épandage liquide

Dans le cas de la culture de l'ananas, les pulvérisations foliaires sont particulièrement bien adaptées à la morphologie des feuilles qui ont la particularité de pouvoir absorber les engrais. Compte tenu des très fortes densités de plantation généralement sur paillage plastique, c'est aussi la seule solution économique pour apporter les fertilisants en fréquence et quantité.

Les applications doivent s'échelonner tout au long de la phase végétative de la plante et s'organiser de façon à ce que les apports augmentent de la plantation au traitement d'induction florale (TIF) pour les faire correspondre aux besoins de la plante.

Pour mettre à la disposition de la plante les doses croissantes, deux techniques sont possibles :

- Soit on intervient à intervalles réguliers et on applique les doses croissantes ;
- Soit on applique des doses identiques mais on réduit l'intervalle entre les applications au fur et à mesure que l'on s'approche du TIF.

C'est souvent cette dernière technique qui est préconisée car elle limite les risques d'erreurs entre les parcelles.

Le plus souvent, les pulvérisations foliaires comportent deux engrais en mélange pour apporter en même temps azote et potasse. Afin d'éviter des brûlures sur le feuillage, la concentration en engrais azoté ne doit pas dépasser 5 % et la concentration totale en sels (azote + potasse) doit être inférieure à 8 %. Pour des apports standards (75 kg d'urée + 125 kg de sulfate de potasse), il est donc nécessaire d'épandre (75 + 125)/8% = 2 500 litres de solution.

Compte tenu de l'importance du volume à épandre, ce système est à réserver aux plantations mécanisables et l'utilisation de pulvérisateurs à dos sur des plantations intensives se trouve de facto quasi impossible : 2 500/20 = 125 appareils par hectare !

Selon le type d'engrais potassique utilisé, il n'est pas toujours aisé d'assurer une dissolution correcte. La plupart du temps, ce mélange s'effectue directement dans la cuve de traitement en utilisant uniquement le retour cuve pour assurer le brassage. Des systèmes de préparation des solutions sont parfois utilisés, mettant en œuvre des cuves mélangeuses avec une agitation qui peut être soit mécanique (pales) soit hydraulique (pompe). Ces systèmes assurent généralement une meilleure mise en solution des engrais et donc une meilleure homogénéité de l'application.

Plusieurs matériels sont utilisables :

- Pompe à dos;
- Pulvérisateur porté pouvant être équipé :
 - d'une lance (dans ce cas, le tracteur et la cuve restent en extrémité de parcelle)
 - d'une mini-rampe portée à la main (2 billons)
 - d'une rampe de largeur variable de 12 à 18 m.

Réglage du matériel

C'est en **pulvérisation manuelle** (pompe à dos, lance, mini-rampe) que l'on rencontre le plus de difficultés à effectuer un réglage correct :

Avec une pompe à dos de 20 L de capacité, on peut traiter (avec notre exemple de mélange précédent) $10\ 000 / 2\ 500 * 20 = 80\text{ m}^2$.

Soit E l'entre-axe des billons (en m), la longueur sur laquelle il faudra épandre les 20 L sera $80/E$, soit 44 mètres de billon à l'écartement habituel (1,8 m).

La difficulté consiste à conserver la vitesse d'avancement une fois qu'on l'a bien estimée. Malheureusement, le cheminement entre les billons est fréquemment gêné par la pente, ou les roches, et a tendance à modifier la vitesse de progression et donc la régularité de l'épandage. La même difficulté se rencontre avec l'utilisation de pulvérisateurs portés (cuves de 400 à 800 L) munis d'une lance ou d'une mini-rampe. Or, c'est le système le plus utilisé à La Réunion. De nouveau, la vitesse d'avancement est réglée par le pas de l'homme et donc soumise à variations selon la topographie du terrain. Cela n'empêche pas d'effectuer un « calibrage » du pas afin d'obtenir le maximum de régularité. Dans ce cas, on remplira la cuve avec 100 L de mélange d'engrais et on ajustera sa vitesse pour traiter $10\ 000 / 2\ 500 * 100$

$= 400\text{ m}^2$, soit encore $400/E = 222\text{ m}$ si les billons sont espacés de 1,8 m.

Une fois la cadence déterminée, on essaiera de s'y tenir et surtout, on notera scrupuleusement les surfaces traitées avec chaque cuve afin de contrôler systématiquement la qualité de l'épandage.

Lorsque l'on utilise un pulvérisateur (le plus souvent porté) muni d'une rampe, il faut commencer par calculer les différents éléments :

- Q (L/ha), quantité de solution d'engrais à apporter à l'hectare
- V (km/h) la vitesse d'avancement
- Db (L/min) le débit de chaque buse
- W (cm) l'écartement entre les buses
- Dp (L/Min) le débit nécessaire de la pompe
- L (cm) la largeur de la rampe

Ces différents éléments sont liés par les formules :

$$Q = (60\ 000 \times Db) / (V \times W) \text{ et } Dp = (L \times Db) / W$$

Exemple :

Pour

- $Q = 2500\text{ L/ha}$
- $Db = 2,5\text{ L/min}$ (on peut ajuster le débit en fonction de la pression d'utilisation, selon les abaques fournies par le constructeur pour le type de buse utilisé)
- $W = 40\text{ cm}$
- $L = 1\ 200\text{ cm}$

Il faudra régler la vitesse du tracteur à 1,5 km/h (cf. plus haut) et la pompe devra avoir un débit au moins égal à 75 L/min. En réalité, si on veut assurer un retour cuve suffisant pour assurer l'agitation, la pompe devra débiter au moins $75 + 20\% = 90\text{ L/mn}$.

Selon les caractéristiques de son matériel (par exemple pompe à débit plus élevé), il sera possible d'augmenter le débit des buses, ou bien les rapprocher pour permettre une vitesse d'avancement supérieure et donc un épandage plus rapide.

2.5 FERTIGATION : CAS DE LA CULTURE HORS SOL

2.5.1 GÉNÉRALITÉS

2.5.1.1 Principe de la culture hors sol

La surface occupée par des productions légumières en culture hors sol sous serre est d'environ 40 ha. La tomate, est sans conteste le légume le plus cultivé sous serre avec une production d'environ 5 000 à 6 000 tonnes pour 75 % des surfaces de serres maraîchères. Le principe de production hors sol consiste à apporter au niveau de chaque plante par un système de goutte à goutte les éléments minéraux et les oligo-éléments dont la plante a besoin. Les racines colonisent un substrat inerte servant de support à la plante et disposant de propriétés physiques particulières (rétention en eau et en air importante).

Le maintien de l'eau et des éléments minéraux à des niveaux optima dans la rhizosphère des plantes est le principal facteur favorisant leurs hautes efficacités d'utilisation, se traduisant par des rendements élevés des cultures et une meilleure qualité. L'apport des engrais dans l'eau d'irrigation, appelé « fertigation » ou « ferti-irrigation » ou « irrigation fertilisante » est devenu, depuis longtemps, une pratique commune en maraîchage, permettant d'atteindre un équilibre ionique optimal au niveau de la rhizosphère.

Les systèmes de culture les plus employés sont des systèmes dits « ouverts » ou « en solution perdue » dans lesquels la solution nutritive est apportée en excès par rapport aux besoins. Le drainage qui en découle est collecté pour être évacué à l'extérieur.

Ce drainage est nécessaire d'une part pour éviter les risques d'accumulation d'éléments minéraux que la plante n'aurait pas assimilés et d'autre part pour homogénéiser la solution au sein du substrat, c'est-à-dire pour maintenir le système racinaire dans un milieu stable proche de la concentration de la solution nutritive d'apport.



Substrat en fibre
de coco

Système d'irrigation
en goutte à goutte
(capillaires)

Fente de drainage
au niveau bas
du substrat

Canal de collecte
du drainage

Figure 18 : Équipement nécessaire à l'irrigation fertilisante sous serre
(Guide la tomate hors sol à La Réunion, FDGDON, CIRAD, 2009)

Le système de fertilisation (station de tête) comporte au minimum :

- Deux bacs de 100 Litres pour fabriquer la solution mère ;
- Deux pompes doseuses volumétriques destinées à diluer les solutions mères dans l'eau d'irrigation ;
- Deux filtres : un filtre en amont et un autre à la sortie de la station ;
- Une vanne reliée à un petit programmeur intégrant la fenêtre d'irrigation (exemple : de 7 à 17 heures), la durée d'une irrigation et l'intervalle entre deux irrigations.

Cette station de fertilisation est destinée à distribuer une solution unique évoluant en fonction du stade de la culture. Grâce au débit et à la pression du réseau d'eau, la solution nutritive est distribuée à chaque plant grâce à un système de « goutte à goutte ». D'autres équipements peuvent devenir rapidement indispensables comme une réserve en eau et un surpresseur (pompe) pour reprendre l'eau de la réserve et la mettre sous pression. Pour les exploitations de taille importante l'irrigation fertilisante est gérée par une station de ferti-irrigation (ordinateur et matériel spécifique pour la gestion de l'irrigation fertilisante). Cette station permettra de gérer différentes serres avec des variétés et/ou des espèces différentes ou à des stades physiologiques différents nécessitant des solutions nutritives adaptées.

2.5.1.2 Contrôle de la solution nutritive
Extrait du guide de la tomate hors sol à La Réunion (S. Simon, J. Minatchy, 2009)

Trois paramètres de la solution nutritive doivent être régulièrement contrôlés :

- Le volume quotidien d'apport de solution nutritive. Un ou deux capillaires supplémentaires sont branchés sur le réseau de fertigation et plongés dans un seau posé à proximité de ce point de prélèvement ;
- Le volume quotidien des eaux de drainage. Ce contrôle est effectué sur 12 à 18 plantes. On collecte grâce à un système indépendant le drainage de ces plants. C'est faisable dans le cas d'un substrat organique conditionné en sacs ou dans le cas de scories placées dans des pots ou dans de petites gouttières : elles doivent être situées au centre de la serre et être représentatives de la moyenne des individus de la serre. De plus, il faut être très soigneux lors des pratiques culturales sur ces plantes : par exemple, la cassure de l'extrémité de la tige ou la chute d'un fruit entraîne une diminution de l'absorption d'éléments minéraux et d'eau, qui se traduit par une augmentation artificielle du drainage ;
- Le pH et l'électroconductivité de la solution nutritive et des eaux de drainage. Le pH et l'électroconductivité sont mesurés sur ces échantillons à l'aide d'un pH-mètre et d'un conductivimètre.

Volumes d'apport et de drainage

Le rapport entre les mesures du volume d'apport et du volume de drainage permet de déduire le taux de drainage, exprimé en pour cent. Le taux de drainage mesure la proportion de la solution du substrat qui a été renouvelée (cf. Figure 21) :

- 1) Va, volume d'apport collecté avec x goutteurs,
- 2) Vd, volume de drainage issu de y plantes.

$$\text{Taux de drainage (\%)} = \frac{Vd / y}{Va / x} \times 100$$

Valeur du taux de drainage calculé	Conséquences pour la gestion de l'irrigation
Proche de la consigne fixée (30 % en moyenne) Note : il peut être réduit à 10 % si le système de fertigation est performant dans sa régularité	La fréquence des fertigations répond aux besoins des plantes
Inférieur à la consigne	Augmenter la fréquence des irrigations pour éviter une concentration de l'engrais dans le substrat
Supérieur à la consigne	Réduire la fréquence des irrigations pour éviter le lessivage des substrats (gaspillage d'eau et d'engrais)

Figure 19: Taux de drainage et conséquences pour l'irrigation (CIRAD, FDGDON)

Acidité: $5,5 \leq \text{pH} \leq 6,2$

Le paramètre d'acidité, mesuré par le pH, désigne le caractère acide, neutre ou basique d'une solution. Les solutions nutritives utilisées sont toujours légèrement acides, $5,5 \leq \text{pH} \leq 6,2$, car cela réduit les risques de précipitation des matières fertilisantes dissoutes et permet une absorption optimale des éléments minéraux. La solution nutritive est en réalité élaborée sur la base des besoins « théoriques » des plantes. Selon leur état physiologique et les conditions environnantes (ensoleillement, température...), ces besoins changent. Les plantes prélèvent seulement ce dont elles ont besoin (eau et ions) et laissent le reste.

Cette absorption partielle entraîne alors les modifications du pH suivantes :

- L'absorption préférentielle des anions (SO_4^{--} , NO_3^- , H_2PO_4^- , Cl^-) provoque l'alcalinisation (c'est-à-dire une augmentation du pH) de la fraction liquide au sein du substrat et, par conséquent, de l'eau de drainage ;
- L'absorption préférentielle des cations (NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) provoque une acidification de la fraction liquide au sein du substrat, c'est-à-dire une baisse du pH.

C'est pourquoi il faut vérifier chaque jour le pH de la solution nutritive apportée et le pH du drainage : ce sont les variations entre les valeurs de ces deux pH qui sont intéressantes à interpréter. Elles renseignent sur les besoins réels et conduisent à modifier régulièrement la solution nutritive en fonction des valeurs mesurées.

Électroconductivité (EC)

L'électroconductivité (appelée aussi conductivité) d'une solution (EC) représente la concentration globale en éléments minéraux de la solution. Elle se mesure à l'aide d'un conductivimètre électrique. Plus la solution est riche en engrais, plus elle conduit l'électricité et plus la conductivité est forte. L'unité de mesure est le Siemens par mètre carré. Pour les solutions nutritives, les valeurs sont faibles et s'expriment plus généralement en milliSiemens/cm².

La relation entre électroconductivité de la solution nutritive (EC) et la concentration totale en engrais est la suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Concentration en engrais} \\ & \text{de la solution nutritive (g/l)} \\ & = \text{EC de la solution (mS/cm)} \times 0,85 \end{aligned}$$

La valeur 0,85 est une valeur calculée et fixe : elle représente le facteur de corrélation entre la concentration en engrais et l'électroconductivité.

La conductivité optimale de la solution nutritive se situe aux environs de 2 mS/cm². Elle dépend du climat, du stade végétatif et de la variété cultivée. La conductivité optimale de la solution de drainage est alors identique à celle de la solution d'apport : les ions et l'eau sont absorbés dans les mêmes proportions pour que la plante ne manque de rien.

Pour le substrat, on tolère une conductivité d'environ 3 mS/cm². Il faut éviter les variations brusques de conductivité dans le substrat car les racines ne s'adaptent que progressivement à leur environnement. Quand une correction est nécessaire, il vaut mieux modifier la conductivité de la solution nutritive par paliers de 0,2 à 0,3 mS/cm et observer les valeurs obtenues dans le substrat.

La concentration en engrais conditionne fortement le prélèvement de l'eau par la plante. L'absorption de l'eau par les racines est régulée par un équilibre entre la concentration minérale à l'intérieur des cellules des racines et celle à l'extérieur des racines : l'eau migre du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré.

Selon la qualité du substrat, trois cas peuvent se présenter :

- L'eau et les solutés sont absorbés en quantité suffisante ;
- L'électroconductivité (EC) du substrat est faible. L'eau n'est pas très liée aux engrais et se déplace spontanément du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré, c'est-à-dire du substrat vers la plante. L'eau traverse facilement la membrane des cellules radiculaires ;
- L'électroconductivité du substrat est forte. L'eau est trop liée aux engrais et il n'y a pas assez de différence de concentration entre le substrat et l'intérieur de la racine. L'eau n'est alors pas absorbée en quantité suffisante.

En cours de culture, la mesure de la conductivité de l'eau de drainage permet de résoudre deux problèmes (cf. figure 22) :

- La solution de drainage est plus concentrée que la solution d'apport. L'eau est préférentiellement absorbée par la plante. Le risque de phytotoxicité est lié à un excès de salinité dans le substrat. Si la conductivité est trop élevée dans la solution de drainage, il est déconseillé

de la diminuer en arrosant à l'eau claire. Il est préférable de surirriguer 1 ou 2 jours avec une solution d'apport d'une conductivité légèrement inférieure à la normale (0,2 mS/cm en dessous de l'EC normale) tout en respectant un drainage de 30 % ;

- La solution de drainage est moins concentrée que la solution d'apport. Les ions sont préférentiellement absorbés par la plante. Les plantes risquent d'exprimer des déséquilibres. Il suffit alors d'augmenter progressivement l'électroconductivité de la solution d'apport.

Électroconductivité solution nutritive	Électroconductivité eau de drainage	
	trop faible (< EC solution nutritive)	trop forte (> EC solution nutritive)
Déjà faible	Il faut augmenter l'EC de la solution nutritive.	Problèmes culturaux En début de culture, il peut s'agir d'une libération d'éléments par le substrat. Il faut alors augmenter le drainage. En cours de culture, cela peut s'expliquer par une diminution des prélèvements d'éléments minéraux par la plante. Il faut alors vérifier l'état des racines et la conduite climatique, puisque le climat de la serre intervient sur la transpiration des plantes.
Normale	Il faut augmenter l'EC de la solution nutritive.	Il faut diminuer l'EC de la solution nutritive.
Déjà forte	Problèmes culturaux En début de culture, il peut y avoir un stockage d'éléments dans le substrat – exemple : absorption d'azote et développement d'une microflore. En cours de culture, il peut y avoir un prélèvement élevé d'éléments minéraux qui induit le développement de plantes vigoureuses. La conduite de la culture et celle du climat doivent être ajustées pour obtenir un meilleur équilibre. Il faut faire une analyse de la solution nutritive et du substrat.	Il faut diminuer l'EC de la solution nutritive.

Figure 20: Modification de l'électroconductivité de la solution nutritive en fonction de l'électroconductivité de la solution de drainage, pour un drainage égal à 30 % (CTIFL, 1995)

2.5.2 LES EFFLUENTS DES SERRES : LE DRAINAGE

2.5.2.1 Présentation et contexte

Une part importante de la production de légumes sous serres est obtenue actuellement à partir des cultures hors sol « en solution perdue ». Ces méthodes de culture engendrent actuellement des eaux de drainage contenant encore des élé-

ments nutritifs qui vont, soit s'infiltrer dans le sol, soit s'écouler dans le milieu environnant.

La quantité de solution drainée et rejetée peut atteindre 20 à 30 % des apports, soit l'équivalent de 2 000 à 3 000 m³ par hectare et par an.

Au total, sur une année, le rejet à une concentration d'environ 1,5 à 2 g/l représente de 3 à 6 tonnes d'éléments minéraux sous forme ionique par ha dont 1 tonne à 1,5 tonne d'azote sous forme NO₃. (cf. : )

Surface de serres maraîchères	Volumes d'effluents par ha	Concentration de la solution de drainage	Quantité d'éléments minéraux sous formes ioniques	Quantité d'engrais (éléments fertilisant uniquement)	Quantité d'azote N-NO ₃
40 ha	2 000 à 3 000 m ³	1,5 à 2 g/l	3 à 6 tonnes/ha	3 000 à 4 000 U/ha	300 à 400 U/ha

Tableau 21 : Récapitulatif sur les quantités d'effluents de serre à La Réunion (ARMEFLHOR)

2.5.2.2 Quatre méthodes pour gérer les eaux de drainage

Optimisation des apports en solution fertilisante

- **Réduire quantitativement les drainages en s'approchant des besoins des plantes**

Dans la pratique, un drainage est nécessaire pour éviter le risque d'accumulation de certains éléments dans le substrat et limiter les effets d'une irrigation hétérogène provoquant des manques d'eau avec accumulation de sels sur certaines zones.

Il est possible de diminuer de façon conséquente le drainage en utilisant des outils permettant de mieux appréhender la consommation de la plante. Différents systèmes de pilotage de l'irrigation existent en culture hors sol. Le plus communément utilisé est le pilotage par solarimètre. Il existe en effet une bonne corrélation entre le rayonnement solaire (ensoleillement) et la transpiration de la plante. L'utilisation du solarimètre permet donc de régler au mieux l'apport de solution avec la consommation de la plante et donc de limiter les rejets dans l'environnement.

- **Mieux adapter la composition en éléments nutritifs de la solution aux besoins des plantes**

Il est possible de remplacer en partie les nitrates par d'autres ions (sulfate, chlorure...). C'est ce qui est pratiqué en privilégiant les apports de calcium ou de potassium non plus sous forme de nitrate (nitrate de calcium ou nitrate de potassium) mais en partie sous forme de chlorure (de calcium ou de potassium) ou sulfate de potassium. Ces substitutions sont cependant limitées.

Épandage des eaux de drainage sur culture

- **Collecter les drainages pour les utiliser sur d'autres cultures (en sol sous abris ou en plein champ)**

La maîtrise des effluents liquides hors sol passe en premier lieu par une récupération performante des eaux de drainage. Le système de récupération doit être à l'abri de sources de contamination et éviter les fuites. Les eaux de drainage ainsi récupérées doivent être stockées temporairement. Le dimensionnement du stockage doit être pensé en fonction de la réutilisation prévue.

Un système de pompage puis d'épandage (aspersion, goutte à goutte...) doit équiper la parcelle sur laquelle le drainage doit être épandu.

Il convient également de penser à la filtration afin d'éviter les bouchages du système d'irrigation.

Suivant la culture, sur laquelle l'utilisation des eaux de drainage est prévue, un système de désinfection est requis.

- **Collecter les drainages et les réutiliser sur la même culture dans un système dit « fermé » ou en « solution recyclée »**

Cette méthode consiste à récupérer le drainage, le traiter et le réinjecter dans la culture en place en mélange avec la solution nutritive « neuve ». Le traitement est nécessaire pour éviter les risques de contamination essentiellement de champignon ou de bactérie sur l'ensemble de l'exploitation.

Différentes méthodes de désinfection existent :

- Chlore gazeux
- Ultra-Violet
- Ozone
- Traitement thermique...
- Ionisation



Le contexte législatif (loi sur l'eau du 3 janvier 1992, décret du 12 juin 96) impose de gérer l'eau de façon équilibrée et durable. Il interdit le déversement direct des effluents d'exploitations agricoles dans les eaux superficielles et souterraines.

L'ARMEFLHOR étudie en ce moment l'impact sur le rendement du recyclage en circuit fermé avec deux types de matériel de désinfection de la solution de drainage :

- Désinfection par ultra-violets
- Désinfection par ionisation

**Rejet aux normes :
envoyer le drainage
dans un bassin filtrant
à macrophytes**

Le producteur choisit avec cette méthode de rejeter des effluents aux normes. La teneur limite tolérée dans une eau de consommation est de 50 mg de NO_3^-/l . Même si le rejet d'eau potable n'est pas l'objectif, cette valeur est habituellement prise comme référence lorsqu'on parle de pollution azotée.

Le principe de la dénitrification de ces bassins est basé sur l'activité de bactéries anaérobies qui

utilisent l'oxygène des nitrates pour respirer et dégagent de l'azote gazeux (N_2). Cette réaction nécessite de la matière organique.

D'après les données bibliographiques, le passage dans le bassin filtrant abaisse fortement la concentration en nitrate dès 7 jours. Au bout de 10 à 14 jours, la concentration en azote passe en dessous du seuil de 50 mg/l.

Des essais sont actuellement en cours à l'ARMEFLHOR pour :

- Évaluer la quantité de matière organique suffisante pour dénitrifier le milieu ;
- Évaluer la capacité d'épuration pour les autres éléments minéraux ;
- Évaluer l'impact sur la flore bactérienne ;
- Évaluer la pertinence du matériel végétal.

Pour toute information complémentaire, contactez l'ARMEFLHOR. Pour obtenir ses coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

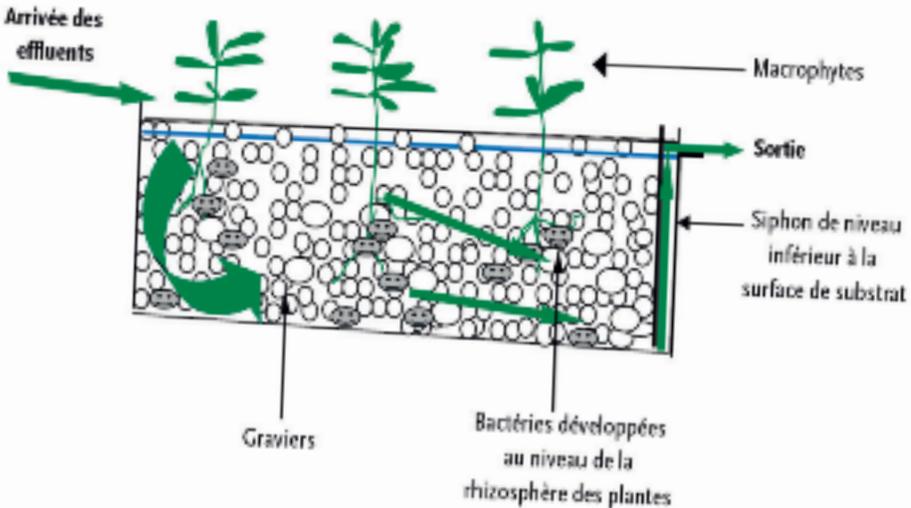


Schéma 22: Coupe transversale d'un bassin filtrant à macrophytes à flux horizontal (ARMEFLHOR)

CHAPITRE 2

AMENDEMENTS ET ENGRAIS



CE QU'IL FAUT RETENIR DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES POUR CE CHAPITRE

- La base du raisonnement en fertilisation est l'analyse de sol. Elle permet de suivre la qualité des sols et d'apporter les bonnes corrections, les bons amendements, et d'assurer à la plante un support fertile. L'échantillonnage est à la portée de tous et l'analyse par le laboratoire du CIRAD est peu coûteuse au regard du raisonnement de fertilisation et donc de la baisse des coûts qu'elle induit.
- Pour assurer l'efficacité de l'engrais épandu sur une parcelle, il faut connaître les besoins de la culture, de la plantation à la récolte. Cette connaissance permet au cultivateur d'apporter la bonne dose au bon moment en favorisant l'assimilation par les plantes tout en limitant les risques de pollution par transfert dans les cours d'eau.
- Établir un plan de fertilisation à partir de l'analyse de sol permet à l'exploitant d'élaborer un document technique prévisionnel des besoins quantitatifs et qualitatifs en fertilisant, en vue de réaliser son objectif de production. Malgré le manque de connaissances sur les arrières effets de la fertilisation à La Réunion, il reste un outil central de réflexion sur la fertilisation à mettre en place.
- L'agriculteur a le choix entre matières minérales et matières organiques. Leurs utilisations répondent à une réglementation et à une technicité qu'il est nécessaire de connaître pour assurer un bon rendement et éviter toute pollution des masses d'eau : calcul de la dose à apporter, réglage de l'épandeur, distances réglementaires d'épandage à respecter, prise en compte de la pente et des conditions météorologiques, etc. Toute fertilisation doit être réfléchie pour être efficace.
- En culture hors sol, les eaux de drainages ne doivent en aucun cas être évacuées directement dans le milieu naturel. Des moyens de traitement existent pour ces effluents.
- **En ce qui concerne la gestion des déchets, il est recommandé de se rapprocher de la Chambre d'Agriculture pour toute information concernant les lieux de collecte et les conditions d'acceptation des déchets. Vous pouvez également vous reporter à l'annexe III de ce guide.**

CHAPITRE 2

AMENDEMENTS ET ENGRAIS



POUR ALLER PLUS LOIN

VOS OUVRAGES :

- ARTAS, 2007. **Gagnez plus, c'est possible en mettant l'engrais ou l'herbicide au bon moment. Cahier technique – La canne**, n° 12, Aout 2007, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2006. **Les analyses de sol. Cahier technique - La canne**, n° 7, Aout 2006, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- Bourgaut G., ARTAS, 2006. **Bonnes pratiques agricoles en production de canne à sucre**. Version 4, février 2006, 23 p. *Disponible au CTICS*
- Chabalière P.-F., Fillols E., 2007. **Guide la fertilisation de la canne à sucre à La Réunion**. Avril 2007, 166 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture de La Réunion*
- Chabalière P.-F., Van De Kerchove V., Saint Macary H., 2006. **Guide de la fertilisation organique à La Réunion**. Avril 2007, 302 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture de La Réunion ou gratuitement sur le site : <http://www.mvad-reunion.org/-Guide-de-la-Fertilisation->*
- Chambre d'Agriculture de La Réunion, MVAD, 2008. **Ferti-run 2008 : Manuel de l'utilisateur**. 2008, 28 p. *Disponible gratuitement sur le site : <http://www.mvad-reunion.org/-FERTI-RUN-2007->*
- Chambre d'Agriculture de La Réunion, 1995. **Dossier(s) technico-économique(s)**. Plusieurs cultures sont concernées : carottes, pommes de terre, ail, melons, agrumes, anones, cucurbitacées, tomates, mangues, laitues. *Disponible à la Chambre d'Agriculture de La Réunion*
- Comité de Bassin Réunion, 2009. **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion 2010-2015**. Décembre 2009, 113 p. *Disponible à l'adresse suivante http://www.comitedebassin-reunion.org/rubrique.php3?id_rubrique=26*
- DAAF et CIRAD, 2007. **Atlas des matières organiques**. Décembre 2007, support numérique. *Disponible gratuitement à l'adresse suivante : http://www.cirad.fr/reunion/produits/produits/atlas_matiere_organique*
- Minatchy J., Simon S., 2009. **Guide de la tomate hors sol à La Réunion**. Février 2009, 186 p. *Disponible à la FDGDON*
- Vincenot D., Normand F., Amouroux P., Hoarau I., Joas J., Léchaudel M., 2009. **Guide de production intégrée de mangues à La Réunion**. Novembre 2009, 121 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture de La Réunion*

VOS SITES INTERNET :

- <http://www.mvad-reunion.org> : Site de la Mission de Valorisation Agricole des Déchets, de nombreuses publications sur la valorisation des matières organiques (fumiers, lisiers, composts, boues de STEP, etc.)
- http://www.cirad.fr/reunion/produits/prestations/analyses_agronomiques : Adresse du laboratoire des sols du CIRAD, formulaire de demande d'analyses, tarifs de l'année en cours, etc.
- <http://www.reunion.eaufrance.fr> : Système d'information sur l'eau du bassin Réunion

Vous pouvez consulter et emprunter gratuitement l'ensemble des ouvrages de ce guide, et bien d'autres publications, à la bibliothèque du CIRAD au pôle « 3P » à St-Pierre (cf. Votre carnet d'adresses page 250)

TABLE DES MATIÈRES DU CHAPITRE 3

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant	118
Aujourd'hui à La Réunion	120
3.1 PRÉVENTION	121
3.1.1 Choix d'une culture adaptée	121
3.1.1.1 Le sol et la plante	121
3.1.1.2 La plante et le climat	122
3.1.2 Travail du sol	123
3.1.2.1 Amélioration de la structure du sol et préparation du lit de semence	123
3.1.2.2 Limitation des infestations par les plantes adventices	123
3.1.2.3 Précaution après le travail d'un sol	124
3.1.3 Choix du matériel végétal	125
3.1.3.1 Plants certifiés en bonne santé	125
3.1.3.2 D'autres possibilités	126
3.1.4 Plantation/Association	126
3.1.4.1 Les cultures associées	126
3.1.4.2 La densité de plantation	128
3.1.5 Rotation des cultures	128
3.1.6 Agroécologie	129
3.1.6.1 Présentation	129
3.1.6.2 L'agroécologie à La Réunion	132
3.2 DIAGNOSTIC PHYTOSANITAIRE	133
3.2.1 Déterminer l'organisme pathogène, le ravageur ou l'adventice	133
3.2.1.1 Observation des parcelles et des cultures	134
3.2.1.2 Mode d'infestation	137
3.2.1.3 Matériel et techniques de prélèvement	138
3.2.1.4 Bien faire son échantillon	142
3.2.2 Seuils d'infestation	143
3.3 MÉTHODES DE LUTTE	145
3.3.1 Méthodes biologiques	145
3.3.1.1 La lutte biologique par les agents biologiques	145
3.3.1.2 La lutte biologique par l'éthologie	147
3.3.1.3 La lutte biologique par les pesticides biologiques ou non chimiques	148
3.3.2 Méthodes prophylactiques	149
3.3.2.1 Méthodes de prévention	149
3.3.2.2 Lutte physique	152
3.3.3 Méthodes chimiques	155
3.3.3.1 Avant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique	156
3.3.3.2 Pendant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique	159
3.3.3.3 Après l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique	164
3.3.3.4 La gestion des déchets agricoles générés par la protection phytosanitaire	166
Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre ..	171
Pour aller plus loin	172

CHAPITRE 3

PROTECTION PHYTOSANITAIRE



L'USAGE DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES permet d'assurer la protection des cultures mais leur emploi comporte de nombreux risques pour l'environnement et la santé. On retrouve ainsi des résidus dans l'air, le sol, l'eau et les produits que nous consommons. Ce chapitre du Guide des Bonnes Pratiques Agricoles à La Réunion est ainsi consacré à la protection phytosanitaire des cultures réunionnaises et au respect de la qualité de l'eau de l'île. Son objectif est de diffuser le plus largement possible auprès des techniciens, puis des agriculteurs réunionnais, les bonnes pratiques agricoles connues, appliquées et expérimentées actuellement afin de réduire l'usage des pesticides tout en maintenant un niveau de production agricole élevé et de qualité.

© Cheik.Saidou/Min.agri.fr



Par les auteurs: A. CORNU (Coop. des Avirons), B. DEBENAY (DAAF), J-P DEGUINE (CIRAD), C. GOSSARD (CA), R. GRAINDORGE (DAAF), L. MAILLARY (DAAF), J. MINATCHY (FDGDON), O. VILMIN (FRCA/AROP-FL), D. VINCENOT (CA), E. TRULES (ARMEFLHOR).



ANALYSE DES PRATIQUES ET DES CONNAISSANCES DE L'EXPLOITANT

Ces questions ont pour objectif d'appréhender, de manière générale, la gestion de la protection phytosanitaire sur l'exploitation. Les conseils prodigués par le technicien seront ainsi mieux ciblés, et adaptés, au cas par cas, en fonction des réponses de l'exploitant.

Comment choisit-il la culture à implanter dans ses parcelles ?

..... cf. 3.1.1

L'adéquation entre la culture et les caractéristiques environnementales de la parcelle est capitale. On utilise moins d'engrais et moins de pesticides avec une culture vigoureuse.

Connaît-il la pratique du « faux semis » ? Utilise-t-il du matériel collectif, pense-t-il à le désinfecter ?

..... cf. 3.1.2

Le faux semis limite l'usage d'herbicide et participe donc à l'amélioration de la qualité de l'eau.

L'utilisation collective de matériel est une solution avantageuse. Elle présente, cependant, le risque d'être un possible vecteur de maladies ou de ravageurs si le matériel n'est pas bien désinfecté entre chaque utilisation.

Comment s'approvisionne-t-il en plants et semences ?

..... cf. 3.1.3

L'approvisionnement en plants et semences certifiés permet d'être sûr de posséder un matériel végétal sain et vigoureux. L'exploitant utilisera donc moins de produits phytopharmaceutiques.

Utilise-t-il des associations de cultures ? Connaît-il les changements induits par une variation de la densité du semis ?

..... cf. 3.1.4

L'association de culture permet dans certains cas de limiter la pression parasitaire sur une

culture. L'agriculteur diminue ainsi le volume d'intrants sur ses parcelles.

En fonction, de la densité du semis, les conditions microclimatiques au niveau des rangs seront très différentes. C'est en fonction des problématiques phytosanitaires de la parcelle, que l'exploitant pourra adapter la densité du semis.

Met-il en place une rotation des cultures ?

..... cf. 3.1.5

Une rotation des cultures permet de limiter les fatigues de sol et les réapparitions de ravageurs ou de maladies d'un cycle cultural à l'autre.

Connaît-il les principes de l'agro-écologie ?

..... cf. 3.1.6

L'agroécologie est une agriculture fondée sur l'écologie. En ce sens, elle valorise les relations naturelles pour limiter les traitements chimiques. À La Réunion, cette pratique existe à travers le projet GAMOUR.

Comment effectue-t-il son diagnostic ? Comment estime-t-il l'importance de l'agression ?

..... cf. 3.2.1 et 3.2.2

Un mauvais diagnostic phytosanitaire ou une mauvaise détermination de l'organisme nuisible, induit une lutte inefficace qui engendre un coût supplémentaire, une prise de risques pour l'utilisateur, un impact néfaste sur ses cultures et leur environnement.

Un bon diagnostic phytosanitaire permet une lutte adaptée et raisonnée lorsqu'elle est nécessaire. Chaque attaque phytosanitaire ne justifie pas forcément une lutte (notion de seuils).

Connaît-il l'historique de ses parcelles (maladies, produits épandus) ? Connaît-il les enjeux et la réglementation s'appliquant à ses terres ?

..... cf. 3.3

L'historique des parcelles est capital pour appréhender la protection phytosanitaire dans le temps. Il permet de suivre l'évolution des maladies, les réactions des organismes nuisibles aux différents traitements et luttes, etc.

Selon la situation géographique de ses parcelles, un agriculteur peut être soumis à une réglementation particulière ou être situé dans une zone à risques ou à enjeux forts (ravines, cours d'eau, par exemple). Il est important de connaître ces informations pour participer à la gestion durable du territoire.

Ses méthodes de lutte sont-elles toujours chimiques ? Connaît-il d'autres méthodes de lutte ?

..... cf. 3.3.1, 3.3.2

Le choix d'une lutte chimique doit être un dernier recours. Il existe des méthodes de prévention et des méthodes alternatives comme les luttes biologiques et/ou mécaniques.

Ces différentes méthodes permettent de limiter l'emploi de produits phytosanitaires. L'exploitant,

le consommateur et le milieu sont moins exposés à des produits dangereux.

Comment entrepose-t-il ses produits phytosanitaires ? Contrôle-t-il ses équipements ?

..... cf. 3.3.3

Pour stocker ses produits phytosanitaires, l'exploitant agricole doit disposer d'un local sécurisé et imperméable. Ainsi, les différents produits ne sont pas en contact direct avec des personnes non protégées, des pluies ou avec des eaux de ruissellement. Ce local est obligatoire.

Un matériel contrôlé régulièrement et bien réglé, permet d'épandre la dose optimale de produit, et d'assurer ainsi, une bonne efficacité du traitement et un coût minimal.

Comment gère-t-il ses bidons, ses sacs ou encore ses emballages utilisés ?

..... cf. 3.3.3

Un bidon non rincé, enfoui, brûlé ou abandonné est une source de pollution importante pour le sol et l'eau, compte tenu de la toxicité du produit, de sa concentration en substances actives (non dilué comme pour le traitement). L'emballage constitue également une source de pollution.



© Cheik Saïbou / Min. agr.fr

AUJOURD'HUI À LA RÉUNION

De nombreux moyens existent pour assurer la protection des cultures. Parmi eux, la lutte chimique, régulièrement utilisée par les agriculteurs. Celle-ci est soumise à une réglementation, européenne et française, qui impose l'emploi de produits phytosanitaires homologués pour un usage.

Un usage, c'est l'utilisation d'un produit phytosanitaire sur une culture selon un mode d'application donné pour lutter contre un ravageur ou une maladie déterminée. Or, pour les cultures tropicales, on estime à plus de 80 % la proportion d'usages dépourvus de produits phytosanitaires autorisés (usages orphelins).

De plus, dans le cas d'usages pourvus, le nombre restreint de molécules implique l'utilisation répétée des mêmes produits générant, par la suite, des pertes d'efficacité et des phénomènes de résistance chez les parasites ciblés. Le surdosage, induit pour compenser la perte d'efficacité des produits utilisés, augmente le risque de présence importante de résidus de pesticides dans l'eau, l'air, le sol et les produits de récolte.

Pour pallier à cette situation, des plans d'actions régionaux, nationaux et européens sont mis en place portant en priorité sur l'identification des usages mineurs voire orphelins et sur les propositions qui peuvent être faites pour y remédier (règlement européen n°1107/2009 remplaçant progressivement la Directive 91/414, plan Écophyto 2018 élaboré suite au Grenelle de l'environnement). Ces plans d'actions ne se veulent ni exhaustifs ni définitifs. Ils constituent une étape préparatoire, fixant les orientations vers la recherche de solutions opérationnelles et durables. Ils ont vocation à évoluer progressivement au vu des résultats d'expertises complémentaires.

Ainsi à La Réunion, des essais d'homologation sont réalisés et/ou supervisés par le Service vétérinaire, phytosanitaire et de l'alimentation (plaquette Commission des usages orphelins) de la Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt.

Au regard du nombre d'usages actuellement dépourvus de produits phytosanitaires autorisés à La Réunion, et compte tenu de la disparition à terme de bon nombre de molécules chimiques (matières actives) du catalogue des produits phytosanitaires, il est primordial de mettre en avant tout le savoir faire existant à La Réunion pour diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires par des mesures préventives et alternatives non chimiques, pour participer à l'amélioration de la qualité des eaux réunionnaises et garantir à ses habitants une production agricole saine et respectueuse de l'environnement.

3.1 PRÉVENTION

Cette partie rappelle les principes de prévention applicables aux cultures et permettant de mettre en place une lutte rapide et efficace tout en limitant l'utilisation de produits phytosanitaires.

3.1.1 CHOIX D'UNE CULTURE ADAPTÉE

La pédologie de la parcelle, le climat et plus particulièrement le microclimat de la zone sont des facteurs extérieurs essentiels agissant sur la croissance et le développement de la plante. Leur prise en compte permet de réaliser le choix de la production agricole la mieux adaptée à la parcelle afin de réduire la pression phytosanitaire.

Une plante en bonne santé est une plante capable de résister à des attaques diverses. Elle doit, pour le rester, évoluer dans un environnement (sol, climat) qui lui est propre. Chaque culture possède ses exigences particulières.

Il est donc important de connaître les besoins d'une culture et les caractéristiques des parcelles dont l'agriculteur dispose avant l'implantation.



**Un plant de qualité +
Un environnement adapté
= Des défenses naturelles
bonifiées !**

3.1.1.1 Le sol et la plante

Comme nous l'avons énoncé précédemment, les caractéristiques de la parcelle et de son sol notamment, sont déterminantes quant à l'implantation d'une culture. Nous en présentons ici les caractéristiques principales.

Le pH ou potentiel en ions H⁺

Le pH du sol influe sur l'efficacité de la croissance d'une culture, car il affecte :

- La disponibilité des éléments nutritifs (et leur toxicité possible) ;
- L'activité des organismes pathogènes ;
- L'activité des micro-organismes ;
- Les dommages possibles aux cultures provoqués par certains herbicides.

Le choix d'une culture devra se faire en fonction de l'acidité du sol.

Exemple : l'ananas est cultivé en sol acide alors que le bananier préfère les sols plutôt neutres.



Ananas en développement

© Chaf. Salsou/Minagri.fr

Le drainage

Les caractéristiques de drainage d'un sol favoriseront préférentiellement un type de culture plutôt qu'un autre car il est une composante incontournable du pouvoir d'absorption d'une racine, de la quantité d'oxygène dans le sol ou encore de la disponibilité en éléments minéraux.

Les phénomènes de drainage seront différents selon l'emplacement de la parcelle, fond de vallon ou pleine pente, et selon la nature du sol. Un sol saturé en eau, peu drainant, provoquera une asphyxie partielle ou totale des racines. Les plantes sont plus ou moins adaptées à cette caractéristique du sol.

Exemple : la carotte, tout comme l'ail, préfère les sols drainés, plus riches en oxygène.

Pour connaître les caractéristiques d'un sol et conseiller un agriculteur, l'analyse de sol est indispensable.



Il est recommandé d'effectuer une analyse de sol pour connaître les besoins en fertilisants, mais aussi, pour connaître les caractéristiques pédologiques de la parcelle. Ceci, afin d'orienter le choix de la culture.

Un sol est une structure complexe qui évolue au cours du temps, il est donc important d'en effectuer régulièrement.

Pour effectuer le prélèvement de sol, reportez-vous à la [page 68](#), chapitre II du guide.

Pour connaître les modalités d'une analyse de sol ainsi que le prix, reportez-vous à la rubrique Votre carnet d'adresses, Laboratoire des sols du CIRAD, [page 250](#).

3.1.1.2 La plante et le climat

Le climat agit directement sur les plantes à chacun de leurs stades végétatifs : température, humidité de l'air, pluviométrie, vent et ensoleillement favorisent ou non la germination, la crois-

sance végétative, la floraison, la nouaison, la fructification, les rendements bruts et les teneurs en sucre, en protéines, en amidon, en huile, en vitamines, etc.

Le climat agit aussi indirectement sur les rendements quantitatifs et qualitatifs des plantes. Du climat dépend la résistance des plantes aux maladies, aux insectes et aux mauvaises herbes.

L'évolution des ennemis des cultures et de leurs prédateurs naturels dépend de la température, de l'humidité, de la pluie et des vents qui les disséminent. En fonction de données climatiques, il sera possible de conseiller l'implantation ou non d'une espèce cultivée en fonction de sa sensibilité à un organisme nuisible susceptible d'être présent selon le climat.

Exemple : une culture sensible à l'oïdium devra être prioritairement implantée sur une parcelle au taux d'ensoleillement élevé.

L'agriculteur peut disposer d'un équipement minimal d'observations météorologiques afin de connaître, à l'échelle de la parcelle, les conditions climatiques et ainsi l'aider à prendre les bonnes décisions. En effet, d'un champ à l'autre (et même à l'intérieur d'une même parcelle), les paramètres abiotiques (humidité, température, luminosité...) varient. Ces différences sont évidemment minimes sinon nulles lorsque les parcelles sont situées en terrain plat et ouvert. Elles sont au contraire accentuées entre une parcelle située sur un plateau et d'autres en coteau ou en cuvette ou en fond de ravine, entre une parcelle découverte et d'autres abritées de haies ou en lisière de forêt.

Exemples : les effets aérodynamiques, thermiques, sur les échanges de vapeur d'eau des haies et du bocage ainsi que sur le bilan radiatif et le rendement des cultures.

Pour obtenir des références bibliographiques, reportez-vous à la rubrique Pour aller plus loin de ce cha-



Il est primordial de connaître les conditions idéales de développement d'une culture en consultant la littérature disponible. Ceci, afin de faire le choix d'une culture naturellement bien adaptée et vigoureuse.

pitre, à la bibliographie de ce guide ou auprès des structures comme la Chambre d'Agriculture, l'ARMEFLHOR ou encore les coopératives (FRCA, AROP-FL). Leurs coordonnées sont disponibles dans Votre carnet d'adresses [page 250](#).

Le choix de la culture (adaptée aux parcelles disponibles) n'assure pas seul la réussite de celle-ci. Le travail du sol est également un facteur important pour assurer une production de qualité, en qualité.

3.1.2 TRAVAIL DU SOL

En agronomie, le travail du sol est réalisé par une série d'interventions culturales à l'aide d'instruments à rotors destinés à créer un milieu favorable pour le développement des cultures. Il peut être exécuté avant la mise en place d'une culture, ou pendant son développement.

3.1.2.1 Amélioration de la structure du sol et préparation du lit de semence

L'amélioration de la structure du sol consiste à réduire sa compacité. Le but étant de créer des conditions favorables au développement des racines. Cela facilite d'autant plus l'exécution d'autres interventions culturales, comme la reprise de labour ou la préparation du lit de semence.

L'émiettement des mottes de terre facilite la germination des semences en facilitant leur contact avec les particules de sol. On favorise ainsi un bon taux de tallages pour des cultivars vigoureux n'ayant pas rencontré de difficultés pour « sortir ».

3.1.2.2 Limitation des infestations par les plantes adventices

Mise en place du faux semis

Le faux semis consiste à préparer le sol, mécaniquement, pour favoriser l'émergence des adventices (grâce aux pluies ou avec l'ajout d'une irrigation). Il est alors plus simple de les éliminer en l'absence de la plante cultivée.

Cela permet d'éviter les infestations précoces dans les cultures en réduisant le stock de graines d'adventices présent dans le sol.



Levée d'adventices après un faux semis

© E. Truiss, ARMEFLHOR

C

PLUSIEURS EFFETS SONT INDUITS :

- *Limitation des eaux stagnantes et donc diminution du développement de maladies cryptogamiques,*
- *Limitation de l'érosion et donc de pollution de nos cours d'eau en favorisant la pénétration des racines,*
- *Amélioration de l'équilibre entre eau et air dans le sol grâce à l'écoulement plus rapide de l'eau en excès.*



© E. Truiss, ARMEFLHOR

Avantages et contraintes de cette pratique

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Lutte contre les adventices (forte diminution du nombre potentiel d'adventices germées); • Lutte contre les ravageurs et les maladies: destruction par l'action des rayons solaires sur les champignons (rhizoctone, Pythiacées), les œufs et larves de ravageurs (ver blanc, taupin, mouches des semis); • Respect de l'environnement en diminuant l'utilisation de produits phytosanitaires pour détruire les adventices restantes, un nombre important étant détruit avant le semis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation du sol avant l'implantation de la culture ce qui n'est pas toujours évident et compatible avec le planning de plantation; • Nécessité de conditions climatiques favorables à la germination (températures douces, précipitations, etc.) et au passage des équipements dans le champ; • Nécessité de passages supplémentaires d'un engin mécanisé, et donc consommation de carburant et risques de compactage accrus.

Figure 1 : Avantages et contraintes du faux semis (ARMEFLHOR)

Ce procédé peut permettre dans bien des cas de réduire l'utilisation des herbicides. Il s'avère être un moyen de lutte efficace contre certaines vivaces, voire le seul (cf. *Caro canne* N° 14 avril 2008).

Cette pratique doit être mise en place AVANT l'implantation de la culture. Pour une bonne réussite, il faut réaliser ce travail 3 à 4 semaines avant la date du semis, dans de bonnes conditions de levée des adventices.

Il conviendra de les détruire ensuite par un désherbage mécanique, un désherbage thermique ou un désherbage chimique (cf. 3.3.2).

3.1.2.3 Précaution après le travail d'un sol

Après un travail du sol, l'outil doit être désinfecté pour éviter toute transmission de maladies, mais aussi d'adventices, à d'autres parcelles. Cette précaution est d'autant plus importante dans le cadre d'association de producteurs où le matériel est géré collectivement: la multiplication du nombre de parcelles sur lesquelles le matériel est utilisé augmente le risque de contamination et de propagation.



UN RÉFLEXE À AVOIR :

la désinfection et le rinçage du matériel

Rincer les parties en contact avec le sol (outils, carters de protection, etc.) à l'eau claire avec un appareil à haute pression pour bien enlever la terre, puis, désinfecter.

Ces différents produits doivent être utilisés dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur. Vérifier avant toute utilisation que leur emploi est toujours autorisé sur le site Internet www.e-phy.agriculture.gouv.fr ou auprès du Service vétérinaire, phytosanitaire et de l'alimentation de la DAAF.

Pour toute information complémentaire, contactez la Chambre d'Agriculture, l'ARMEFLHOR ou un technicien de coopérative (cf. FRCA) si l'agriculteur est adhérent. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses page 250.

Spécialité commerciale	Substance active	Type de désinfectant
DETERQUAT DDM	Chlorure de didecyl diméthyl ammonium	Ammonium quaternaire
G4F	Chlorure de didecyl diméthyl ammonium glutaraldéhyde métaraldéhyde	Ammonium quaternaire
CIP 4200	Hypochlohydrite de sodium	eau de javel
DETERQUAT AMC	Hypochlohydrite de sodium	eau de javel

Figure 2 : Exemple de désinfectants disponibles à La Réunion (DAAF)

Source : Guide pratique de prophylaxie à l'usage des producteurs d'Anthurium de La Réunion, DAF de La Réunion, 2010

3.1.3 CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est important pour le bon démarrage d'une culture, c'est la base de sa réussite. Il est donc important d'orienter les producteurs vers la sélection de matériel végétal de qualité.

3.1.3.1 Les plants certifiés en bonne santé

Acheter des plants certifiés est un atout pour le producteur, il est sûr de la qualité de son matériel végétal contrairement aux plants produits chez lui ou chez un autre producteur.

Les plants certifiés, commercialisés par les pépiniéristes agréés après avis du Service Officiel de Contrôle (SOC), répondent aux normes européennes pour leur commercialisation. Plusieurs normes existent comme :

- Agrumes norme CAC (Conformité Agricole Communautaire);
- Plants certifiés (ail, vanille, fraisimottes).

Plusieurs phénomènes de résistance sont observés comme :

- Résistance au flétrissement bactérien sur solanacées (aubergine, tomate...);
- Résistance au virus (tomate, poivron...).

De nombreux pépiniéristes ont adhéré à la démarche du Groupement National Interprofessionnel des Semences et des plants (GNIS) et demandé le contrôle de leur pépinière par le SOC afin d'obtenir un agrément et valoriser leurs démarches de production de plants et de semences.

Un important travail a été effectué avec les fournisseurs de semences importées afin de proposer du matériel végétal adapté aux spécificités réunionnaises, tant sur la résistance aux maladies que sur la conduite culturale.

Pour la canne à sucre, eRcane travaille sur la création de nouvelles variétés répondant aux besoins des producteurs locaux. Ce centre technique appuie ses recherches sur l'amélioration des rendements ou encore la richesse en sucre.

Pour toute information complémentaire, contactez l'ARMEFLOR, la Chambre d'Agriculture ou



© E. Tréha ARMEFLOR

le groupement de l'exploitant s'il est adhérent (FRCA). Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.1.3.2 D'autres possibilités

La pression phytosanitaire peut déterminer le choix du matériel à utiliser en fonction de sa résistance aux ravageurs. Notons par exemple le cas de la greffe de l'aubergine sur « bringelle marron » pour sa capacité à résister au *Ralstonia solanacearum* (agent du flétrissement bactérien).

Procéder au repiquage des plants plutôt que de semer peut être intéressant. On diminue ainsi le volume de produits phytosanitaires pour cette culture. Toutefois cette intervention nécessite plus de main-d'œuvre.

Exemple : pour l'oignon, le repiquage permet de sécuriser le stade de levée et d'obtenir par conséquent un plant plus vigoureux lors de la mise en pleine terre.

Une fois les semences ou les plants sains obtenus, l'exploitant peut faire le choix d'associer plusieurs cultures. Nous détaillons dans la partie suivante, les principes et les bénéfices d'associations de cultures.

3.1.4 ASSOCIATION DE CULTURES ET DENSITÉ DE PLANTATION

3.1.4.1 Les cultures associées

L'association de cultures consiste à cultiver plusieurs espèces végétales ou variétés sur la même parcelle en même temps. Le phénomène de compagnonnage (allélopathie) qui en résulte permet la protection des cultures contre divers parasites et maladies. On distingue plusieurs types de cultures associées répertoriés dans le tableau page ci-contre.



Type d'association	Principe	Avantages	À La Réunion...	
Association variétale	<ul style="list-style-type: none"> Mise en culture de plusieurs variétés de plantes sur une même parcelle. Semis souvent réalisé en mélange ou rangs alternés. 	<ul style="list-style-type: none"> Combinaison des différentes résistances des variétés vis-à-vis des maladies ; les contaminations secondaires (de plante à plante) seront limitées par un effet « barrière » des plants de variétés résistantes ou moins sensibles. Semis et récolte simultanés 		
Association d'espèces	<ul style="list-style-type: none"> Mise en culture de plusieurs espèces de plantes sur une même parcelle. 	<ul style="list-style-type: none"> Semis simultanés ou différés mais récoltes en même temps. <i>Exemple : association céréales + légumineuses.</i> 	Canne +	Tomates Choux Haricots Cucurbitacées
Association avec des cultures pérennes				
Agroforesterie	<ul style="list-style-type: none"> Système de culture alliant la sylviculture ou arboriculture et la culture d'espèces annuelles. 	<ul style="list-style-type: none"> L'association des espèces pérennes ligneuses (arbres) et des productions agricoles (espèces annuelles) crée des interactions positives entre les espèces végétales (entretien du sol, protection mutuelle contre les ennemis des cultures). L'agroforesterie permet également une diversification de la production. 	Agrumes/letchis Mangue/papayer	
Semis sur couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> Semis réalisé directement sur un couvert végétal. Récolte de la plante (souvent une céréale) en laissant le couvert végétal pour la culture suivante. 	<ul style="list-style-type: none"> Un couvert végétal permanent (souvent replanté tous les 3 à 5 ans) permet de piéger les nitrates et de limiter la pousse des adventices. 	En étude	
Association avec une plante auxiliaire	<ul style="list-style-type: none"> Semis de plantes auxiliaires intercalés avec la culture. Les plantes auxiliaires ne sont pas récoltées. 	<ul style="list-style-type: none"> Des rangs d'une plante à fleurs peuvent constituer des réservoirs de biodiversité et héberger des parasitoïdes ou prédateurs des ravageurs des cultures et ainsi réduire la pression parasitaire sur la culture principale (cf. partie 3.1.5). 		
Association avec une plante piège	<ul style="list-style-type: none"> Semis de plantes pièges intercalés avec la culture. Les plantes pièges ne sont pas récoltées. 	<ul style="list-style-type: none"> Ces plantes pièges attirent davantage les ravageurs que la culture principale. Les ravageurs ont donc une incidence et une virulence moindres sur la culture principale. 	Maïs/cucurbitacée Canne à sucre et érianthus	

Figure 3: Différents modes de cultures associées

De manière générale, les bactéries et les champignons nuisibles se multiplient plus facilement dans les monocultures. Dans le cas de cultures associées, les ravageurs se heurtent rapidement à une limite, c'est-à-dire une autre plante qu'ils

n'arrivent pas à envahir. Plus les familles ou les espèces cultivées sont différentes, plus elles sont éloignées génétiquement et moins elles ont de parasites en commun (Gran-aymerich L., 2006, cf. bibliographie).

3.1.4.2 La densité de plantation

Le choix de la densité de semis est fonction des caractéristiques de la parcelle et des besoins de la culture choisie. On distingue les différentes densités de semis suivantes :

• Densité de semis faible

Une densité de semis faible (quantité de plants réduite sur une parcelle) améliore les conditions d'implantation de la culture. Les plants se développent mieux, ce qui limite le phénomène de verse par exemple. Une culture conduite sur une parcelle sujette aux attaques de ravageurs et/ou maladies (foyers de parasites proches, fort taux d'humidité, faible ensoleillement...) préférera une densité de semis faible. On constate également un effet sur l'hygrométrie au niveau de la parcelle. De manière générale, l'apparition des maladies aériennes et leur propagation sont limitées (Gran-aymerich L., 2006).

Exemple : pour le haricot, le développement de la pourriture grise du haricot est favorisé par des conditions humides. Il conviendra donc d'effectuer des plantations aérées (Carnet Surveillance Phytosanitaire du haricot, Service de la protection des végétaux, 1997).

• Densité de semis élevée

Une densité de semis élevée (quantité importante de plants sur une parcelle) permet à la culture d'exercer une concurrence forte sur les adventices, grâce à l'établissement d'une couverture du sol importante (Fiche n° 9 : écartement réduit, Gran-aymerich L., 2006).

Exemple : pour une culture faisant suite à une friche, on préférera un semis dense afin de limiter l'installation d'une flore adventice importante.

• Écartement réduit

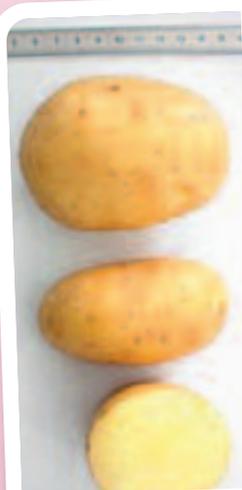
Lorsque la distance entre les rangs est aussi proche que possible de la distance entre pieds sur le rang, la concurrence de la culture vis-à-vis des adventices est augmentée, ce qui limite la croissance et la production de semences de ces dernières. La distribution de la culture est régulière dans les deux dimensions du plan de la parcelle (Fiche n° 10 : écartement réduit, Gran-aymerich L., 2006).

Le choix de la densité du semis est donc conditionné par les « sensibilités » de la culture et le contexte environnemental de la parcelle. Il est donc important de se référer à la littérature existante.

Pour cela, reportez-vous à la rubrique Pour aller plus loin de ce chapitre, à la bibliographie de ce guide ou auprès des structures comme la Chambre d'Agriculture, l'ARMEFLHOR ou encore les coopératives (FRCA, AROP-FL). Leurs coordonnées sont disponibles dans Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.1.5 ROTATION DES CULTURES

À La Réunion, les exploitations maraîchères sont de petite taille, entre 2 et 3 hectares. Les agriculteurs n'ont donc pas toujours l'opportunité de mettre en pratique une rotation des cultures.



Rotation des cultures

T1	T2	T3	T4
Mise en culture	Légumineuses	Légumes feuilles	Légumes racines
Pommes de terre	Pois, haricots, fèves	Choux, poireaux, concombres, céleris	Oignons, navets, carottes, échalotes

Figure 4: Suite de légumes possible

Pour atteindre un seuil de rentabilité intéressant, certains exploitants sont contraints d'effectuer la replantation de la même famille ou du même légume. Les conséquences sont l'apparition de maladies telles que le flétrissement bactérien sur solanacée, la hernie du chou, ou encore la fusariose.

Le maintien d'une culture sur une même parcelle assure la survie du parasite alors qu'une rotation des cultures supprime le support de développement de l'organisme nuisible (la culture infestée) année après année, la population du ravageur diminue.

Lorsque cette pratique est correctement réalisée, elle permet :

- Une baisse de la quantité d'organismes nuisibles donc de l'utilisation de produits phytosanitaires pour son contrôle;
- Un maintien, voire une hausse de la fertilité des sols et donc une baisse d'apport en fertilisants.

Cette baisse d'utilisation en intrants est bénéfique pour la qualité du sol et de l'eau (diminution des risques de pollution) pour l'agriculteur (diminution des risques sur la santé et des coûts moindres) et pour le consommateur.

Localement, les agriculteurs pratiquent beaucoup les cultures intercalaires (cf. 3.1.4 Association de cultures et densité de plantation). Cependant, certaines rotations peuvent être pratiquées de type oignon/canne ou canne/ananas ou tomate. Même si elles sont peu courantes, ces méthodes limitent les « fatigues de sol » ainsi que l'apparition d'agents pathogènes.

Pour les maraîchers, les cultures se suivent chaque année : pomme de terre, chou et carotte. Cependant, il manque, dans la plupart des cas, la légumineuse qui fixe l'azote dans le sol.

En général, le schéma de rotation est le suivant : pomme de terre (ameublissement du sol par nettoyage), légumineuse pour enrichir le sol en azote, légume feuille (consomme l'azote de surface) et légume racine (consomme l'azote plus profond). On peut également en vue du contexte local (fortes pluies et période cyclonique) incorporer

un engrais vert qui limitera les phénomènes d'érosion sur les sols nus et les inter-rangs.

La rotation parfaite équilibre les besoins des cultures et du sol, le calendrier des perturbations et les intérêts de l'agriculteur.



Il est recommandé d'effectuer une rotation des cultures complète. En effet, une bonne rotation est un outil efficace de lutte contre les adventices, les organismes nuisibles des cultures et les carences en nutriments.

3.1.6 AGROÉCOLOGIE

3.1.6.1 Présentation

La protection agroécologique des cultures s'appuie sur 3 grands piliers :

- La prophylaxie
- La gestion des habitats
- La lutte biologique

Si la prophylaxie est une approche incontournable, probablement la plus efficace quand elle est pratiquée correctement, ce qui n'est pas toujours le cas du fait qu'on n'observe pas immédiatement son efficacité dans une démarche curative trop répandue, la gestion des habitats (peuplements végétaux cultivés et non cultivés) et l'implantation d'auxiliaires (lutte biologique) sont deux approches liées.

Pourquoi les monocultures sont-elles particulièrement sensibles aux ravageurs ?

De manière générale, la sensibilité des agro-écosystèmes intensifs, dont ceux privilégiant

les monocultures, s'explique principalement par une perte de biodiversité végétale. Une culture pure, caractérisée aussi par l'uniformisation des stades végétatifs, a progressivement remplacé des systèmes de cultures associant plusieurs plantes ou intégrant plusieurs variétés en mélange, celles-ci étant souvent moins favorables aux ravageurs spécialisés. L'apparition des auxiliaires dans les parcelles, habituellement retardée par rapport à celle des ravageurs, est retrouvée également décalée dans l'espace pour les monocultures, notamment pour ce qui est du centre des parcelles. À l'échelle de l'agro-écosystème, l'augmentation de la taille des parcelles, leur agrégation et la disparition progressive des zones non cultivées a accentué cette tendance, rendant les habitats plus favorables aux ravageurs et plus défavorables aux ennemis naturels.

Pourquoi planter des végétaux pour protéger les cultures ?

On trouve généralement moins de ravageurs, spécialisés mais aussi généralistes, dans les agro-écosystèmes diversifiés. De plus, les populations d'auxiliaires y sont souvent plus abondantes. La réduction de l'impact des ravageurs avec l'augmentation de la biodiversité végétale s'appuie sur deux hypothèses :

- L'augmentation de l'impact des ennemis naturels
- La dilution de la ressource alimentaire des ravageurs. Cependant, une grande diversité végétale ne garantit pas une réduction systématique de l'impact des ravageurs. La qualité des plantes introduites est aussi importante que le nombre de plantes introduites.

Favoriser l'action des insectes utiles grâce à l'implantation de plantes : la lutte biologique de conservation

Classiquement, la lutte biologique est mise en œuvre soit sous la forme de l'introduction-acclimatation d'organismes auxiliaires exotiques, soit sous celle de traitements biologiques à l'aide d'auxiliaires multipliés en masse. En dépit de résultats souvent spectaculaires, ces techniques ne connaissent pourtant qu'un succès limité, sans doute en raison des spécificités de leur mise en œuvre.

Les contraintes croissantes, liées à l'utilisation de pesticides de synthèse, incitent cependant à reconsidérer les mesures préventives. Parmi

celles-ci, la lutte biologique de conservation : par une bonne gestion des habitats et une diversification végétale adaptée, on cherche à maintenir, développer ou installer une population d'insectes indigènes utiles.

Pourquoi l'implantation de végétaux peut-elle être favorable aux insectes utiles ?

Le choix de ces ressources végétales nouvelles dans l'agro-écosystème découle en premier lieu des besoins des insectes utiles : ressource alimentaire alternative (nectar, pollen ou miel), sites de refuge (ombre, microclimat en conditions climatiques particulières, passage de la saison froide, protection contre les pesticides) ou une ressource en proies ou hôtes alternatifs.

On cherche non seulement à augmenter la quantité mais aussi à améliorer la qualité des habitats des auxiliaires.

L'implantation de végétaux doit également prendre en compte les caractéristiques de temps.

Exemple : pour favoriser l'arrivée précoce d'auxiliaires avant l'arrivée des ravageurs, ainsi que l'arrangement spatial, pour faciliter l'augmentation des populations et leur dispersion sur les cultures.

On peut également améliorer les effets directs de la biodiversité végétale introduite dans l'agro-écosystème.

Exemple : dans un objectif d'augmenter les ressources alimentaires de parasitoïdes, tels que pollen ou nectar, il est possible d'envisager des pulvérisations d'attractifs alimentaires de complément à certaines époques. En revanche, l'implantation de bandes fleuries pérennes est une forme de gestion d'habitats qui apporte une réponse durable.

Comment planter des végétaux sur le terrain pour protéger les cultures ?

Plusieurs étapes visant à incorporer de la diversité végétale dans les agro-écosystèmes sont à respecter :

- La sélection des espèces les plus appropriées
- Le choix de l'arrangement spatial et temporel de ces plantes dans et autour des parcelles
- La compréhension des mécanismes de modification de comportement des ravageurs et des ennemis naturels

- L'identification des éventuels effets négatifs de ces plantes pour ne retenir que celles qui peuvent avoir des impacts également positifs pour d'autres aspects (fertilité par exemple).

De plus, l'incorporation de diversité végétale doit être envisagée à trois niveaux : à l'intérieur des parcelles cultivées, autour de ces parcelles (bords de champs, talus, haies...) et à l'échelle du paysage. En effet, les résultats montrent que les ennemis naturels des principaux ravageurs des cultures dépendent beaucoup plus des autres habitats non cultivés (moins dérangés, pérennes) que des cultures elles-mêmes.

Ceci est d'autant plus important que les arthropodes sont des organismes mobiles. Par ailleurs, dans le cas de plantes annuelles, les ressources nécessaires aux arthropodes utiles ne sont plus présentes dans les parcelles labourées, il est donc pertinent que des plantes pérennes soient utilisées à cette échelle du paysage (haies par exemple).

Peut-on concilier protection des cultures et préservation de la biodiversité ?

Les insectes exploitent les couloirs ou corridors biologiques. Ces observations commencent à être

utilisées en protection des cultures. Celles relatives aux corridors biologiques s'intègrent de préférence dans une stratégie collective, et le plus souvent contractuelle, de conservation de la diversité biologique dans son ensemble. Des études encore préliminaires révèlent que les populations d'insectes parasitoïdes sont particulièrement sensibles à la fragmentation des habitats, sans doute en raison d'une capacité de distribution moindre que celle des espèces phytophages.

Quelques exemples d'implantation de végétaux pour protéger les cultures

La figure 5 donne un aperçu des différentes techniques d'incorporation de végétaux dans l'agro-écosystème utilisables pour protéger les cultures contre les bioagresseurs.

Les bords des parcelles cultivées sont aujourd'hui des lieux à prendre en compte pour la protection des cultures. En effet, l'abondance et la diversité des prédateurs et des parasites qu'on rencontre dans les champs sont proportionnelles à celles que l'on rencontre sur les bords des parcelles, considérés comme des réservoirs d'ennemis naturels. L'impact de ces ennemis naturels est d'autant plus important que la végétation est sauvage. À une échelle encore plus large, les corridors ont largement montré leur

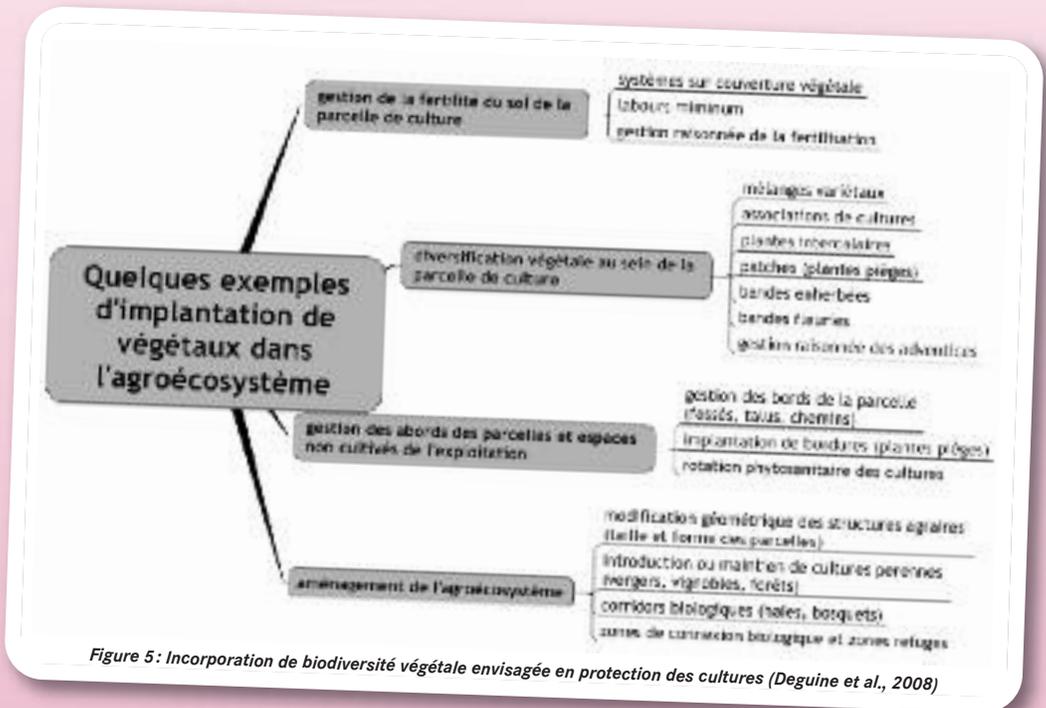


Figure 5 : Incorporation de biodiversité végétale envisagée en protection des cultures (Deguine et al., 2008)

intérêt. Ils peuvent mettre en relation les alentours des champs et jusqu'à la parcelle (voire jusqu'au centre de la parcelle). Ces corridors deviennent alors des réservoirs permanents de nourriture et de refuges alternatifs pour les ennemis naturels.

3.1.6.2 L'agroécologie à La Réunion

Les dégâts liés aux Mouches des légumes dans les cultures de plein champ à La Réunion peuvent engendrer jusqu'à 90 % de pertes. Ils sont dus aux femelles qui pondent leurs œufs dans les fruits, puis les larves se développent en se nourrissant de la pulpe jusqu'à entraîner son pourrissement et sa chute. Les méthodes de lutte chimique utilisées pendant des années sont désormais considérées comme inefficaces.

Dans le cas des cultures de Cucurbitacées de plein champ (courgette, courgette, concombre, etc.), des études sur la bioécologie des mouches ont montré que des bordures de maïs sont très attractives et concentrent finalement les popu-

lations de mouches, à la fois par l'abri et l'alimentation qu'elles fournissent (pollen et nectar).

L'existence de cette concentration de Mouches « piégées » sur le maïs permet de concevoir et de mettre en place un programme de protection agroécologique contre les Mouches des légumes.

Par ailleurs, le maïs permet également d'héberger des insectes utiles, à la recherche de nectar et de pollen.

La prévention est une des composantes majeures de la conduite d'une culture, pour limiter les agressions et l'utilisation de produits phytosanitaires. Cependant, l'état des connaissances à La Réunion et la forte pression parasitaire obligent les exploitants à surveiller étroitement leurs parcelles. La surveillance et le diagnostic sont les éléments d'une deuxième composante majeure de la protection phytosanitaire.

La partie suivante présente les moyens disponibles et les bons réflexes à avoir.



Bordure de maïs sur culture de Cucurbitacées

3.2 DIAGNOSTIC PHYTOSANITAIRE

Les symptômes liés à des problèmes non parasitaires sont les mêmes que ceux causés par des agents parasitaires. Si le contrôle de la conduite culturale ne révèle pas de défaillance, l'hypothèse d'une cause parasitaire est à étudier. Leurs conséquences sur le bon développement des cultures sont très variables au niveau des dégâts (effet direct) comme des pertes (incidence économique).

3.2.1 DÉTERMINER L'ORGANISME PATHOGENE, LE RAVAGEUR OU L'ADVENTICE

La reconnaissance des organismes nuisibles est primordiale pour prévenir toute pullulation et pour mettre en place des actions de lutte immédiates et adaptées. On raisonne la pratique phytosanitaire en optimisant la prophylaxie.

Dans une zone cultivée, les problèmes à gérer peuvent avoir différentes origines :

- Des agents pathogènes responsables de maladies : virus, bactéries, champignons ;
- Des ravageurs : insectes, acariens et nématodes, oiseaux, mammifères ;
- Des adventices.

Dans le cas des adventices, leur nuisibilité par rapport à une culture peut être de diverses natures :

- Directe : concurrence par rapport aux éléments nutritifs, allélopathie, diminution de rendement très significatives,
- Indirecte : réservoir de problèmes, contraintes dans la conduite culturale.

Dans le cas des attaques d'agents parasitaires, la culture va exprimer des symptômes qu'il convient de comprendre et de reconnaître pour en identifier la cause et mieux la gérer.



Devant la complexité des problèmes phytosanitaires, le risque de confusion et d'application d'une stratégie de lutte non ciblée et inefficace est grand.

Il est donc vivement recommandé de bien observer et de suivre la culture afin de détecter au plus tôt les premiers symptômes et savoir bien réagir.

En cas de doute contactez la FDGDON. Leurs coordonnées sont disponibles dans Votre carnet d'adresses page 250.



Impact des adventices sur la croissance des cannes

© C. Gosard, Chambre d'Agriculture

3.2.1.1 Observation des parcelles et des cultures

Observation de la zone cultivée

Le vent, la pluie et le ruissellement d'eau transportent beaucoup d'organismes nuisibles. La proximité de cultures avoisinantes (cultivées ou sauvages) représente aussi des risques potentiels d'attaques. Les premières plantes exposées seront donc celles situées en bordure de parcelle ou dans le cas des cultures sous abris, celles se situant à l'entrée de la structure ou au niveau des ouvrants. Les premiers points d'observation se feront donc au niveau des rangs de bordure.

Ces points seront complétés par des arrêts ponctuels à l'intérieur de la parcelle, surtout si des altérations sont notées sur les cultures (anomalies de développement, de couleur et de forme). Les zones présentant des conditions favorables à l'installation des problèmes seront aussi préférentiellement observées (présence d'un point d'eau, d'une cuvette dans le sol, en bas d'une pente ou à l'ombre).

Chaque stade phénologique de la plante nécessite une vigilance de la part du producteur : semis, plantation, développement végétatif, floraison, nouaison, fructification et récolte.

La connaissance des ennemis de la culture et de leurs conditions favorables détermine les périodes complémentaires d'observation. Une attention particulière sera apportée après des événements climatiques particuliers (pluies persistantes, cyclone).



Pour une meilleure surveillance des cultures, ayez le réflexe de conseiller la pose de pièges !

Les pièges (cf. 3.2.) permettent de détecter précocement l'arrivée de certains ravageurs. Ils peuvent être utilisés comme moyen de lutte mais également comme moyen très efficace de surveillance. Les luttés physiques, mécaniques et biologiques sont alors très efficaces et peu coûteuses.



Observation de la parcelle

Observation de la culture

L'observation a pour but de détecter précocement les premières apparitions des organismes nuisibles et des symptômes. Il est donc important de savoir bien regarder les zones sensibles de la culture.

Point particulier dans le cas d'un dépérissement de la plante ou d'une culture.

Dans ce contexte, les feuilles vont jaunir et avoir un port plus ou moins fané. Dans un premier temps, il convient de réaliser un contrôle de toutes les conditions culturales (alimentation en eau, éléments nutritifs, qualité du sol, application d'un produit) et climatiques (corrélation entre une période particulière et l'apparition des symptômes). Si cette vérification ne révèle rien, il est nécessaire de bien observer la plante pour repérer l'éventuelle présence de ravageurs ou de parasites et les traces de leurs dégâts. Cette observation se fera au niveau de la partie aérienne et souterraine.



Observation de la culture



Dépérissement d'un arbre

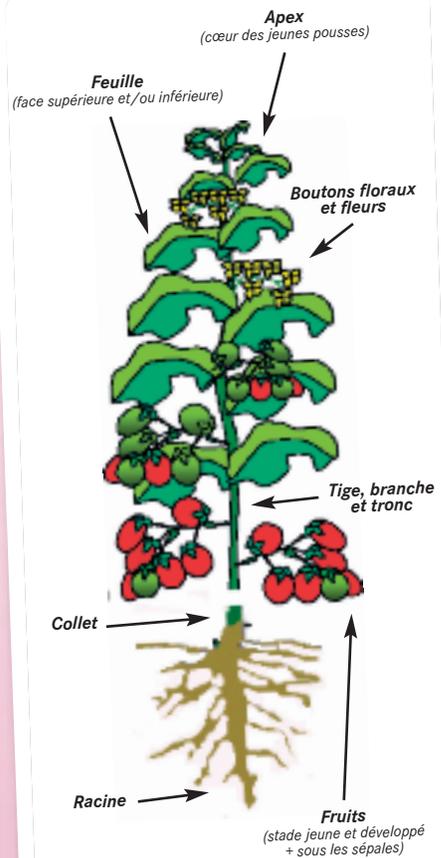


Figure 6 : Les points d'observation sur la plante (C. FESTIN FDGDON Réunion)

	Apex	Feuille	Fleur	Fruit	Tige	Collet	Racine
Maladies							
À taches (1)		+++	+	++	++		
Bactérioses		+++		+++	++		
Mildiou		+++		++			
Oïdium		+++		++	++		
Pourriture grise		+++	+++	+++	++	++	++
Rouille		+++ (face inf)					
Viroses	+++	++	+	++			
Du sol				+	++	+++	+++
Ravageurs							
Acariens		+++ (face inf)		++			
Aleurodes (2)		+++ (face inf)					
Cécidomyies des feuilles	+++	+++					
Cécidomyies des fleurs			+++				
Cochenilles (2)	++	+++		+++	++		+ (certaines espèces)
Mineuses		+++					
Mouches des fruits				+++			
Noctuelles défoliatrices		+++					
Noctuelles des fruits		+		+++			
Pucerons (2)	+++	+++ (face inf)					+ (certaines espèces)
Punaïses	+++		+++				
Thrips	++	+++	+++	+++			
Mollusques		+++			+		
Du sol					++	++	+++
Autres							
Lichen		++			+		
mousse		++			++		

Figure 7: Tableau récapitulatif de la localisation des organismes nuisibles sur une plante (FDGDON)

⁽¹⁾ Maladies dont les symptômes généraux se manifestent au début de l'infestation sous forme de taches : anthracnose, alternariose, cladosporiose, etc.

⁽²⁾ La présence de ces insectes s'accompagne selon l'espèce d'une sécrétion de miellat sucré rendant les organes collants avec développement d'un champignon noir (fumagine) et présence de fourmis.

Les maladies du sol affectent principalement les organes en contact avec le substrat. Certaines affections s'expriment par des fructifications visibles sous forme de duvet, poudre, amas, ponctuations ou sclérotés. La présence des ravageurs se caractérise aussi dans certains

cas par des exuvies et des déjections sur la plante. Certains insectes ont plutôt une activité nocturne et sont donc observables la nuit. En journée, ils sont parfois repérés au pied des cultures ou dans l'espace environnant les plantes attaquées.

Symptômes	Causes possibles
Pourritures	Champignons, bactéries, dégâts de ravageurs
Nécroses, chancre	Champignons, bactéries
Suintement, gomme	Champignons, bactéries, dégâts de ravageurs
Modifications de couleur	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Modification de forme ou malformations	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Chute des organes	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Développement limité (plante, fleurs, fruits)	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Flétrissement, dépérissement	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Morsures, criblure, décapage	Insectes
Piqûres, éraflures	Insectes
Mines, galeries	Insectes

Figure 8 : Présentation succincte des principaux symptômes d'origine parasitaire sur plantes (FDGDON)

3.2.1.2 Mode d'infestation

Différents facteurs favorisent la dissémination et le développement des ravageurs et des maladies.

Agent de dissémination	Dissémination des problèmes
Sol	– Maladies à champignons et bactéries du sol (exemples : fusariose, flétrissement bactérien) ; insectes à pupaison dans le sol (thrips) ou à développement larvaire (hanneton) ; nématodes, adventices.
Eau	– Maladies à champignons et bactéries du sol (exemples : Phytophthora, flétrissement bactérien), adventices. – Les éclaboussures de pluies disséminent des maladies à champignons ou bactéries (mildiou, bactérioses).
Vent	– Maladies à champignons avec des fructifications aériennes (rouille, oïdium), insectes (aleurodes, pucerons, thrips), adventices. – Le vent avec des gouttelettes de pluies propage aussi des maladies à bactéries ou champignons (anthracnose). – Le vent avec des particules de terre transporte des maladies à champignons ou bactérie du sol (rhizoctone, flétrissement bactérien).
Insectes	– Maladies à champignons avec des fructifications aériennes (alternariose), maladies à virus (TSWV, TYLCV). Les fourmis disséminent les œufs et les larves des insectes (pucerons, cochenilles), adventices.
Mammifères (oiseaux)	– Maladies à champignons avec des fructifications aériennes, adventices.
Homme	– Maladies et ravageurs aériens et du sol, adventices.
Matériel végétal	– Maladies et ravageurs aériens et du sol, adventices.
Outils, matériels et engins agricoles	– Maladies et ravageurs aériens et du sol, adventices.

Figure 9 : Tableau des sources de contamination dans une zone cultivée (FDGDON)

Une fois le problème phytosanitaire installé au sein d'une zone cultivée, il existe des réservoirs qui maintiennent ces organismes nuisibles sur l'exploitation et favorisent des nouvelles attaques ou des réinfestations. Ces réservoirs sont, hormis ceux cités dans le tableau ci-dessus, les plantes attaquées, les déchets végétatifs et les adventices.

L'apparition des symptômes se manifeste sous plusieurs formes au sein de la zone cultivée : des plantes malades éparses, des foyers limités à étendus, répartis de façon aléatoire, ou une généralisation du problème à l'ensemble de la culture. La gravité des dégâts est fonction de l'importance : des conditions favorables, de la population d'organismes nuisibles et de leur virulence sur la plante sensible.

3.2.1.3 Matériel et techniques de prélèvement

L'observation des cultures et les prélèvements d'échantillons pour identification nécessitent un matériel adapté et régulièrement désinfecté.

Pour le contact avec une plante ou une zone cultivée

L'introduction dans une zone cultivée doit se faire avec un maximum de précautions surtout lorsque la cause du problème est inconnue. Des surchaussures à changer entre chaque zone sont recommandées, de même le port de gants à désinfecter. À défaut, il sera demandé une désinfect-



Filet fauchoir



Filet à papillons

© A. FRANCK-CIRAD

tion des chaussures et des mains le plus régulièrement possible après contact avec un organe ou des plantes malades (voir détails paragraphe ci-dessous).

Pour l'observation

Il est utile, lors des observations dans les cultures, de disposer d'une loupe de terrain (grossissement 20 fois) pour la reconnaissance des parasites. Un filet fauchoir, un filet à papillon ou un parapluie japonais peuvent servir ponctuellement pour vérifier la nature des insectes présents.

En présence de dégâts causés par des insectes nocturnes, des pièges abris peuvent être

construits pour attirer et servir de refuge à ces ravageurs et permettre ainsi de les récupérer pour identification. Ces pièges peuvent se présenter sous la forme d'une bande de carton ondulé ou de petit fagot de brindilles (Recommandation pour la capture, le conditionnement, l'expédition et la mise en collection des insectes et des acariens en vue de leur identification, A. Franck, 2006).

Dans le cas d'un dépérissement ou d'un flétrissement, si les parties aériennes ne présentent rien de particulier (insectes ou symptômes caractéristiques de maladies), il est primordial d'observer la partie basale de la plante (collet et racines).

Toutes les observations (type de dégâts et organe concerné) doivent être scrupuleusement notées sur une fiche. Il en est de même pour toutes les informations relatives à l'apparition des symptômes, la répartition du problème sur la zone cultivée, la pratique culturale et phytosanitaire et les antécédents culturaux et parasitaires de la zone. Ces données permettront de mieux comprendre le problème et de définir les analyses à mener en laboratoire.



La qualité de l'échantillon conditionne la réussite d'un bon diagnostic.

Il est donc fortement recommandé de l'effectuer avec rigueur et précaution.

Pour le prélèvement

Localisation du problème	Matériel de prélèvement (exemple)
Sur des petits organes non ou peu ligneux	Sécateur
Sur des organes moyens peu ou assez ligneux	Coupe branche
Sur des organes à gros diamètre ligneux	Machette ou scie arboricole
Sur des organes à très gros diamètre ligneux	Tronçonneuse (voir appui d'une société d'élagage)
Sur les racines de petits sujets	Transplantoir
Sur les racines de sujets moyens à gros	Bêche
Sur les racines de sujets très gros	Engins de type caterpillar (voir appui d'un service technique)

Figure 10: Matériel de prélèvement nécessaire en fonction de la localisation du problème (FDGDON)



Parapluie japonais

© A.FRANCK/CIHAD



Piège abri en carton

© A. FRANCK-CIRAD



Piège abri en bois

© A. FRANCK-CIRAD

BIEN FAIRE SON ÉCHANTILLON

1) Choisir le bon échantillon

L'organe ou la plante malade ne doit pas être à un degré avancé d'attaque. En effet, plus un symptôme est vieux, plus il y a présence d'organismes de faiblesse qui masqueront la vraie origine du problème. Il est donc préférable de prélever tous les stades d'évolution des altérations ainsi que des organes présentant à la fois une partie saine et malade.

Pour les insectes, il est nécessaire de prélever tous les stades de développement en privilégiant le stade adulte. C'est en effet à ce stade que se fait généralement la détermination.



© J. Moutch

Pour un dépérissement ou un flétrissement de la culture, il est conseillé de rapporter le sujet entier. À défaut, il s'agit de sélectionner les parties qui présentent des symptômes du problème (collet, racines) ou de demander la visite d'un technicien pour le prélèvement.

Si l'échantillon est humide, il faudra le sécher à l'aide d'un papier buvard.

2) Étiquetage et transport de l'échantillon

Les échantillons seront mis dans des sacs d'échantillonnage séparés ou à défaut dans du journal. Les fiches d'observations seront séparées des échantillons. Figureront le nom, l'adresse et les coordonnées téléphoniques de l'exploitant. Dans le cas de prélèvements de morceaux d'organes, il est utile de noter au marqueur sur les sacs la plante et la nature de l'échantillon. Les sacs seront ensuite maintenus au frais dans une glacière avec des pains de glace.

Les insectes capturés seront mis dans des boîtes ou des tubes à hémolyses avec si possible de l'alcool à 70°.

3) Pour la désinfection

Tout le matériel en contact avec une plante malade est contaminé. Il est donc important de le désinfecter après chaque manipulation sur une plante et avant de l'utiliser sur une autre. Si l'outil est très sale, un premier rinçage peut se faire à l'eau. Il convient ensuite de bien pulvériser sur la surface de l'alcool à 70° ou de l'eau de Javel diluée à 3 %. Cette étape s'applique aussi pour le dessous des chaussures si on ne dispose pas de surchaussures de rechange. Il est conseillé de procéder à cette désinfection loin des cultures, surtout en cas de ruissellement ou de contact avec des eaux souillées.

Pour les mains, l'alcool à 70° peut être utilisé ou une solution désinfectante spécifique.

Apporter l'échantillon à la clinique des plantes (Pôle Protection des plantes Saint-Pierre) ou à défaut dans une des antennes de la FDGDON. Reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

Attention : un stockage est possible mais uniquement pour une durée de 24 h au réfrigérateur. Plus le délai de transmission sera long, plus l'échantillon deviendra inexploitable. Cette recommandation sera d'autant plus respectée si les échantillons ne sont pas frais ou si les insectes ne sont pas dans de l'alcool à 70°.

3.2.2 SEUILS D'INFESTATION

L'observation et le suivi réguliers des cultures permettent de détecter les premières installations d'organismes nuisibles. La quantification des foyers d'agents parasitaires ou des plantes attaquées permet de plus de déterminer les seuils d'infestation.

Un seuil d'infestation caractérise le palier à ne pas franchir. Au-delà, des pertes de production économiquement préjudiciables pour l'agriculteur sont à craindre. Le seuil d'infestation permet au producteur de positionner ses interventions au moment le plus opportun, que ce soit par des méthodes de protection mécanique, biologique ou chimique. L'intervention du producteur est ainsi raisonnée en fonction de la pression parasitaire.



On évite des traitements chimiques inutiles lorsque la pression parasitaire est faible.

Il est conseillé de réaliser régulièrement des observations pendant les phases critiques de développement des végétaux (poussées végétatives, floraison, fructification...). C'est au cours de ces périodes que les organismes nuisibles peuvent occasionner les plus graves dégâts. La détermination des organismes nuisibles et de leur seuil d'infestation permettent d'éviter les traitements inutiles et leurs conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaine.

Diverses méthodes d'observation des parasites et de leurs symptômes existent et sont à la disposition des producteurs. Pour connaître ces supports consultez la bibliographie ou contactez la Chambre d'Agriculture, la FDGDON ou encore l'ARMEFLHOR. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

La détermination des seuils d'infestation est basée sur différentes méthodes d'observation et de comptage :

- l'observation visuelle des organes attaqués (fleurs, rameaux, feuilles, fruits) ;
- le comptage des organismes nuisibles recueillis par battage ou fauchage ;

- le comptage des organismes nuisibles capturés au moyen de pièges (panneaux chromo-attractifs, pièges à phéromones, etc.).

Parmi les pièges existants, on distingue :

Les pièges colorés (chromo-attractifs)

Les insectes sont attirés par des couleurs particulières. Les panneaux chromo-attractifs englués permettent de repérer les premières arrivées de ravageurs et de réaliser le suivi des populations dans une zone cultivée. Ainsi, la couleur jaune est utilisée pour attirer les aleurodes, les pucerons, les mouches, etc., et la couleur bleue pour repérer les thrips. Ces pièges chromo-attractifs sont souvent utilisés pour les cultures sous serre ou dans les pépinières. Les panneaux chromo-attractifs sont préférentiellement disposés au niveau des rangs de bordure ou des zones ouvertes des serres (ouvrants, entrée) (photo 7). Il est conseillé de poser un panneau tous les 20 mètres. Le panneau bleu sera préférentiellement placé au niveau des fleurs, lieu de localisation des thrips.



Utilisation de panneaux chromo-attractifs

Les pièges lumineux

Les pièges lumineux sont utilisés pour attirer les insectes volants comme les hannetons ou les papillons. Ils permettent d'évaluer les risques d'attaque sur la culture. Les seuils d'infestation varient en fonction du niveau de nuisibilité de chaque organisme nuisible, du statut réglementaire de ce dernier ainsi que de la culture à protéger. Par exemple, pour un insecte vecteur de virus responsable d'une maladie fortement préjudiciable pour la plante, l'intervention est réalisée dès l'observation des premiers individus (exemple de l'aleurode *Bemisia tabaci*, vecteur du TYLC sur tomate). Il en est de même pour un organisme de quarantaine : dès la confirmation de sa présence, les plants attaqués sont détruits. Hormis ce dernier cas, l'intervention ne consiste pas à éradiquer le problème mais à maintenir un seuil d'infestation ne compromettant pas le potentiel économique de la culture. L'objectif est bien de maintenir un équilibre biologique entre les organismes nuisibles et leurs antagonistes naturels (auxiliaires), sans nuire à la productivité et à la qualité de la récolte.

Problèmes	Culture	Période d'observation	Méthodes de surveillance	Seuils d'intervention
Maladies				
Maladies aériennes à champignons	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles, fruits et tiges	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Bactérioses	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles, fruits et tiges	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Flétrissement bactérien	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur plantes	Dès les 1 ^{ers} symptômes (arrachage)
Mildiou	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles et fruits	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Oïdium	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Maladies à virus	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles et fruits	Dès les 1 ^{ers} symptômes (arrachage)
Maladies du sol	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur plantes	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Ravageurs				
Acariens Aculops (acariose bronzée)	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	< 5 / feuille
Acariens phytoptes	Agrumes	De la nouaison à 1 mois avant récolte	Visuel sur fruits	> 10 % fruits occupés
Acariens tarsonèmes	Fraisier	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	> 20 % feuilles (destruction)
	Agrumes	De la nouaison à 1 mois avant récolte	Visuel sur fruits	> 20 % fruits occupés
	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles et fruits	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Acariens tétranyques	Fraisier	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	5 adultes / feuille
	Agrumes	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	30 % feuilles occupées
	Tomate	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	< 5 / feuille
Aleurodes	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} individus. Sous abris > 1 pour 100 plants (lâchers)
Cécidomyies des feuilles	Manguier	Pendant le développement des pousses	Visuel sur jeunes feuilles	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Cécidomyies des fleurs	Manguier	Pendant la floraison	Visuel sur fleurs	5 piqûres / panicule sur 100 observées
Cochenilles	Manguier	Toute l'année	Visuel sur feuilles Visuel sur fruits	30 % feuilles occupées Dès apparition
	Agrumes	Toute l'année	Visuel sur fruits Visuel sur feuilles (après récolte)	Dès apparition 30 % feuilles occupées
Mineuses	Agrumes	Pendant le développement des pousses	Visuel sur pousses	25 % des pousses occupées (lutte chimique en pépinière)
Mouches des fruits	Manguier	Fruits sur le point de jaunir et jusqu'à la récolte	Piégeage	> 25 cératites capturées par piège
	Agrumes	Fruits sur le point de jaunir et jusqu'à la récolte	Piégeage	> 25 cératites capturées par piège
	Cucurbitacées	Fruits sur le point de jaunir et jusqu'à la récolte	Piégeage	Dès présence d'insectes piégés
Mouches mineuses	Cucurbitacées	Toute l'année	Visuel sur feuilles	3 mines par feuille
Noctuelles défoliatrices	Laitue	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} individus
	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Noctuelles des fruits	Tomate	Pendant la production de fruits	Visuel sur fruits	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Pucerons	Fraisier	Toute l'année	Visuel sur feuilles	5 à 10 / plant (lutte chimique)
	Agrumes	Pendant le développement des pousses	Visuel sur pousses	Dès le début de la pullulation
	Cucurbitacées	Toute l'année	Visuel sur feuilles	10 % avec 1 colonie
	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} individus
Punaises	Manguier	Durant le développement des pousses et des fleurs	Visuel sur fleurs	Moyenne > 3 / battage

Thrips	Fraisier	Durant le développement des fleurs et des fruits	Visuel sur fleurs par battage	Dès les 1 ^{ers} individus
	Manguier	Durant la pousse, la floraison et la fructification	Visuel sur fleurs par battage	Dès les 1 ^{ers} dégâts de dessèchement
	Agrumes	Développement des feuilles Fruits de 0 à 40 mm de diamètre	Visuel sur feuilles Visuel sur fruits	4 % feuilles occupées 3 % fruits occupés
	Cucurbitacées	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur apex et fleurs	Dès les 1 ^{ers} individus
Teignes	Agrumes	Début floraison	Visuel sur fleurs	50 % fleurs occupées
Vers blancs	Canne à sucre	De la plantation à juillet	Sondage au niveau des souches	3-5 larves saines / souche
Autres ravageurs du sol	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur plantes	Dès les 1 ^{ers} dégâts

Figure 11 : Exemples de méthodes d'observations phytosanitaires et de seuils d'infestation (CA, FDGDON)

3.3 MÉTHODES DE LUTTE

En fonction de la situation de la parcelle et des enjeux environnementaux qui y sont liés, il est important d'orienter l'agriculteur vers la pratique la plus adaptée à la protection du milieu. La difficulté est de trouver l'équilibre entre la préservation de l'environnement et la préservation de la qualité de sa production.

Cependant, la proximité d'une ravine, d'un captage sont autant de signaux puissants qu'il est primordial de prendre en compte. Cet enjeu de santé publique, doit orienter le conseil vers des luttes alternatives à la lutte chimique afin de limiter et préserver la qualité de l'eau.

3.3.1 MÉTHODES BIOLOGIQUES

Avec les exigences environnementales et sanitaires de plus en plus fortes, l'agriculteur doit progressivement orienter sa stratégie phytosanitaire vers une pratique plus respectueuse de la santé humaine et de l'environnement. Les méthodes biologiques répondent ainsi à cet objectif.

Actuellement, à La Réunion, quelques stratégies de lutte biologique existent et sont utilisées ou mises au point contre divers ravageurs. (cf. *tableau page suivante*)

3.3.1.1 La lutte biologique par les agents biologiques

Dans l'environnement, il existe un ensemble d'auxiliaires naturellement présent qu'il convient de préserver. Ainsi, certains champignons vivent

dans le sol et limitent l'installation d'agents parasitaires pathogènes comme les maladies à champignons. Ce sont des champignons antagonistes. Par exemple, des champignons comme *Gliocladium virens*, *Trichoderma sp.*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces griseoviridis* sont antagonistes des maladies à *Phytophthora*.

Dans le cadre de l'utilisation d'insectes auxiliaires, les méthodes biologiques s'appuient sur le respect de la biodiversité et de l'environnement en général pour réinstaurer l'équilibre auxiliaire/ravageur. Autrement dit, il s'agira de ramener la population d'insectes nuisibles à un seuil de nuisibilité minimale grâce à l'action de l'insecte utile. Les insectes auxiliaires s'installent spontanément dans les cultures qui sont peu traitées (cf. 3.1.6). Toutefois, lorsque la pression parasitaire des ravageurs est trop forte, il est utile de procéder à des lâchers d'insectes utiles de façon ponctuelle (inoculative) ou massive (inondative) pour remettre en place un équilibre ravageur/auxiliaire.

La protection biologique contre le hanneton (Hoplochelus marginalis) sur canne à sucre

Cette lutte s'est mise en place depuis 1991 et est devenue obligatoire sur le département de La Réunion (arrêté préfectoral 3573 du 22/10/1991). La replantation a été choisie comme moment privilégié d'intervention par la mise en place de traitements du sol destinés à tuer les larves.

À chaque replantation, le Bétel, insecticide biologique (composé de mycellium et de spores de *Beauveria tenella* 96 fixés sur des granulés d'argiles), est incorporé dans le sillon à proximité des boutures de canne. Le champignon entomopathogène est ainsi maintenu dans le sol afin d'assurer une lutte biologique contre les larves qui sont présentes au niveau des souches de cannes.



Épandage du Bétel dans les sillons de plantation de canne à sucre

Cible	Auxiliaires	Type de parasitisme	Contexte
Psylle africain (Trioza erytreae), 1976	Tamarixia dryi	Parasitoïde ou endoparasite	Sur agrumes
Psylle asiatique (Diaphorina citri), 1976	Tamarixia radiata	Parasitoïde ou endoparasite	Sur agrumes
Aleurodes floconneux (Aleothisrix floccosus), 1976	Cales noacki	Parasitoïde ou endoparasite	Sur agrumes
Hanneton (Hoplochelus marginalis), 1991	Beauveria tenella 96	Champignon entomopathogène	Sur canne à sucre
Oryctès rhinocéros, 1992	Rhabdionvirus oryctes (Baculovirus)	Virus entomopathogène	Sur cocotier et palmier
Aleurodes (Bemisia tabaci), 1999	Eretmocerus eremicus	Parasitoïde ou endoparasite	Sur tomate sous abri en PBI*
Aleurodes (Trialeurodes vaporariorum), 1999	Encarsia formosa	Parasitoïde ou endoparasite	Sur tomate sous abri en PBI
Pucerons (Aphis gossypii et autres espèces), 2005	Aphidius colemani	Parasitoïde ou endoparasite	Sur concombre et poivron sous abri en PBI. Possible aussi en plein champ selon l'espèce de pucerons
Vigne marronne (Rubus alceifolius), 2008	Cibdela janthina	Phytophage	Protection des zones naturelles
Acarions tétranyques (Tetranychus sp.),	Phytoseiulus persimilis	Prédateur	Stratégie en cours de finalisation sur fraiser en plein champ et sur rosier sous abri
Foreur de la canne à sucre (Chilo sacchariphagus)	Trichogramma chilonis	Parasitoïde ou endoparasite	Stratégie en cours d'optimisation sur canne à sucre
Mouches des légumes (Bactrocera cucurbitae)	Psytalia fletcheri	Parasitoïde ou endoparasite	Stratégie en cours sur Cucurbitacées
Mouches des fruits (Bactrocera zonata)	Fopius arisanus	Parasitoïde ou endoparasite	Stratégie en cours sur mangoier
Noctuelles (Heliothis armigera, Spodoptera littoralis)	Bacillus thuringiensis	Produit biologique	En traitements généraux des parties aériennes
Aleurodes	Paecilomyces fumosoroseus	Produit biologique	Sur concombre, tomate et cultures florales en traitement aérien
Aleurodes	Verticillium leucanii	Produit biologique	Sur certaines cultures légumières et cultures florales diverses en traitement aérien

* PBI = protection biologique intégrée

Figure 12: Exemple de relation cible/auxiliaire (FDGDON)

Pour plus d'informations, contactez la Chambre d'Agriculture ou la FDGDON. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

La Protection Biologique Intégrée (PBI) contre les aleurodes sur tomate sous abris

La PBI consiste à modifier la conduite culturale en respectant un ensemble de mesures adaptées au contexte de La Réunion et basées sur la lutte préventive (prophylaxie, variétés, etc.), la lutte chimique raisonnée et l'utilisation de moyens biologiques. La bonne mise en œuvre de la PBI repose sur un cahier des charges qui regroupe l'ensemble des exigences à respecter au niveau de ces trois points ainsi que sur l'observation régulière de la population d'aleurodes (sur plante

et sur panneaux colorés) et du taux de parasitisme pour raisonner les lâchers d'auxiliaires.

Les traitements chimiques sont utilisés en dernier recours et sont le plus possible limités. Les produits phytosanitaires sont choisis en fonction de leur innocuité sur les auxiliaires et appliqués en fonction des observations de la culture (repérage des foyers de ravageurs). Ils sont ciblés sur des ravageurs précis et ont pour but de stopper les infestations dès l'apparition des premiers symptômes ou individus. Selon les produits, un délai plus ou moins long doit être respecté avant l'introduction des auxiliaires (référence pour produits utilisables en PBI).

En fonction de la maîtrise de la PBI par le producteur, le nombre de traitement est réduit de 2 à 4 fois par rapport à une protection sans lâchers d'auxiliaires.

Présence de larves d'aleurodes	Taux de parasitisme	Traitement chimique	Lâchers d'auxiliaires
Forte	0 à < 50 %	Oui	Selon l'efficacité de la lutte chimique. Attente délai de réintroduction.
Forte	50 à 70 %	Facultatif	Selon la population de larves d'aleurodes non parasitées. Attente délai de réintroduction.
Forte	80 % et plus	Non	Non. Maintien de l'observation.

Figure 13: Exemple sur un cycle de tomate de 6 mois en hors sol sous abris (FDGDON)

Plusieurs luttés biologiques sont en cours d'études ou de finalisation :

- La lutte biologique contre le borer de la canne avec la guêpe auxiliaire *Trichogramma chilonis* ;
- La lutte biologique contre les acariens tétranyques avec un acarien auxiliaire *Phytoseiulus persimilis* sur fraisier et sur rosier en cours de finalisation.

Pour tout renseignement sur la mise en place de la PBI, contactez la FDGDON. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.3.1.2 La lutte biologique par l'éthologie

L'éthologie s'appuie sur l'étude du comportement des organismes dans leur milieu naturel. Les insectes sont soumis à des facteurs « répulsifs »

ou « attractifs » en fonction de leurs besoins. Plusieurs pièges ont pu ainsi être mis au point :

Les pièges sexuels à phéromones

Les phéromones sexuelles sont des substances chimiques comparables aux hormones qui servent de messenger entre les individus pour l'accouplement. Elles sont soit, libérées par les femelles ce qui permet aux mâles de les repérer (ex. : les mouches des fruits) soit, émises par les mâles et attirent les deux sexes (ex. : le charançon du bananier, l'*Oryctes* sp.). Ainsi, ces substances chimiques ont été synthétisées pour être utilisées dans des pièges sous forme de pastilles couplées ou non avec un insecticide. Les pièges servent à suivre l'évolution de la population et évaluer les risques pour les cultures. Utilisés en masse, ils peuvent constituer une méthode de lutte. La densité des pièges varie selon le type de ravageur à capturer.

Pour les mouches des fruits, par exemple, on posera dix à trente pièges par hectare.

Les pièges à phéromones d'agrégation

Les phéromones d'agrégation sont les phéromones responsables du regroupement des insectes, notamment pour la colonisation d'une nouvelle plante-hôte. Elles sont émises par les mâles mais attirent les deux sexes (ex. : le charançon du bananier, l'*Oryctes* sp.). Comme pour les phéromones sexuelles, elles ont été synthétisées et servent d'attractifs pour les pièges. La stratégie des pièges est semblable aux pièges sexuels : suivi de population ou méthode de lutte.

Pour le charançon du bananier : 8 pièges par hectare et pour l'*Oryctes* sp. : 4 pièges par hectare.

Les pièges alimentaires

Sur le même principe que les pièges à phéromones, l'élément attractif est ici une substance issue de la culture servant de base alimentaire aux ravageurs ciblés. Les pièges alimentaires sont complémentaires de l'action des pièges sexuels car ils attirent aussi bien les mâles que les femelles.

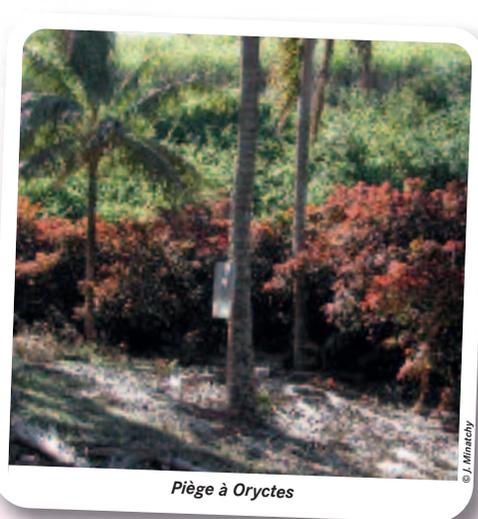
Exemple : les pièges au phosphate d'ammoniaque contre la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*).

3.3.1.3 La lutte biologique par les pesticides biologiques ou non chimiques

Les biopesticides

Un produit biologique ou biopesticide est une substance ou préparation permettant de lutter contre des organismes nuisibles. Son principe actif est variable, on utilise :

- Des organismes vivants (par exemple spores de champignons comme *Verticillium lecanii* contre les aleurodes *Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*, *Paecilomyces fumosoroseus* contre les aleurodes *Trialeurodes vaporariorum* et *Beauveria tenella* 96 contre les vers blancs de la canne à sucre) ;
- Des produits issus du métabolisme de ces organismes (par exemple toxine de *Bacillus thuringiensis* utilisée dans la lutte contre des chenilles de Lépidoptères ou des larves de moustiques).



Piège à *Oryctes*

Comme pour les produits chimiques, les biopesticides obéissent à la réglementation (usage homologué, dose, etc.) et à des précautions d'emploi (cf. 3.3.3).

Les insecticides biologiques sont efficaces uniquement sur les premiers stades de développement des ravageurs. Ils doivent être appliqués en dehors des périodes chaudes de la journée.

Exemple : les préparations à base de *Bacillus thuringiensis* agissent sur les premiers stades des chenilles.

Les pesticides à base de spores de champignons (*Paecilomyces fumosoroseus*, *Verticillium lecanii*) doivent être appliqués dans des conditions bien précises (humidité à 80 % au moins pendant 10-12 heures et température entre 18 et 28 °C). À La Réunion, le respect de ces exigences n'est pas toujours facile. L'ensoleillement du plein champ ne garde pas l'humidité aussi longtemps. Sous abri, une forte hygrométrie favorise le développement de champignons (mildiou, Botrytis, etc.) et la lutte antifongique à appliquer est incompatible avec les champignons utiles pulvérisés.

Les produits minéraux

Les huiles minérales ont une action contre les ravageurs, notamment les cochenilles. D'autres produits à base de soufre ou de cuivre sont utilisés contre les maladies à champignons. Certains produits soufrés ont aussi une action acaricide. De nouveaux produits font aussi leur apparition, notamment ceux à base d'huile essentielle.

Il est donc important de se rapprocher de son technicien pour s'informer des nouveautés en termes d'homologation de produits autres que chimiques.



Il est recommandé de se rapprocher de son technicien pour s'informer des nouveautés en termes d'homologation de produits autres que chimiques.

Les préparations biodynamiques

Ces préparations reposent sur le mélange de plantes et de minéraux qui vont stimuler les défenses des cultures. Elles sont issues d'infusion, de décoction ou de macération de plantes avec parfois des ajouts de composantes diverses. Cependant, cette pratique est rare et aucune étude n'a encore été réalisée pour vérifier la réelle efficacité de leur application et leur incidence sur l'installation des problèmes parasitaires et des insectes utiles.

Pour toute information complémentaire sur l'achat et la pose de piège de surveillance ou de lutte,

contactez la FDGDON ou la Chambre d'Agriculture. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.3.2 MÉTHODES PROPHYLACTIQUES

La prophylaxie regroupe les mesures physiques, variétales et culturales visant à empêcher l'apparition d'ennemis des cultures ou à en minimiser les effets. La prévention des infestations et des contaminations est en effet déterminante pour la réussite de la culture.

Le suivi et l'observation réguliers de la culture permettent de prévenir les problèmes, voire de détecter et éradiquer rapidement les sources de contamination. En fonction de la localisation et des formes de conservation de la maladie ou du ravageur, les mesures prophylactiques diffèrent.

3.3.2.1 Méthodes de prévention

Déplacements dans l'exploitation

Le déplacement de véhicules aux roues boueuses, des personnes portant des bottes terreuses, sont autant de « vecteurs » d'organismes nuisibles entre les parcelles. Les chemins qu'ils empruntent

Voies d'installation et conditions d'infestation favorables des organismes nuisibles	Type d'organisme nuisible ou exemples de problèmes
Plaies de taille	Botrytis, Pythium, fusariose, Didymella, TSWV, Potyvirus
Substrats contaminés	Ensemble des maladies et insectes du sol (kystes de nématodes), et ceux ayant une phase larvaire dans le sol (hanneton, taupin), de pupaison dans le sol (thrips, mineuses), adventices
Organes contaminés	Ensemble des maladies et des ravageurs
Déchets végétatifs contaminés	Ensemble des maladies, des ravageurs et adventices
Outils contaminés	Ensemble des maladies et adventices
Ruissellement	Ensemble des maladies du sol et adventices
Eau libre sur la partie aérienne	Ensemble des maladies aériennes
Espace confiné et humide, forte densité culturale	Botrytis, mildiou, cladosporiose
Excès de fertilisation azotée	Botrytis, mildiou, cladosporiose, flétrissement bactérien, insectes piqueurs-suceurs

Figure 14 : Conditions favorables et voies d'infestation des organismes nuisibles (FDGDON)

représentent des circuits potentiels de dissémination de maladies et de ravageurs.

Il est donc conseillé de rationaliser les déplacements dans les zones cultivées. Pour limiter ces phénomènes, il est conseillé de :

- Commencer les opérations culturales par les zones saines (généralement les cultures les plus jeunes) ;
- Limiter les déplacements dans les zones contaminées ;
- Dans une zone contaminée, commencer par les parties saines.

Gestion des outils contaminés

Pour diminuer les risques de dissémination des problèmes parasitaires, il est recommandé de nettoyer et de désinfecter après chaque opération culturale tout le matériel de culture (sécateur, caisse, godets, clips, roues des véhicules, bottes...) par trempage d'au moins une minute dans un désinfectant (alcool, eau de Javel diluée...). Les roues des véhicules seront lavées à fort jet d'eau loin d'une zone cultivée.

Exemple : le flétrissement bactérien et les maladies à virus (viroses) sont disséminés par les outils contaminés.

Gestion des paramètres abiotiques

Beaucoup de facteurs indépendants des êtres vivants facilitent l'installation des problèmes parasitaires. Une meilleure gestion de ces facteurs crée un environnement défavorable aux attaques de maladies et de ravageurs.

Ainsi :

- Une bonne aération de la culture et entre les cultures diminue l'hygrométrie de l'air ambiant et limite l'apparition de nombreuses maladies (ex. : alternariose) ;
- Une bonne gestion de l'eau par aspersion et un bon drainage au sol limite la présence d'eau libre sur la partie aérienne (ex. : mildiou) et d'eau stagnante ou de ruissellement à la base de la plante (ex. : fusariose). Un arrosage le matin permet dans certains cas de tuer les acariens et les thrips. Un jet à forte pression permet de réduire le nombre de colonies d'aleurodes et de cochenilles sur les plantes ;
- Un bon ensoleillement de toutes les cultures empêche l'extension de l'oïdium ;

- Un apport raisonné de matière organique dans le substrat réduit les risques d'installation de Botrytis et de nématodes ;

- Une alimentation minérale équilibrée limite l'exès de sève dans la culture et la présence de colonies d'insectes piqueurs-suceurs (pucerons, aleurodes, cochenilles, cicadelles).

Le recépage de certains arbres et arbustes permet en plus de favoriser l'aération et l'ensoleillement de redonner de la vigueur à la culture.

Gestion des adventices

Certaines plantes hôtes sensibles (cultures et adventices) sont des réservoirs de ravageurs (aleurodes, thrips, pucerons, eux-mêmes parfois vecteurs de virus) et de maladies (Botrytis, oïdium, viroses...). Cependant, avant toute élimination, il convient de connaître le type d'adventices présents (réservoirs de problèmes parasitaires et/ou d'insectes utiles, éléments de maintien du sol contre le ruissellement et l'érosion, etc.) et leur mode de développement.

Le contrôle des adventices est la première étape de la prophylaxie phytosanitaire de l'exploitation. L'élimination (arrachage ou sarclage) doit être régulière car les ravageurs recolonisent rapidement les repousses.

Différentes techniques permettent de limiter les incidences liées aux mauvaises herbes :

• Le binage (entre les rangs)

Le sarclage agit à faible profondeur. Il doit être utilisé près de la ligne sur un sol sec et par temps ensoleillé (voir détail paragraphe concerné). Éviter de blesser les racines des cultures à enracinement superficiel.

• Le hersage (sur les rangs)

L'opération permet de lutter contre les adventices tout en aérant le sol. Il se fait soit avant l'émergence des cultures (à grosses semences) soit après (à implantation plus rapide). Cependant, il convient de bien choisir le type de matériel car certains outils facilitent la dissémination des problèmes plutôt qu'une maîtrise (voir détail paragraphe concerné). Exemple : les outils à disque qui sectionnent et dispersent les organismes nuisibles.

• La technique du faux semis (cf. 3.1.2)

• Le désherbage thermique ou brûlage

L'action consiste à exposer la plante adventice visée à une température supérieure à 70 °C

pendant une seconde. Pour une efficacité du brûlage, il s'agira de mouiller le sol 10 jours avant plantation pour favoriser la sortie des adventices, et d'intervenir tôt (stade jeune, cotylédonaire). L'inconvénient est que cette technique est lente et coûteuse et nécessite un matériel spécifique (cf. *Légume plein champ protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement*, CTIFL, 1999).

• La couverture plastique

Le plastique sur le sol permet d'augmenter la température du sol et limite le développement des adventices. Le choix du plastique est fonction de sa nature, sa largeur, son épaisseur et l'usage recherché. Il est aussi important de voir sa capacité à se biodégrader. Trois types de plastiques existent : le polyéthylène noir (contre la levée des adventices mais chauffe trop le sol), le plastique transparent (chauffe peu le sol mais n'empêche pas complètement le développement des adventices), le plastique opaque thermique (réchauffe le sol et contre la levée des adventices). Il est cependant à noter que la pose du plastique demande du temps et peut représenter un déchet difficilement gérable au niveau de son élimination.



Attention, cette technique nécessite de mener une réflexion importante sur l'accélération du ruissellement et donc de l'augmentation des phénomènes d'érosion. (cf. 1.1.2 et 1.3.2)

• **La solarisation** (voir détail paragraphe concerné).

• **Le paillage** (voir paragraphe ci-après)

La meilleure stratégie est cependant l'implantation entretenue de végétaux monocotylédones, comme la « trainasse » (*Cynodon dactylon*), la canne fourragère (*Panicum maximum*), la citronnelle (*Cymbopogon citratus*), le vétiver (*Vetiveria sp.*). Ces espèces abritent peu d'insectes et ont aussi l'intérêt de retenir le sol contre l'érosion.

Culture sous abris

Extrait du *Guide de la tomate hors sol à La Réunion*, J. Minatchy, S. Simon, 2009

La mise en place d'une serre constitue une barrière contre l'arrivée des problèmes parasitaires. Le choix du type d'abri est tributaire du coût de l'investissement envisagé et du type de production envisagée. L'ombrière est aussi utilisée comme barrière physique contre les insectes type noctuelles mais les mailles laissent passer les ravageurs plus petits que les Lépidoptères (mouches, thrips, aleurodes, pucerons, acariens, etc.)

Autre protection physique : la culture sous bâche intissée qui laisse passer le soleil, l'eau et empêche le contact des plantes avec les insectes nuisibles.

Cette protection est utilisée pour les Cucurbitacées afin d'éviter la transmission de virus par des insectes piqueurs sur les stades juvéniles de la plante.



Bande enherbée

Paillage

Les paillis sont des matériaux de diverses origines qu'on applique au sol entre les plantes. Leurs objectifs sont multiples :

- Empêcher une trop grande évaporation de l'eau par temps chaud ;
- Diminuer le développement des mauvaises herbes ;
- Protéger les fruits du contact direct avec le sol ;
- Préserver les organes des plantes des éclaboussures d'eau transportant des maladies.

Il existe des paillis organiques (écorce déchiquetée ou compost) qui nourrissent le sol en se décomposant et des paillis inorganiques (toile de jardinage, pellicules plastiques noires, disque en caoutchouc, bâche plastique) qui réchauffe le sol par leur couleur foncée.

Filet anti-oiseau

Le filet permet dans certains cas d'empêcher le contact de la plante par l'organisme nuisible. Il est étendu à différentes échelles pour protéger soit un champ complet ou un rang de culture ou des plants.

Autres

D'autres moyens de prévention existent :

- L'ensachage des fruits permet de les protéger contre l'attaque des insectes (ex. : gainage des régimes de bananes contre les thrips ; ensachage des fruits d'annonacées contre les pyrales) ;
- Des supports métalliques sont parfois accrochés aux cultures pour faire fuir les oiseaux frugivores.

Agent de dissémination	Méthode de lutte
Sol	Nettoyage à grande eau des roues des engins agricoles. Désinfection (alcool ou javel à 3 %) des outils, bottes et matériels de transports des végétaux. Culture sous abris : grattoir ou pédiluve avec eau javellisée à 5 % ou changement de chaussures ou sur chaussures par serre visitée.
Eau	Canalisation d'eau de ruissellement due aux fortes pluies. Système en goutte à goutte.
Vent	Haies brise vent. Positionnement de la zone cultivée par rapport au sens du vent.
Insectes, mammifères	Panneaux chromo-attractifs englués, pièges, filets, abris. Culture sous abris : choix de l'abri, sas d'entrée.
Homme	Gestion des déplacements, désinfection (alcool ou javel à 3 %) des outils, bottes et matériels de transport des végétaux.

Figure 15 : Conditions favorables et voies d'infestation des organismes nuisibles (FDGDON)

3.3.2.2 Lutte physique

Gestion des organismes nuisibles par piégeage (cf. lutte biologique par l'éthologie 3.3.1)

La présence de pièges limite, dans certains cas, l'installation des organismes nuisibles. Différents pièges sont employés :

- Les pièges colorés (chromo-attractifs) ;
- Les pièges lumineux ;
- Les pièges insecticides ou rodenticides ; il s'agit de pièges alliant un attractif alimentaire et une

matière active (insecticide, rodenticide...) ciblés contre l'organisme nuisible.

Exemple : les granulés de maïs et un rodenticide dans la lutte contre les rongeurs.

- autres pièges

Ils peuvent contenir de la nourriture ou autres pour attirer la cible :

- les pièges à clapets (ex. : les cages pièges contre le Bulbul orphé),
- les pièges à tapette (ex. : contre les rats ou les souris).

Gestion des organes attequés

À la suite d'une attaque de maladies ou de ravageurs, il y a une forte présence d'agents parasitaires sous toutes leurs formes : mycélium, spores pour les champignons, œufs, larves et adultes pour les ravageurs. Les bactéries et les virus restent sous leur forme originelle.

C

Il est recommandé de récolter manuellement et de détruire les organes malades dès les premières attaques afin d'arrêter ou de limiter la propagation des ravageurs et maladies à l'ensemble de la parcelle cultivée.

Exemple : les cochenilles peuvent être détruites avec une éponge imbibée d'alcool et d'eau, l'échevinilloir doit être utilisé pour les nids de chenilles ou les pontes, une tige de fer pour dans les galeries de xylophages.

Différents moyens existent :

- **La taille, l'élagage**

Au niveau de la culture attequée, il convient donc d'enlever les organes malades manuellement ou en les taillant. La coupe devra être droite et franche pour éviter des maladies de blessures comme le Botrytis. Dans le cas d'une taille sévère, elle devra prendre en considération la capacité de régénération du végétal. Il est conseillé de protéger les grosses plaies avec une pâte cicatrisante.

- **Le curetage**

Cette opération s'applique dans le cas de chancre observé sur les branches ou le tronc de la culture. Elle permet de le supprimer en grattant les parties malades jusqu'à arriver aux tissus sains. La plaie devra ensuite être désinfectée avec une pâte cicatrisante. Si le chancre est petit, un couteau pourra être utilisé sinon, le curetage devra s'effectuer avec une tronçonneuse.

- **La récolte des organes malades**

Sur la culture, le maintien d'organes malades favorise la propagation du problème sur les autres parties saines de la plante. Leur élimination est conseillée pour limiter les risques d'explosion des agents parasitaires et faciliter leur gestion.



Augmentorium au champ

© J.P. BEGUINE, CIRAD

Exemple : l'élimination régulière des fruits piqués par les mouches des fruits sur la culture limite le nombre d'individus dans la zone cultivée.

Gestion des déchets végétaux attaqués

Les déchets végétaux sont aussi des sources non négligeables de maladies et de ravageurs. Il est important de tous les éliminer rigoureusement et rapidement.

Exemples : des feuilles au sol avec de la rouille favoriseront le maintien de la maladie à proximité de la plante et son installation sur les feuilles saines. De même, des fruits piqués au sol avec des larves de mouches des fruits font augmenter la population d'insectes et les attaques.

Une fois enlevées, les parties malades seront stockées dans un sac plastique fermé pour deux raisons :

- Le transport des déchets est facilité et les risques de dissémination sont réduits.
- Si leur présence doit se prolonger sur la parcelle, le soleil augmentera la température du sac plastique, ce qui réduira le nombre de parasites vivants.

Dans le cadre du projet GAMOUR, une étude est en cours pour optimiser l'élimination des fruits piqués par l'utilisation d'un augmentorium.

Un moyen efficace de prophylaxie est représenté par l'augmentorium. Il s'agit d'une « tente » en toile, dont une partie du toit est constituée d'un morceau de moustiquaire. Le principe est le suivant. On place les fruits piqués et infestés par des larves de mouches, après les avoir ramassés régulièrement tout au long de la période de production des cultures. Les mouches qui émergent restent prisonnières dans l'augmentorium et finissent par mourir, alors que les parasitoïdes, plus petits, qui émergent des larves parasitées de mouches peuvent s'échapper de l'augmentorium en passant à travers la maille de la moustiquaire.

Gestion d'un substrat contaminé

Plusieurs techniques alternatives à la lutte chimique existent pour désinfecter un sol :

• La désinfection à la vapeur

Le terrain doit être bien préparé et régulier, meuble et aéré pour une meilleure action en profondeur. De la vapeur d'eau ou de la chaleur humide

est injectée dans le sol. Plus le temps de pose est long, plus profonde est la désinfection. Le choix de la profondeur de désinfection est fonction du type de culture et donc de son enracinement. La terre devra être assez sèche pour une élévation rapide de la température. La désinfection superficielle, entre 8 et 10 cm, détruit les adventices et les champignons de surface (*Pythium*, *Rhizoctonia solani*). Elle s'appuie sur la pose de plaque en 5 à 10 minutes pour une température de 80 à 90 °C. Le contrôle de la température avec une sonde permettra d'éviter la destruction de l'humus et la formation de substance toxique (nitrites). L'implantation de la culture est immédiate.

• La solarisation

Cette méthode est utilisée pour lutter contre les maladies du sol et la pré-émergence des adventices. Son efficacité est fonction de plusieurs paramètres :

• La durée et l'intensité de l'ensoleillement

L'ensoleillement doit se faire sur une longue période (> 250 heures) pour assurer une élévation rapide de la température de la couche superficielle du sol dans les trois premiers jours. La durée du bâchage varie de 30 à 60 jours selon le parasite visé.

• La qualité du film plastique

Le film qui capte l'énergie doit être transparent et propre pour transmettre la chaleur solaire. Il est généralement en polyéthylène avec une épaisseur de 40 µm.

• L'humidité du sol

Le bâchage du sol après ressuyage permet de maintenir l'humidité qui véhiculera mieux la chaleur à travers le sol.

• La reprise du sol après débâchage

Après le débâchage, le sol est travaillé superficiellement (profondeur < 5 cm) pour éviter de remonter des zones de sol non désinfectées. L'implantation est possible dès que la température du sol est revenue à 20 °C. Il est conseillé de pratiquer un lessivage du sol pour réduire les effets de solubilisation et de libération de nitrites et de replanter 15 jours après ce ressuyage (cf. *Protection phytosanitaire légumes et petits fruits, CTIFL, 1997*).

Attention : Une désinfection laisse le sol vierge de tout organisme. Il faut donc veiller à ne pas contaminer une parcelle désinfectée. La désinfection du sol est efficace sur les premiers centimètres du sol. Une culture avec un enracinement profond aura des racines qui arriveront dans un

sol non désinfecté. Si la plante est un hôte de l'organisme nuisible présent, ses racines seront alors infectées.

Conservation des fruits récoltés

Les fruits sont récoltés dans de bonnes conditions (bon stade de maturité, précautions pendant et après la cueillette). Ils doivent être ensuite entreposés dans des conditions adaptées à leur nature. Généralement, les paramètres de température, d'humidité (du fruit récolté et de l'air) et d'aération doivent être bien maîtrisés pour éviter les problèmes de conservation.

Exemple : une température de 10 °C réduit la présence de thrips et les pourritures à *Fusarium* et *Penicillium*.

3.3.3 MÉTHODES CHIMIQUES

C *Si toutes les solutions alternatives ont été envisagées, SI le seuil d'infestation le justifie, SI la parcelle à traiter ne revêt pas ou peu de contraintes environnementales, ALORS le conseil se portera sur le traitement chimique en respectant toutes les précautions nécessaires.*

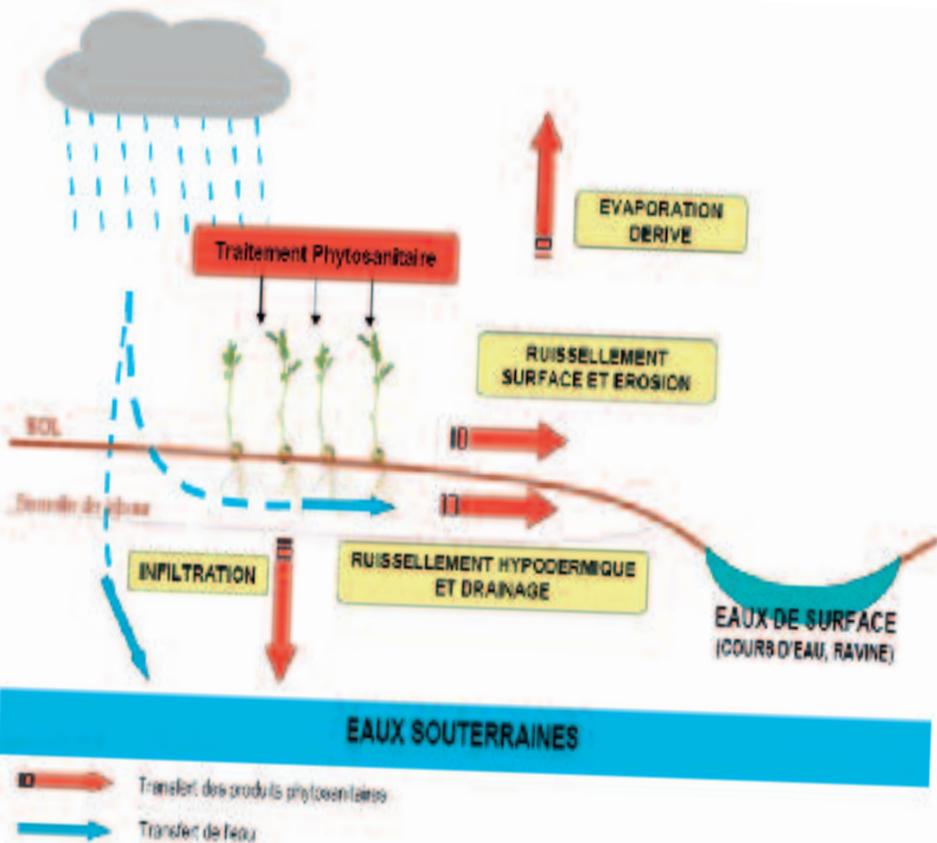


Figure 16 : Mécanismes de transfert d'un produit phytosanitaire dans l'environnement (DAAF)

Les différents types de pollutions dus aux produits phytosanitaires :

• **Pollutions diffuses**

Lors de l'application du produit, une partie des volumes appliqués se dissipe dans l'air, l'eau et le sol. Ce type de pollution est dû à l'entraînement des produits dans l'atmosphère, vers les eaux de surface et les eaux souterraines, sans qu'il y ait d'erreur de manipulation de l'utilisateur. La pollution diffuse est donc liée aux caractéristiques propres du produit, aux mécanismes de transfert, aux interactions avec le milieu...

• **Pollutions ponctuelles**

Ce type de pollution est dû à des difficultés de manipulation des produits ou à des erreurs de pratique avant ou après le traitement, ou encore à une mauvaise gestion des emballages vides de produit... Les effets de cette contamination peuvent être immédiats (mortalité de poissons, fermeture de captage d'eau...).

Exemple : vidange des restes de bouillie dans la cour de l'atelier, dans les avaloirs...

Les bonnes pratiques phytosanitaires (BPP) ont trois principaux objectifs. Elles doivent garantir une sécurité :

- sanitaire pour les utilisateurs de produits phytopharmaceutiques;
- alimentaire pour les consommateurs de végétaux et de produits végétaux;
- environnementale en particulier vis-à-vis des ressources en eaux.

3.3.3.1 Avant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique

Utilisation de produits homologués

Tout produit chimique dispose d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour un usage précis, c'est-à-dire l'association d'une culture, d'un ravageur et d'un mode de traitement. De plus il est important de suivre les conditions d'emploi prévues par l'AMM : usage, dose, délai avant récolte (DAR), précautions particulières et protection de l'utilisateur.

Pour être informé de modifications concernant les AMM, consultez le site internet :

www.e-phy.agriculture.gouv.fr

Le choix du produit

Certaines substances actives sont plus polluantes que d'autres. Les premières caractéristiques à prendre en compte sont :

- La nocivité exprimée par la DL50;
- La dose autorisée à l'hectare;
- La vitesse de dégradation et, par conséquent, la persistance d'action;
- L'action sur le milieu naturel (sur la faune et la flore aquatiques, sur le gibier, les abeilles, la faune auxiliaire...).

Par ailleurs, si la pente de la parcelle favorise le ruissellement et l'érosion, la solubilité dans l'eau du produit (en g/L, à température ambiante), peut aggraver le phénomène.

Les facteurs influençant les mouvements de l'eau :

- La nature du sol : les sols sableux qui sont les plus filtrants, favorisent la migration dans l'eau des substances actives, facilement lessivées dans ce type de sol;
- La présence de matière organique et d'humus dans un sol améliore la rétention de l'eau, stabilise la structure du sol au regard de l'érosion, et fixe davantage les substances actives (Koc);
- La présence d'êtres vivants dans le sol (microfaune, microflore, champignons, bactéries, algues...) favorise la décomposition de bon nombre de substances actives;
- L'érosion : les matières actives fixées dans le sol sont remises en mouvement.

Pour connaître la valeur des différents coefficients, les caractéristiques physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement et les données réglementaires des substances actives phytopharmaceutiques, consultez le site :

<http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>

Le transport

Le transport des produits classés dangereux est réglementé depuis 1999 par l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR). Tout transport de produit phytosanitaire est concerné par cette réglementation, à l'exception des dérogations qui peuvent être accordées aux agriculteurs ou à leurs employés dans certaines conditions :

<p>Parcelle à risque de pollution faible (située à plus de 200 m d'un cours d'eau, pente inférieure à 3 %)</p>	<p>Préconisation : Toutes les molécules peuvent être utilisées en respectant l'usage et les indications de l'étiquette</p>
<p>Parcelle à risque de pollution moyen (150 m de long, pente de 5 %, bande enherbée de 12 m le long du cours d'eau, non drainée)</p>	<p>Préconisation : Utiliser de préférence des matières actives présentant un faible risque de ruissellement. Il est possible d'utiliser aussi les matières actives ne présentant un risque de ruissellement que pendant peu de temps. Il s'agit des molécules se dégradant plus ou moins rapidement (la moitié de la quantité pulvérisée se dégrade entre huit et trente jours)</p>
<p>Parcelle à fort risque de pollution (pente de 5 %, au bord d'un cours d'eau, drainée)</p>	<p>Préconisation : Utiliser des matières actives présentant un faible risque de ruissellement. Elles sont déterminées à partir de la dose de produit utilisée par hectare (elle doit être inférieure à 500 g), de leur mobilité (elle doit être faible) et de leur dégradation rapide dans le sol (la moitié de la quantité pulvérisée doit être dégradée en moins de huit jours) Mise en place d'une bande enherbée de 12 m le long du cours d'eau</p>

Figure 17 (Tome I, Educagri édition, 2003)

- Le conducteur (agriculteur ou salarié) doit être âgé de plus de 18 ans ;
- Le conditionnement en emballage doit être inférieur ou égal à 20 L ou Kg ;
- Véhicule routier : < 50 kg de produit ;
- Engin agricole : < 1 000 kg.

Pour tous les transports, même s'ils bénéficient de la dispense, il est recommandé :

- D'arrimer les emballages
Exemple : disposer une caisse palette fixée sur le plateau et arrimer les emballages sur les ridelles de la remorque ou de la caisse palette à l'aide de sangles qui passeront dans les poignées des emballages. Bloquer ceux-ci pour éviter leur déplacement pendant le transport.
- De prévoir des équipements d'intervention en cas d'accident ; des gants nitriles, bottes (en caoutchouc et non en cuir), masque avec cartouche A2P3, sac de matière absorbante, pelle, sacs vides de type gravats, numéros d'urgence et extincteur approprié (ABC) sont à prévoir.

Le déplacement sur route d'un pulvérisateur avec une cuve pleine est autorisé et n'est pas soumis à la réglementation sur les transports de matières dangereuses. Mais il faut se rappeler que, si une cuve se renverse ou se vide suite à un accident, les conséquences peuvent être graves pour l'environnement.

Quelques recommandations pour réduire les risques lors de ce type de déplacements :

- Bien entretenir son pulvérisateur, en particulier la cuve et sa bonde de vidange.
- Vérifier régulièrement l'état de la cuve et sa fixation, pour éviter les vibrations.
- Réparer immédiatement la moindre fente avant qu'elle ne s'aggrave.
- Vérifier l'étanchéité et la fermeture des dispositifs de remplissage et de vidange des appareils.

Le stockage

Le local doit être fermé à clé si des produits T, T+ ou Cancérigènes, Mutagènes ou toxiques pour la Reproduction (CMR) y sont stockés. Pour le local, toute porte verrouillée doit être manœuvrable de l'intérieur et sans clé. Le stockage de biocides (désinfectants) dans le local ou l'armoire de stockage des produits phytopharmaceutiques est autorisé. Le local doit également être aéré ou ventilé (aération permanente haute et basse, naturelle ou mécanique). Le stockage doit empêcher tout écoulement dans un milieu sensible.

Les produits classés T+, T et CMR (Cancérigènes, Mutagènes et toxiques à la reproduction : R40, R45, R46, R49, R60, R61, R62, R63, R68) doivent être identifiés et séparés des autres produits.



Tous les produits phytosanitaires doivent être stockés dans un local ou une armoire aménagée, réservé à ce seul usage.

De la même façon, certains produits pouvant réagir dangereusement entre eux doivent être séparés les uns des autres.

L'agriculteur n'est pas tenu de déclarer son local de stockage à la Préfecture au titre des ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) s'il stocke moins de :

- 15 t de produits classés T (toxiques) ou autre classement
- 200 kg de solides classés T+ (très toxiques)
- 50 kg de liquides classés T+ (très toxiques)

Il est toutefois admis la présence d'une tonne de produits classés pendant la durée des traitements et au plus pendant 10 jours.

L'aménagement d'une aire de remplissage

Le remplissage et le lavage du pulvérisateur sont des étapes présentant des risques pour l'environnement et l'opérateur si elles ne sont pas bien maîtrisées. L'aménagement d'une aire de remplissage spécifique disposant d'une surface dure et étanche avec système de récupération des eaux d'écoulement et de lavage réduit le risque de pollutions et facilite le travail professionnel de l'opérateur.

La lecture de l'étiquette

La plupart des produits phytopharmaceutiques sont toxiques. Le mode d'action et le mécanisme toxicologique des produits dépendent donc des substances actives mais également de la nature des différents composants du mélange.

Trois notions vont conditionner le risque :

- La toxicité des molécules actives contenues dans le produit ;
- La forme physique de la spécialité commerciale ou du mélange liquide ou solide qui influe sur sa capacité de dispersion et de contact avec l'individu ;
- La nature des autres éléments constitutifs du produit.

Présentation du produit et conseils d'utilisation

Tout emballage de produits phytosanitaires doit comporter une étiquette ou une inscription en langue française, apposée de manière lisible et apparente. En plus de préciser si le produit est homologué en France, elle comporte les informations suivantes :

- Le nom du produit
- Le numéro d'homologation ou d'AMM
- Le nom et la teneur de la matière active
- Les phrases de risque (phrases R)
- Le nom et l'adresse du fabricant
- Les conseils de prudence (phrases S)
- Les usages, doses, restrictions éventuelles
- Les conseils d'application
- Les usages encore appelés « couples hôte parasite » autorisés et les doses homologuées

Précautions d'emploi



Toutes les informations relevant de la dangerosité du produit se trouvent sur l'étiquette et la fiche de données de sécurité (FDS). Il faut donc faire l'effort de lire ces documents pour appliquer les consignes d'utilisation.

Quelques recommandations :

- Lire l'étiquette du produit ;
- Sélectionner le produit le plus efficace et le moins dangereux ;
- S'assurer que le produit correspond bien à son besoin ;
- Respecter les doses préconisées par le fabricant.



Tout exploitant est dans l'obligation de posséder une aire de remplissage afin de prévenir toute pollution diffuse.

Il est important de maintenir l'étiquette dans un bon état afin de conserver les informations relatives au produit.

La préparation de la bouillie

Le calcul des doses

(cf. Phytosanitairement vôtre n° 26)

Le dosage pour un pulvérisateur porté équipé d'une rampe ou de lances, pour un pulvérisateur à dos ou pour un fût de 200 litres sera calculé uniquement quand le volume d'eau à apporter à l'hectare aura été défini après étalonnage. Cette étape est incontournable pour que la quantité de pesticides préconisée à l'hectare soit scrupuleusement respectée.

Préparation de la bouillie

Des gestes utiles pour l'utilisateur :

- Manipuler les bidons et sacs avec précision en évitant les transvasements.
- Porter des équipements de protection individuelle adéquats.
- Vérifier le bon fonctionnement du pulvérisateur avant le traitement.
- Remplissage du pulvérisateur : commencer à remplir la cuve à moitié avec de l'eau puis ajouter la dose de produit appropriée et compléter ensuite avec de l'eau.
- Ne jamais laisser le biseau d'arrivée d'eau dans la cuve pour éviter les retours de bouillie dans le réseau d'eau en cas de coupure.



Mesure	Exemple
<p>③</p> <p>Quantité de produit à apporter (Qp)</p> <p>$Qp = \text{Dose homologuée (l/ha)} \times \text{surface à traiter (m}^2\text{)}$</p> <p>10 000 m² (= 1 hectare)</p>	<p>Ma surface à désherber est de 5 000 m². Le désherbant que j'utilise est homologué à 9 litres/ha.</p> <p>$(9 \times 5\,000) / 10\,000 = 4,5$ litres</p>
<p>④</p> <p>Volume de bouillie pour la surface à traiter (Vb)</p> <p>$Vb = Qp \text{ (l/min)} \times \text{surface à traiter (m}^2\text{)}$</p> <p>surface couverte (m²/min)</p> <p>Volume d'eau = Vb - Qp</p>	<p>Ma surface à désherber est de 5 000 m². Je couvre une surface de 270 m²/min et la quantité d'eau éparpillée est de 10 l/min. $(10 \times 5\,000) / 270 = 185$ litres</p> <p>Pour désherber ces 5 000 m², il me faut 185 litres de bouillie, soit 180,5 litres d'eau et 4,5 litres de produit</p>

Pour mémoire :

1 hectare = 10 000 m²

1 hectolitre (hL) = 100 litres

1 kg = 1 000 g

1 litre = 1 000 mL

1 mL = 1 cc

Pour bien doser :

Une petite cuillère = 5 mL

Une grande cuillère = 10 mL

Une boîte de pastilles photo = 34 mL

Un pot de yaourt = 125 mL

Une canette de boisson en aluminium = 330 mL

Pour un dosage exact :

Utilisez une balance précise ou un pèse lettre, des éprouvettes graduées ou des seringues.

 Les produits phytosanitaires sont dangereux pour l'homme. Les résidus ne doivent en aucun cas être utilisés pour un autre usage.

Figure 18 : Préparation de la bouillie (DAAF)

3.3.3.2 Pendant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique

Les principales prescriptions d'emploi des produits visés à l'article L.253-1 du code rural sont définies dans celui-ci et l'arrêté du 12/09/06.

Protection de l'applicateur (EPI)

L'exposition des applicateurs aux produits phytosanitaires peut avoir lieu depuis la phase de

préparation de la bouillie jusqu'à la fin du traitement. Divers moyens de protection existent en fonction des situations et risques encourus :

Les cabines filtrantes (tracteurs ou automoteurs)

- Nécessité d'avoir une cabine étanche et pressurisée
- Utiliser des dispositifs de filtration performants : l'idéal est d'employer des filtres présentant la double dénomination « A + P » garantissant la

filtration des poussières et aérosols (P) et des vapeurs (A : charbons actifs). Assurez-vous également que les filtres présentent la norme NF U 03-024-1, garantissant les performances du matériel

- La durée de vie des filtres est variable en fonction des conditions : il est préconisé de changer le filtre charbon actif au plus tard 6 mois après son installation
- Travailler en cabine totalement fermée : pour le bien-être de l'utilisateur, la cabine doit disposer d'un système de climatisation fiable et efficace.

La protection des mains : les gants

- Choisir des gants en nitrile ou néoprène, identifiés par le sigle CE : norme EN 374
- Il est conseillé d'acheter des gants étanches, couvrants la totalité de l'avant-bras, adaptés à la taille des mains, souples, doublés à l'intérieur d'un support textile (coton) et présentant une finition externe granitée (meilleure préhension).

La protection du corps : la combinaison

- Elle doit porter le logo CE
- Elle doit être adaptée au type d'exposition : type 3 (protection élevée – produits T+) à type 6 (protection minimum – produits NC non classés)
- Elle doit pouvoir être portée au-dessus des vêtements classiques
- Elle doit être réservée au seul usage des traitements phytosanitaires.

La protection des pieds : les bottes

- Choisir des bottes correspondant aux normes CE EN345-346-347, marquage S5 ou P5

La protection des voies respiratoires et des yeux : le masque, les cartouches et les lunettes

Il existe trois types d'équipements :

- Le demi-masque : il ne protège que les voies respiratoires. Pour la protection des yeux, il doit être couplé à des lunettes adaptées (antibuée entre autres). C'est un matériel souple d'emploi, de faible coût et assez confortable ;
- Le masque panoramique ou complet : il protège l'ensemble du visage et les voies respiratoires.

Son principal inconvénient est son manque de confort (risque de buée) ;

- Le masque à ventilation assistée : il protège l'ensemble du visage et les voies respiratoires grâce à un système de ventilation assisté par un moteur. C'est un appareil assurant un haut niveau de protection.

Il est conseillé d'utiliser des cartouches marquées CE EN 143, « A2 P3 » (A2 = filtre les gaz de produits phytosanitaires, dérivés du pétrole, solvants et alcools ; P3 = arrête au moins 99,95 % des particules).

Il existe d'autres types de cartouches anti-gaz : B (chlore), E (SO₂) et K (NH₃), associés ou non dans le même masque (exemple « A2 B2 P3 »).

Entretien du masque et des filtres
<ul style="list-style-type: none"> • Stockez dans un endroit différent de celui des produits, à l'abri de la chaleur, du soleil et de l'humidité ; • Ne conservez pas les filtres plus de 6 mois après la mise en service et vérifiez la date de péremption ; • Changez le filtre au bout de 20 à 30 heures d'utilisation ou deux fois par an ou dès la perception d'odeurs au travers du masque ; • Surveillez les joints du masque qui garantissent l'étanchéité ; • Respectez les consignes d'utilisation du fabricant.
Devenir des équipements de protection
<ul style="list-style-type: none"> • Équipements à usage unique : gants souples, combinaison jetable. Ils seront rincés et éliminés (ordures ménagères) ; • Équipements durables et récupérables : masques, gants en nitrile ou néoprène, lunettes, combinaisons lavables, etc. Ils seront lavés séparément du reste du linge ou nettoyés après chaque application ; • Chaque applicateur assurera les interventions spécifiques d'entretien pour son propre équipement ; • Les équipements de protection seront stockés en dehors du local phytosanitaire ; • Attention : les équipements souillés par du produit ne devront pas être transportés dans la cabine du tracteur ou de l'automoteur.

Figure 19 : Entretien et devenir des équipements de protection (CA)



L'employeur est dans l'obligation de mettre à disposition des salariés exposés aux produits phytopharmaceutiques des Équipements de Protection Individuelle (EPI) appropriés et en bon état.

Le contrôle du pulvérisateur

Le contrôle et le réglage du pulvérisateur permettent d'optimiser la qualité du traitement et de minimiser les impacts sur le milieu. Il est conseillé de toujours contrôler le pulvérisateur en début de saison.

Les différents points à observer sur les appareils à rampe horizontale ou verticale

- Pression du circuit et localisation des fuites : contrôle du manomètre et de l'état de la membrane de la cloche à air
- Pompe
- Filtration : état des filtres et adéquation avec les buses utilisées
- Buses : équidistance, orientation, homogénéité et débit du jeu de buses et antigouttes
- Tuyaux : absence de plis et de raccords, tuyauterie conforme à l'original
- Rampes : rectitude, état des articulations et de la structure, appréciation de la stabilité
- Éléments de sécurité (protège cardan)
- Fonctionnement de la régulation, réglage des retours en cuve

Contrôle du pulvérisateur en fonctionnement statique :

Mise en marche du pulvérisateur rempli d'eau pour détecter la présence de fuites (pompe, anti-gouttes) et vérifier l'état des circuits hydrauliques en activant les commandes.

- Contrôle de la pression
- Contrôle du débit des buses
- Contrôle de la qualité de la répartition de la pulvérisation
- Contrôle de la qualité des impacts de la pulvérisation

Comment régler correctement son pulvérisateur ? (Étalonnage)

- Choisir un volume de bouillie/ha : en fonction du matériel utilisé, du type de produit, des performances de chantiers recherchées, de la qualité de la répartition recherchée.

$$V = (D \times 600) / (v \times L)$$

V = volume / ha en l/ha

D = débit total des buses (en l/mn)

600 = coefficient d'ajustement des unités

v = vitesse d'avancement en (km/h)

l = largeur en mètre

Mesurer la vitesse d'avancement : veiller à suivre une vitesse conseillée selon le type de matériel

- mesurer une distance d'au moins 30 m en ligne droite,
- enclencher le rapport de vitesse choisi,
- tourner au régime prise de force préconisé par le constructeur,
- chronométrer le temps mis pour parcourir la distance avec une cuve à moitié remplie et sans modifier le régime moteur.

Vitesse :

$$V \text{ en km/h} = (d \times 3,6) / t$$

d = distance en mètres

t = temps en secondes

Calculer le débit nécessaire par buse pour obtenir le volume/ha choisi :

$$\text{Débit buse en l/min} = (V \times v \times l) / (600 \times n \text{ buses})$$

V = Volume en l/ha

v = vitesse km/h

l = largeur en mètres

n = nombre de buses

Choisir ensuite le couple buse/pression pour délivrer le débit désiré :

Chaque buse est étudiée pour fonctionner dans une plage de pression bien définie :

- Buse à fente : 2-4 bars
- Buse miroir : 1-3 bars
- Buse 3 filets : 1-3 bars
- Buse à turbulence : 2-6 bars

Chaque fabricant de buse ou constructeur de pulvérisateur publie un tableau de correspondance entre la pression à la buse et le débit en L/min, avec un code couleur correspondant. Ainsi on peut choisir la buse pour obtenir le débit désiré.

Contrôler le débit de pulvérisation des buses :

Comparaison du débit calculé au débit mesuré.

Ajuster la pression pour obtenir le débit désiré.

Une erreur de 10 % de débit en plus représente une perte de 15 € à l'hectare, plus les risques pour l'environnement...

Optimiser la pulvérisation et la couverture de la végétation :

En réglant la hauteur de la rampe et les organes de pulvérisation. Le réglage de la hauteur de la rampe se fait toujours par rapport au niveau supérieur de la surface à traiter (sol nu ou couvert végétal). Il s'agit de trouver un compromis entre bonne répartition (recroisement correct de 2 jets contigus) et limitation de la dérive en étant le plus près possible de la cible. Le réglage des organes de pulvérisation se fait en réglant l'orientation des buses par exemple.

Angle de pulvérisation	Hauteur de la rampe
80 °	de 70 cm à 1 m
110 °	de 50 à 70 cm

Figure 20: Rapport entre l'angle de pulvérisation et la hauteur de rampe

- **Contrôler sur la parcelle l'étalonnage théorique :** vérifier sur la parcelle l'étalonnage théorique par l'évaluation du volume pulvérisé sur une surface connue.
- **Préférer les systèmes de suspension** pour la stabilité et obtenir ainsi une bonne répartition.
- **Effectuer le choix de la buse** pour la précision et la limitation de la dérive.
- **La régulation électronique au service de la répartition du produit :** les systèmes de régulation ont pour but de pré-régler, de contrôler et de maintenir constant le volume/ha désiré quels que soient les variations du terrain et le régime moteur.

On distingue :

- Les systèmes à débit proportionnel au régime (DPM) dont la vitesse varie avec l'accélération du moteur, et le débit de la pompe avec le régime du moteur : compensation des variations d'avancement du régime moteur
- Les systèmes à débit proportionnel à l'avancement (DPA) dont le débit des buses est proportionnel à la vitesse d'avancement : correction des variations d'avancement.

Si vous possédez des produits étiquetés avant l'application de l'arrêté relatif au ZNT, il faut convertir la ZNT selon la figure 21.

Sur l'étiquette vous lisez...	La ZNT est de...
Mention d'une ZNT \geq 1 m mais \leq 10 m	5 m
Mention d'une ZNT $>$ 10 m mais \leq 30 m	20 m
Mention d'une ZNT $>$ 30 m mais \leq 100 m	50 m
Mention d'une ZNT \geq 100 m	Le chiffre porté sur l'étiquette

Figure 21 : Tableau de correspondance pour les valeurs de la ZNT

Par dérogation, la largeur de la ZNT peut être réduite de 20 ou 50 mètres à 5 mètres sous respect des trois conditions réunies :

- Présence d'un dispositif végétalisé permanent d'au moins 5 m de large en bordure des points d'eau :
 - arbustif pour les cultures hautes (arboriculture, viticulture, houblon et cultures ornementales hautes)
 - herbacé ou arbustif pour les autres cultures
- Mise en œuvre d'un moyen reconnu limitant le risque aquatique d'un facteur au moins égal à 3 inscrit sur une liste publiée au Bulletin Officiel du Ministère de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Pêche
- Mise à jour d'un registre phytosanitaire (lieu, produits utilisés, dose...)

Si l'étiquette ne comporte aucune indication de ZNT, elle sera alors de 5 mètres (sauf exceptions abordées par la suite).

Il existe des produits avec une ZNT = 0 mètre (Article 13) :

- Les produits autorisés pour une utilisation sur plantes aquatiques ou semi-aquatiques ou sur rizière
- Les produits pour lesquels l'AMM autorise de ne pas appliquer de ZNT

L'étiquette mentionnera alors que la ZNT est de 0 mètre.

Une attention particulière devra toujours être portée sur la lecture de l'étiquette.



Lorsque l'on mélange des spécialités de ZNT différentes, il faut respecter la ZNT la plus large.

QUAND TRAITER ?

Afin d'éviter une perte massive de produits pharmaceutiques hors de la parcelle, il est primordial de toujours consulter les prévisions météorologiques. Elles sont, en moyenne, fiables sur trois jours.

La prise en compte des conditions atmosphériques est capitale si l'on souhaite assurer l'efficacité du traitement et limiter les « fuites » dans le milieu naturel !

Les principaux facteurs sont :

1) L'hygrométrie ou taux d'humidité de l'air

Elle est très importante pour l'efficacité des traitements : une hygrométrie supérieure à 60 % est gage d'une bonne efficacité.

2) La température

Des températures supérieures à 20 °C lors du traitement peuvent limiter sensiblement l'efficacité du produit.

3) Le vent

Il éloigne le produit de la cible et rend le traitement inefficace. Ces dérives sont à l'origine de contamination des cours d'eau voisins. Risque de dérive importante dès 12 km/h, ce qui correspond à une petite brise.

4) La pluie

La pluie favorise le lessivage qui contribue à la pollution des cours d'eau (lixiviation). Il ne faut donc pas traiter en cas de risque de pluie dans les heures suivant l'application.

Degré Beaufort	Terme descriptif	Vitesse moyenne du vent			Observations sur terre
		nœuds	m/s	Km/h	
0	Calme	Moins de 1	≤ 0.3	Moins de 1	On ne sent pas le vent ; la fumée s'élève verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	0.4 à 1.5	1 à 5	On sent très peu le vent ; sa direction est révélée par la fumée qu'il entraîne, mais non par les girouettes.
2	Légère brise	4 à 6	1.6 à 3.1	6 à 11	Le vent est perçu au visage ; les feuilles frémissent, les girouettes tournent.
3	Petite brise	7 à 10	3.2 à 5.4	12 à 19	Les drapeaux légers se déploient ; les feuilles et les rameaux sont sans cesse agités.
4	Jolie brise	11 à 15	5.5 à 7.9	20 à 28	Le vent soulève la poussière, les feuilles et les morceaux de papier, il agite les petites branches ; les cheveux sont dérangés, les vêtements claquent.
5 à 12	Bonne brise à ouragan	15 et plus	8 et plus	29 et plus	

L'EXISTENCE ET L'IMPORTANCE DU RESPECT DE LA ZONE NON TRAITÉE (ZNT)

L'article 1 de l'arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits phytosanitaires définit la ZNT comme une « zone caractérisée par sa largeur en bordure d'un point d'eau, correspondant pour les cours d'eau, en dehors des périodes de crues, à la limite de leur lit mineur, définie pour un usage d'un produit utilisé dans les conditions prévues par sa décision d'autorisation de mise sur le marché et ne pouvant recevoir aucune application directe, par pulvérisation ou poudrage, de ce produit. »

Elle a pour objectif de protéger les milieux aquatiques ! La respecter est obligatoire et primordial pour assurer la qualité de notre eau !

Un point d'eau est un « cours d'eau, plan d'eau, fossé et point d'eau permanent ou intermittent figurant en point, trait continu ou discontinu sur les cartes au 1/25 000 de l'Institut Géographique National. »

La largeur de la ZNT peut être de 5 mètres, 20 mètres, 50 mètres ou de plus de 100 mètres selon les produits. Elle est définie pour un usage d'un produit donné.

3.3.3.3 Après utilisation d'un produit phytosanitaire



L'agriculteur doit toujours garder en tête qu'un traitement n'est pas terminé à la fin de l'application.

Lorsque la pulvérisation est terminée, un véritable travail de finition commence, qui consiste à éliminer dans des conditions acceptables pour l'environnement tous les résidus et eaux de rinçage découlant de ce traitement. C'est une obligation de résultat fixée par la réglementation.

Après l'emploi l'exploitant doit :

- Vider et nettoyer les appareils sur les lieux mêmes du travail ;
- Ne pas jeter les produits résiduels sur les bas-côtés des routes ou dans les fossés, mares ou cours d'eaux.
- Nettoyer les vêtements de travail.
- Se laver les mains et le visage avant de prendre toute nourriture.

L'élimination des effluents doit être faite comme cité précédemment, à savoir, dans des conditions acceptables pour l'environnement. Nous détaillerons les moyens d'y parvenir dans les paragraphes suivants.

Des « effluents phytosanitaires », ce sont :

- Fonds de cuve
- Bouillies phytosanitaires non utilisables
- Eaux de nettoyage du matériel de pulvérisation (intérieur ou extérieur)
- Effluents liquides ou solides ayant été en contact avec des produits phytosanitaires ou issus d'un procédé de traitement.

La gestion du fond de cuve



Il est recommandé d'effectuer le rinçage et la vidange du fond de cuve au champ. Pour ce faire, le protocole détaillé, ci-après, doit être respecté scrupuleusement.

L'épandage au champ du fond de cuve du pulvérisateur est autorisé sous réserve de respecter les conditions suivantes :

1) Rinçage du fond de cuve en fin de traitement

- Dilution du fond de cuve avec un volume d'eau égal à au moins 5 fois le volume de fond de cuve
- Pulvérisation du fond de cuve dilué sur la parcelle traitée, jusqu'à désamorçage du pulvérisateur, en respectant la dose maximale autorisée.

2) Élimination du dernier fond de cuve après rinçage

- Vidange possible au champ, ou réutilisation lors du traitement suivant, **si la concentration est divisée par 100 par rapport à la bouillie initiale.**
- Vidange à distance des zones sensibles (50 m d'un point d'eau par exemple) sur un sol non saturé ou en forte pente, une seule fois par an au même endroit.

C

Il est recommandé d'effectuer le lavage extérieur du pulvérisateur au champ. Pour ce faire, le protocole détaillé, ci-après, doit être respecté scrupuleusement.

La gestion des eaux de lavage du matériel de pulvérisation

Le lavage au champ de l'extérieur de la cuve du pulvérisateur est autorisé, sous réserve de respecter les conditions suivantes :

R

1) Tous les effluents phytosanitaires forment des « Déchets Industriels Spéciaux » qui doivent être éliminés conformément à la réglementation du code de l'environnement.

2) Si l'agriculteur n'a pas pu éliminer ses fonds de cuve et eaux de lavage au champ selon les procédures réglementaires, il est dans l'obligation d'utiliser un procédé de traitement (physique, chimique ou biologique) dont l'efficacité a été validée.

1) Rinçage du fond de cuve et élimination au champ dans les conditions explicitées plus haut

2) Lieu de lavage :

- distance des zones à risque : 50 m d'un point, 100 m des zones sensibles (baignade, pisciculture, captage...)
- Sur une surface empêchant le ruissellement et entraînant en profondeur des effluents (sol ressuyé)
- Le lavage ne peut être effectué sur une même surface qu'une fois par an

Il n'y a pas d'obligation de réaliser le lavage du matériel sur la parcelle qui vient d'être traitée.

Parmi les procédés de traitement (physique, chimique, ou biologique) validés, un seul est reconnu pour un usage toutes cultures : le **PHYTOBAC**.

Parmi les attitudes à respecter « après traitement », il convient aussi d'y inclure les comportements liés à la protection des personnes, à savoir le lavage des vêtements de travail et du corps ainsi que le respect de délai de rentrée (DRE) au champ.

Le Registre d'utilisation

Toujours dans l'idée « qu'un traitement n'est pas terminé à la fin de l'application », après avoir éliminé les effluents, l'agriculteur doit remplir son Registre d'utilisation, souvent appelé « cahier de culture ». Cette étape est extrêmement importante pour affiner la protection phytosanitaire dans le temps.

Pour les agriculteurs percevant une aide à travers la Politique Agricole Commune (PAC), la tenue de ce registre est obligatoire dans le cadre du respect des Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE).

Il n'y a pas de modèle officiel pour ce registre ; l'agriculteur peut le tenir sur un simple cahier, voire un agenda. Il y a cependant un certain nombre d'impératifs à respecter.

Il doit permettre d'identifier sans équivoque la parcelle traitée et tout intrant doit être inscrit (engrais, amendement ou traitement phytosanitaire).

Les mentions obligatoires sont :

- La culture et le n° de la parcelle
- La date du traitement
- La nature du traitement (désherbage, fertilisation, insecticide...)
- La substance active et le produit commercial
- La dose/ha et la quantité de bouillie épanchée
- Le matériel utilisé

Ce registre peut être demandé à tout moment par les agents de l'État lors d'un contrôle de BCAE.

De plus, au-delà du cadre réglementaire, l'agriculteur peut ajouter une colonne pour des commentaires sur les conditions de réalisation du traitement (météorologie, problèmes rencontrés, efficacité du traitement, phytotoxicité...). Ces données lui permettront une optimisation des prochaines pulvérisations.

3.3.3.4 La gestion des déchets agricoles générés par la protection phytosanitaire

Les déchets agricoles issus de la protection phytosanitaire sont constitués principalement par les emballages vides de produits phytosanitaires (EVPP) et par les produits phytosanitaires non utilisés (PPNU). Ces déchets sont classés à la rubrique des déchets industriels spéciaux (DIS) considérés comme dangereux, rubrique 15.01.10 de la liste des déchets « emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus ». Ainsi, il y a obligation pour l'exploitant agricole d'en assurer ou d'en faire assurer le traitement correct.

Les entreprises agricoles doivent en conséquence éliminer leurs déchets phytosanitaires de façon à éviter les effets nocifs sur l'environnement ou la santé humaine et conformément aux dispositions légales. Le traitement ne peut être effectué que dans des installations classées pour l'environnement soumises à autorisation et agréées. Le code de santé publique précise

par ailleurs que ces emballages ne peuvent recevoir des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale.

Les Emballages Vides de Produits Phytopharmaceutiques (EVPP)

Les EVPP font l'objet d'une collecte annuelle gratuite organisée par la Chambre d'Agriculture de La Réunion. Seuls les bidons en matière plastique sont collectés. Les bidons doivent être rincés soigneusement trois fois à l'eau courante (photo ci-contre). L'eau de rinçage est versée dans la cuve du pulvérisateur pour être ensuite épanchée sur la culture.

Le rinçage soigneux des bidons présente un double avantage :

- Il permet à l'agriculteur de récupérer jusqu'à 3 euros de produit résiduel par bidon de 5 litres ;
- Il permet de reclasser l'emballage en déchet industriel banal (rubrique 15.01.02), de diminuer ainsi considérablement les coûts de collecte et de fournir les usines spécialisées dans le recyclage des matières plastiques.

Après rinçage, les bidons doivent être égouttés (photo page 168) et stockés au sec. Les bouchons sont conservés à part dans un sac plastique (photo page 168). Les bidons mal rincés ou mal égouttés ne sont pas acceptés sur les points de collecte, car ils ne sont pas recyclables et sont alors considérés comme des DIS.

Les Produits Phytopharmaceutiques Non Utilisables (PPNU)

Les PPNU regroupent les produits phytopharmaceutiques destinés à la protection des cultures mais qui ne sont plus utilisables pour les raisons suivantes :

- Le produit est dégradé ;
- Le produit est interdit d'emploi suite à un changement de réglementation ;
- Le produit n'est plus adapté à l'itinéraire cultural de l'entreprise.

Les PPNU font l'objet de collectes gratuites programmées par la Chambre d'Agriculture de La Réunion en fonction de l'importance du gisement. Dans l'attente d'une collecte, il est impératif de conserver les PPNU dans leur emballage d'origine à l'intérieur du local phytosanitaire en les isolant des autres produits. En cas de fuite,



© D. Vincenot

Rincer soigneusement trois fois les EVPP à l'eau courante

R

Chaque producteur ou détenteur de déchets est responsable devant la loi de ses déchets et des conditions dans lesquelles ils sont collectés, transportés, éliminés ou recyclés.

Quelle que soit la nature des déchets, il est formellement interdit de les brûler à l'air libre ou dans un incinérateur individuel (dégagement de dioxines ou de gaz toxiques), de les abandonner, de les enfouir ou de les déverser dans le milieu naturel.



Égoutter les EVPP avant stockage

© D. Wicrenet



Les bouchons des EVPP sont stockés à part dans un sac plastique

© D. Wicrenet



Déchet de films plastiques en culture d'ananas

© D. Vigneron

il faut emballer le PPNU dans un sac plastique étanche. Un formulaire de pré-inscription à la collecte doit être rempli par le détenteur et envoyé à la Chambre d'Agriculture. Ce formulaire est disponible auprès de la Chambre d'Agriculture, de la DAAF et des principaux distributeurs de produits phytosanitaires.

Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

Les Films Plastiques Agricoles Usagés (FPAU)

Les films plastiques agricoles usagés (FPAU) utilisés pour lutter contre la prolifération des adventices, constituent une autre source de déchets en exploitation maraîchère et en culture d'ananas

(photo ci-dessus). Les FPAU sont classés comme déchets industriels banals (DIB) et ne sont pas considérés de ce fait comme dangereux. Il est obligatoire de les éliminer conformément à la réglementation sans nuire à l'environnement. Les voies d'élimination sont les centres de tri, sous condition d'apporter des FPAU débarrassés des débris végétaux et des mottes de terre.

Centres de tri à contacter avant de déposer les FPAU :

- Centre de tri de Pierrefonds (Saint-Pierre) : 02 62 22 41 67
- Centre de tri VALOI (Sainte-Marie) : 02 62 29 85 99
- Centre de tri CYCLEA (Le Port) : 02 62 55 23 70

LORSQUE VOUS GÉREZ VOS DÉCHETS PHYTOSANITAIRES :

- 1) Vous protégez votre santé et celle de votre famille ;
- 2) Vous préservez la qualité de vos produits et le potentiel de production de votre exploitation ;
- 3) Vous préservez l'environnement et agissez en tant que professionnel de l'agriculture.



Eretmocerus Eremicus

© F. BODIN



Puceron

© S. Merçon

CHAPITRE 3

PROTECTION PHYTOSANITAIRE



CE QU'IL FAUT RETENIR DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES POUR CE CHAPITRE

- L'utilisation de produits phytosanitaires est le dernier recours pour lutter contre les organismes nuisibles. Tout doit être mis en place en amont pour éviter leur apparition ou contrôler leur population sous un seuil acceptable pour la culture.
- Il existe des moyens de prévention efficaces à La Réunion (faux semis, plants certifiés, rotation de cultures, etc.) et d'autres bientôt disponibles pour les agriculteurs (exemple du projet GAMOUR pour l'agroécologie). L'intérêt est de limiter le volume des intrants et de participer à la préservation de nos ressources en eau.
- N'oublions jamais qu'une culture doit être implantée sur une parcelle dont l'environnement lui est favorable. Ce choix capital lui assure un bon développement tout en limitant les apports de produits fertilisants, de produits phytosanitaires ou encore d'eau par le biais de l'irrigation.
- Avant d'engager une lutte contre un organisme nuisible, il est primordial de l'identifier précisément et de quantifier l'impact sur la culture. La lutte sera alors ciblée et efficace.
- Les méthodes de lutte prophylactique sont un ensemble de préventions et de luttes, mécaniques et physiques, qui appréhende la protection phytosanitaire de façon permanente, a contrario de la lutte chimique qui est souvent utilisée après le développement massif des organismes nuisibles par manque d'observation ou de travail préventif sur le sol ou les cultures.
- Lors d'un traitement chimique
 - L'équipement doit être contrôlé et le pulvérisateur étalonné convenablement et ce, pour chaque utilisation;
 - Les conditions météorologiques doivent être optimums lors de la pulvérisation et dans les heures qui suivent le traitement;
 - Les doses doivent être scrupuleusement respectées;
 - Les Zones Non Traitées doivent être identifiées et respectées;
 - L'équipement de protection de l'applicateur doit être complet et en bon état;
 - Les fonds de cuves et autres effluents doivent être dilués et épandus;
 - Les bidons (vides ou non) doivent être rangés.
- **En ce qui concerne la gestion des déchets, il est recommandé de se rapprocher de la Chambre d'Agriculture pour toute information concernant les lieux de collecte et les conditions d'acceptation des déchets. Vous pouvez également vous reporter à l'annexe III de ce guide.**



POUR ALLER PLUS LOIN (1/2)

VOS OUVRAGES :

- ARTAS, 2007. **Gagnez plus, c'est possible en mettant l'engrais ou l'herbicide au bon moment. Cahier technique - La canne**, n° 12, Août 2007, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2008. **La plantation. Cahier technique - La canne**, n° 14, Avril 2008, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2004. **Le désherbage. Cahier technique - La canne**, n° 5, Août 2004, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2007. **Le désherbage. Cahier technique - La canne**, n° 13, Novembre 2007, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- Cariglia A., ARMEFLHOR, 2007. **Lutte préventive contre le flétrissement bactérien en culture de tomates hors sol – État des connaissances et conseils**. Février 2007, 138 p. *Disponible à l'ARMEFLHOR et à l'adresse : http://pagespersoorange.fr/armeflhor/publication/Lutte_preventive_contre_fletrissement_bacterien_culture_tomates_hs.pdf*
- Comité de Bassin Réunion, 2009. **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion 2010-2015**. Décembre 2009, 113 p. *Disponible à l'adresse suivante http://www.comitedebassinreunion.org/rubrique.php3?id_rubrique=26*
- De Bailliencourt F., ARMEFLHOR, 2006. **Rapport technique sur la culture de plants de fraisières Fraisimotte à l'île de La Réunion**. Mars 2006, 69p. *Disponible à l'ARMEFLHOR et à l'adresse : http://www.prvp.org/index.php/fr/documentation/ressources_en_ligne/documentation_technique/rapports_et_fiches_technico_economiques_guides_et_manuels_agricoles*
- Fabregues X., Riviere E., Bourglan Y., 2007. **Règlements et conseils techniques pour la production de plants maraîchers de qualité à l'île de La Réunion**. 67p. *Disponible à l'ARMEFLHOR et à l'adresse : http://www.prvp.org/index.php/fr/documentation/ressources_en_ligne/documentation_technique/rapports_et_fiches_technico_economiques_guides_et_manuels_agricoles*
- Gauthier V., Graindorge R., DAF 2010. **Guide pratique de prophylaxie à l'usage des producteurs d'anthuriums de La Réunion**. 2010, 72p. *Disponible à la DAAF et à l'adresse : http://www.prvp.org/index.php/fr/documentation/ressources_en_ligne/documentation_technique/guides_techniques_pour_la_lutte_contre_la_bacteriose_de_l_anthurium*
- Le Bourgeois T., Jeuffrault E., Fabrigoule S. Advenrun, **Principales mauvaises herbes de La Réunion**. Mars 1999
- Minatchy J., Simon S., 2009. **Guide de la tomate hors sol à La Réunion**. Février 2009, 186 p. *Disponible à la FDGDON*

CHAPITRE 3

PROTECTION PHYTOSANITAIRE



POUR ALLER PLUS LOIN (2/2)

- M.A.P., 2002. **Aide mémoire juridique sur la réglementation relative aux produits antiparasitaires à usage agricole.** Janvier 2002, 25 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/aide_memoire_phyto_5-3-03.pdf*
- Quilici S., D. Vincenot, A. Franck, 2003. **Les auxiliaires des cultures fruitières à La Réunion.** CIRAD - Chambre d'Agriculture, 18 Éditions, 168 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture*
- Vincenot D., Normand F., Amouroux P., Hoarau I., Joas J., Léchaudel M., 2009. **Guide de production intégrée de mangues à La Réunion.** Novembre 2009, 121 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture*

VOS SITES INTERNET :

- www.e-phy.agriculture.gouv.fr : Site dédié à la réglementation concernant les produits phytosanitaires
- www.adivalor.fr : Agriculteur Distributeurs Industriels pour la VALORisation des déchets de l'Agro-fourriture
- <http://www.prpv.org> : Programme Régional de Protection des Végétaux dans l'Océan Indien
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Productions-de-la-Corpen.html> : Des documents du CORPEN téléchargeables gratuitement
- <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php> : AGRITOX est une base de données sur les propriétés physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement, les données réglementaires des substances actives phytopharmaceutiques
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-elimination-des-effluents.html> : Informations sur la gestion des effluents phytosanitaires
- <http://www.reunion.eaufrance.fr> : Système d'information sur l'eau du bassin Réunion

Vous pouvez consulter et emprunter gratuitement l'ensemble des ouvrages de ce guide, et bien d'autres publications, à la bibliothèque du CIRAD au pôle « 3P » à St-Pierre (cf. Votre carnet d'adresses page 250)

TABLE DES MATIÈRES DU CHAPITRE 4

<p>Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant..... 176</p> <p>4.1 DIAGNOSTIC 178</p> <p>4.1.1 Caractérisation du besoin 178</p> <p>4.1.1.1 Comment déterminer le besoin en eau d'irrigation ... 178</p> <p>4.1.1.2 Caractérisation de la bonne potentialité de l'irrigation à l'échelle de l'île 178</p> <p>4.1.1.3 Bilan et conditions d'utilisation des cartes..... 181</p> <p>4.1.2 Disponibilité technique de la ressource 181</p> <p>4.1.2.1 Êtes-vous dans une de ces zones? 182</p> <p>4.1.2.2 Cas des périmètres irrigués..... 183</p> <p>4.1.2.3 Hors des périmètres irrigués..... 185</p> <p>4.1.3 Réglementation des prélèvements..... 189</p> <p>4.1.3.1 Pour les prélèvements d'eau souterraine..... 189</p> <p>4.1.3.2 Pour les prélèvements d'eau superficielle 189</p> <p>4.1.3.3 Rappel concernant le Domaine Privé de l'État et le Domaine Public Fluvial.... 189</p> <p>4.1.3.4 Mesure des débits, caractérisation du prélèvement et de l'écoulement..... 191</p> <p>4.2 DÉFINITION DU RÉSEAU À L'ÉCHELLE DE L'EXPLOITATION 193</p> <p>4.2.1 Choix des équipements..... 193</p> <p>4.2.1.1 L'irrigation au goutte à goutte 193</p> <p>4.2.1.2 L'irrigation par aspersion 195</p> <p>4.2.2 Conception, dimensionnement et installation..... 198</p> <p>4.2.2.1 Conception du projet..... 198</p> <p>4.2.2.2 Dimensionnement 199</p> <p>4.2.2.3 Installation 199</p>	<p>4.3 PILOTAGE, LA BONNE DOSE D'IRRIGATION AU BON MOMENT..... 200</p> <p>4.3.1 Notions fondamentales 200</p> <p>4.3.1.1 Demande en eau du climat ... 200</p> <p>4.3.1.2 Connaître les besoins de la plante 200</p> <p>4.3.1.3 L'évapotranspiration réelle.... 201</p> <p>4.3.1.4 La pluie..... 201</p> <p>4.3.1.5 Le sol..... 202</p> <p>4.3.1.6 Le bilan hydrique 203</p> <p>4.3.1.7 La dose d'irrigation..... 203</p> <p>4.3.2 Les outils d'aide à l'irrigation... 204</p> <p>4.3.2.1 OSIRI-Run 204</p> <p>4.3.2.2 Le conseil à l'ETM 206</p> <p>4.3.2.3 Fiche goutte à goutte sur canne à sucre..... 206</p> <p>4.3.2.4 Le disque d'irrigation..... 206</p> <p>4.3.2.5 Éléments d'aide à la décision dans le choix d'un conseil à l'irrigation..... 208</p> <p>Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre..... 210</p> <p>Pour aller plus loin 211</p>
---	--

CHAPITRE 4

GESTION DE L'EAU ET IRRIGATION



L'IRRIGATION A, DE TOUT TEMPS, PERMIS À L'AGRICULTURE DE SE DÉVELOPPER dans des régions potentiellement exploitables mais peu propices aux cultures par manque d'eau. À La Réunion, le transfert des eaux d'est en ouest, de la côte pluvieuse « au vent » à celle plus sèche « sous le vent », permettra la mise en culture d'environ 7 150 hectares de terres irriguées à l'horizon 2013 dans l'ouest et le sud de l'île. La « gestion globale » des ressources, opérée au niveau des grands aménagements hydro-agricoles, permet une utilisation conjointe des eaux souterraines et superficielles, de façon durable et raisonnée. Cependant, si ces projets permettent le développement de l'irrigation sur de grandes surfaces, l'irrigation dans les Hauts de l'île demeurera une irrigation à base de petits prélèvements en tête de cours d'eau ou à partir de petits impluviums alimentant des résurgences temporaires. La gestion de l'eau dans ces deux contextes est physiquement et réglementairement extrêmement différente.

© Cheik-Saidou/Min.agri.fr



Par les auteurs : F. AURE (CA), G. CHARLAT (CG), J-L CHOPPART (CIRAD-Réunion), J. CHANUT (DAF), P. FRANCOIS (DIREN), M-M GREILLIER (LEGTA de St Paul), A. MAILLOL (OLE), L. LE MEZO (CIRAD-Réunion), K. VAUDOUR (CG)



ANALYSE DES PRATIQUES ET DES CONNAISSANCES DE L'EXPLOITANT

Ces questions ont pour objectif de comprendre les pratiques de l'exploitant et d'appréhender sa « vision » de l'irrigation. Les conseils prodigués seront ainsi ciblés et adaptés, au cas par cas, en fonction des réponses.

L'exploitant est-il dans une zone propice à l'irrigation ?

..... cf. 4.1.1

Avant tout travaux d'installation d'un système d'irrigation, il est primordial de s'assurer de la disponibilité de la ressource dans le temps. Il est parfois plus intéressant de ne pas irriguer au regard des coûts d'investissement et de fonctionnement d'un tel dispositif.

La nature du sol et le climat de la microrégion sont déterminants dans le choix d'irriguer ou non.

Est-il dans un périmètre irrigué existant ou en cours de réalisation ?

..... cf. 4.1.2

Les périmètres irrigués sont contrôlés par l'exploitant du réseau. Les prélèvements y sont gérés durablement et équitablement.



Possède-t-il une Autorisation/Déclaration de prélèvement ? Possède-t-il une vanne volumétrique ou un autre moyen de quantifier son prélèvement ?

..... cf. 4.1.3

Ces documents réglementaires permettent d'encadrer les prélèvements sur le territoire afin de prévenir toute pénurie en eau et répartir équitablement et durablement cette ressource.

Une vanne volumétrique, ou tout autre moyen pour quantifier le prélèvement, est indispensable pour permettre de gérer la ressource en eau et d'organiser les prélèvements à l'échelle d'un bassin versant.

Son irrigation est-elle par aspersion ou goutte à goutte ? Pourquoi a-t-il fait ce choix ?

..... cf. 4.2.1

Le choix du système conditionnera le pilotage. Un système goutte à goutte est plus efficace, mais dans certaines conditions, l'aspersion peut être recommandée.

Possède-t-il un plan de son réseau ? A-t-il les fiches techniques du matériel utilisé ?

..... cf. 4.2.2

Un réseau d'irrigation doit être entretenu, réparé, au cours du temps. Pour conserver son efficacité, chaque pièce remplacée doit l'être par une pièce aux caractéristiques identiques. Il est donc important de conserver toutes les informations techniques.

A-t-il installé lui-même son système ? Constate-t-il des pertes ou des consommations excessives ?

..... cf. 4.2.2

Il est important d'éviter toute consommation inutile d'eau. C'est une perte financière, un risque accru de lixiviation et le gaspillage d'un bien précieux.

Entretient-il son installation, à quelle fréquence ?

..... cf. 4.3.1

L'entretien de son installation permet de prévenir certaines maladies cryptogamiques et permet de relever l'apparition de fuite d'eau.

Comment prend-il en compte les conditions météorologiques, notamment la pluviométrie, dans la conduite de son irrigation ?

..... cf. 4.3.1

La pluviométrie est un paramètre essentiel dans l'irrigation. L'eau de pluie, lorsqu'elle est bien prise en compte, permet d'économiser de l'argent et d'éviter des phénomènes de drainage et de ruissellement en irriguant sur un sol déjà saturé en eau.

L'intensité du vent peut engendrer des gaspillages en eau dans le cas d'une irrigation par aspersion.

L'apport d'eau, aux heures les plus fraîches de la journée, est recommandé afin de limiter son évaporation.

Connaît-il les conséquences d'une irrigation excessive ?

..... cf. 4.3.1

Une irrigation excessive provoque des drainages et des ruissellements. Ces eaux se chargent en éléments nutritifs et pesticides, sur et dans le sol, atteignent les ravines et cours d'eau et engendrent : la pollution des eaux de consommation, l'eutrophisation des cours d'eau ainsi qu'une augmentation de la mortalité d'espèces aquatiques.

Comment se débarrasse-t-il de ses déchets (tuyaux d'irrigation, gicleurs, pièces plastiques) ?

..... cf. 4.3.2

Les déchets d'un réseau d'irrigation sont une source de pollution diffuse et ce, sur de longues périodes. Il est donc primordial que l'exploitant utilise les filières de gestion des déchets.

4.1 DIAGNOSTIC

4.1.1 CARACTÉRISATION DU BESOIN EN EAU D'IRRIGATION

4.1.1.1 Comment déterminer le besoin en eau d'irrigation ?

Les besoins des cultures en eau d'irrigation dépendent de critères tels que :

- L'altitude

À travers le rayonnement et la température, elle détermine la demande en eau du climat (Évapotranspiration).

- La pluviométrie

Elle représente les apports naturels en eau. Les précipitations mensuelles cumulées, inférieures à 50 mm, définissent le nombre de mois secs par an.

- La réserve utile des sols

La capacité d'un sol à retenir de l'eau utile pour la plante (voir la définition précise au 4.3.1). Les informations disponibles sur les réserves utiles ont été valorisées jusqu'à 1 000 m d'altitude.

À La Réunion, pour intégrer la diversité des conditions de sol, de climat, d'altitude, la caractérisation des besoins des cultures en eau d'irrigation est réalisée par l'identification de zones homogènes qui associent ces différents paramètres.

Dix-neuf entités homogènes ont ainsi été identifiées, regroupées en 2 façades limitées à 1 000 m d'altitude :

1. Sainte-Marie à Sainte-Rose : façade est
2. Du Port à Saint-Philippe : façade ouest

Dans chaque entité, la modélisation des bilans hydriques pour 3 grands types de culture aboutit à la détermination des besoins en eau d'irrigation optimisée. En termes de diagnostic, ce critère doit être atteint pour exprimer le potentiel de production des cultures végétales **si toutes les autres conditions de croissance sont réunies.**

4.1.1.2 Caractérisation de la bonne potentialité de l'irrigation à l'échelle de l'île

Pour savoir s'il est agronomiquement utile d'irriguer une culture, le bilan hydrique, en condition irriguée, permet de caractériser les consommations optimisées en eau d'irrigation (COI).

Sur les dix-neuf zones homogènes, ces consommations optimisées ont été calculées avec l'outil « Five-Core » pour trois cultures :

- La canne à sucre (récoltée en milieu de campagne) ;
- Le maraîchage (2 cycles consécutifs de tomate) ;
- La prairie (*Chloris gayana* en culture permanente).

Pour toutes les zones, le débit d'eau d'irrigation délivré est de 2,7 m³/h/ha, sans jours de coupure, et valorisé uniquement par la culture en place.

Les consommations d'eau ont été cumulées par campagne pour la canne à sucre et la prairie, et par année pour le maraîchage (en considérant une durée de culture de 9 mois/an).

Les six cartes, des figures 1 et 2, peuvent constituer un élément d'aide à la décision, l'analyse qui a permis leur construction ne prend pas en compte plusieurs paramètres fondamentaux :

- Les particularités et contraintes au niveau des exploitations, aussi bien pédoclimatique qu'économique. Ceci relève du conseil personnalisé par l'organisme de développement.
- Les disponibilités réelles en eau pour l'irrigation en fonction de la ressource ou de la législation. Ceci relève d'éléments à fournir par des organismes comme la DAAF, la DEAL ou l'Office de l'eau. Les cartes proposées peuvent donc être amendées par des contraintes de disponibilité en eau d'irrigation.

La décision d'irriguer ou non une culture est donc un choix à raisonner à l'échelle de l'exploitation, en comparant la faisabilité technique et le bénéfice attendu.

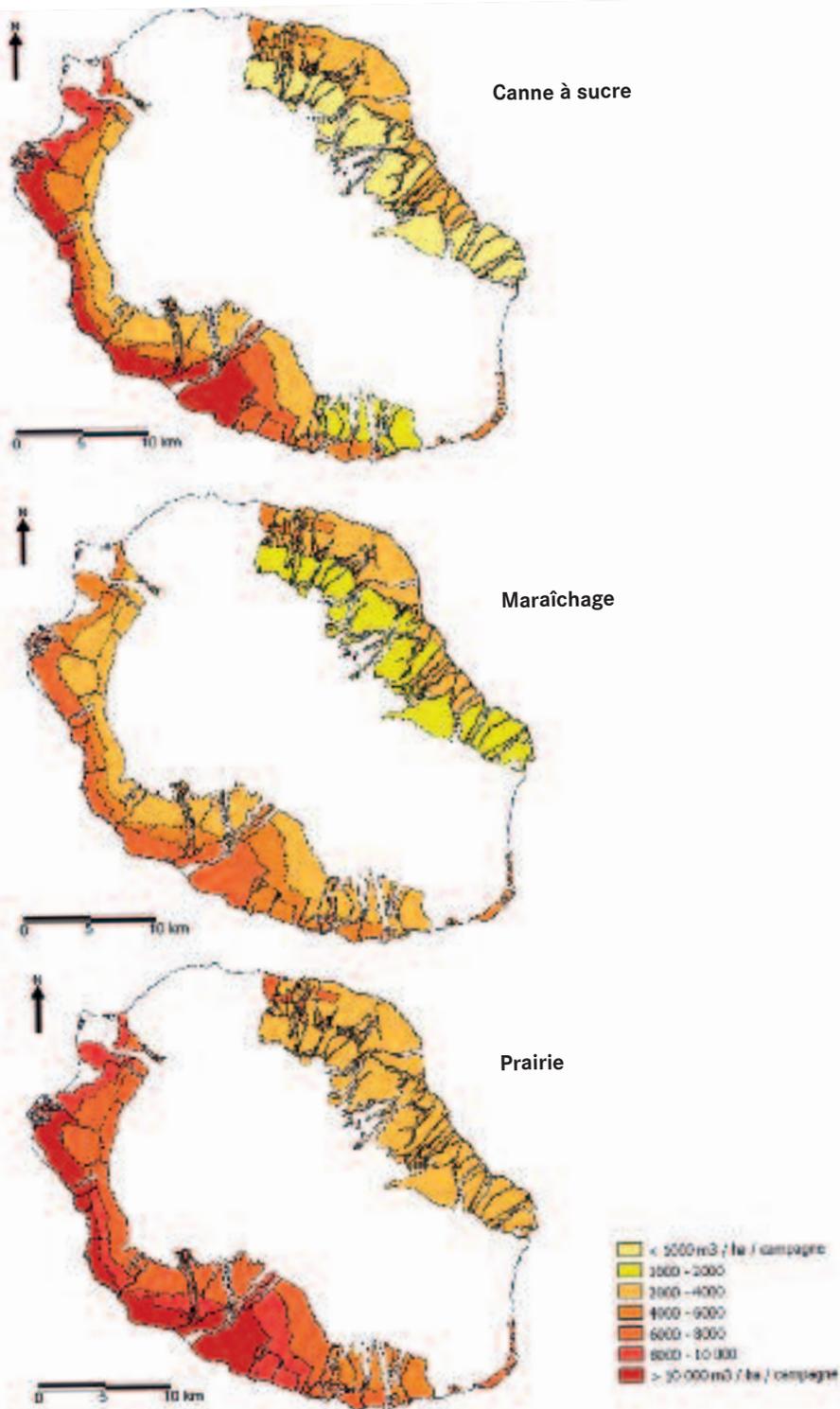


Figure 1: COI en $m^3/ha/campagne$ pour la canne à sucre et le Chloris et en $m^3/ha/an$ pour le maraîchage (DEAL-CIRAD)

Ces COI annuelles peuvent être complétées par le nombre de mois où elles sont inférieures à 50 mm par mois, pour évaluer la durée de l'irrigation par an.

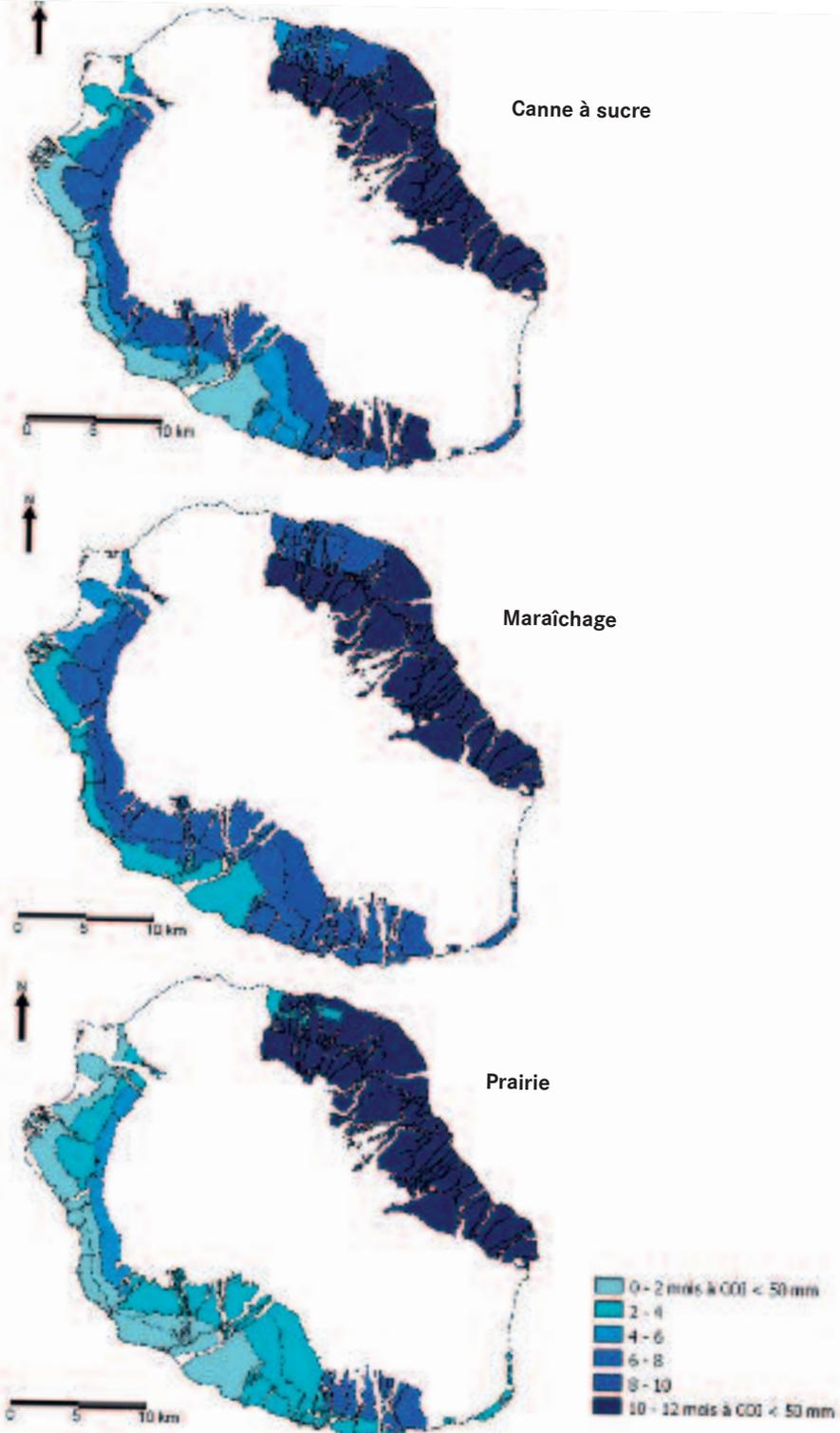


Figure 2 : Nombre de mois où COI < 50 mm/mois (DEAL-CIRAD)

4.1.1.3 Bilan et conditions d'utilisation des cartes

Ces éléments d'aide à la décision permettent de mettre en évidence des « zones de bonnes potentialités agricoles avec l'irrigation » **si toutes les autres conditions de croissance sont réunies.**

- **Sur la façade ouest :**
 - les zones littorales (de Saint-Gilles à Saint-Louis) où les besoins en eau d'irrigation sont forts,
 - les zones d'altitude avec des besoins d'irrigation réduits et moins fréquents.
- **Sur la façade est :**
 - La zone autour de Sainte-Marie.

Les cartes, des figures 1 et 2 de caractérisation des besoins en eau d'irrigation (volume et durée d'irrigation annuels), peuvent constituer un élément d'aide à la décision à différents niveaux :

- L'agriculteur et le technicien peuvent évaluer les pratiques en termes de consommation prévisionnelles en eau d'irrigation pour un conseil et un suivi ;
- Les décideurs institutionnels pour une bonne gestion de la ressource ;
- Les sociétés d'aménagement en termes de volume d'eau à délivrer pour satisfaire les besoins des cultures dans des zones d'extension pour un besoin potentiel.



Prélèvement d'eau dans une retenue collinaire

© G. Zberlin, DAAF

4.1.2 DISPONIBILITÉ TECHNIQUE DE LA RESSOURCE

En fonction de la position géographique de l'exploitation, les possibilités de prélèvements d'eau sont diverses. Pour un agriculteur seul ou un petit groupement, les prélèvements par forage, pour atteindre les eaux souterraines, ne sont pas envisagés car ils sont très onéreux (coûts de forage, de pompage). Nous nous intéressons donc aux prélèvements de ressources superficielles de proximité permettant une distribution de type gravitaire, ou, à la distribution via les périmètres irrigués.

La question fondamentale pour cette partie est donc de savoir si l'exploitant est, ou non, dans un périmètre irrigué ou en cours de réalisation. La réflexion à mener sera fondamentalement différente en fonction de la réponse. Dans le cas de parcelles limitrophes aux périmètres d'irrigation, renseignez-vous systématiquement auprès du gestionnaire du réseau afin de vous assurer des possibilités d'être irrigué ou non.



Il est important de savoir que des périmètres en cours de réalisation peuvent l'être encore pour trois, cinq ou dix ans encore. Il est donc capital de prendre en compte cette fluctuation pour conseiller l'agriculteur.

Pour connaître l'état d'avancement des travaux du périmètre qui vous concerne, n'hésitez pas à contacter le service eau du Conseil Général, propriétaire de ces périmètres irrigués. Le service de la Chambre d'Agriculture pourra également vous renseigner. Pour connaître leurs coordonnées, reportez-vous à la rubrique Votre carnet d'adresses [page 250](#).

Nous présentons sur cette carte les périmètres existants ou en cours de réalisation. Vous trouverez une carte plus précise en annexe.

4.1.2.1 Êtes-vous dans une de ces zones ?



Figure 3 : Les périmètres irrigués (DAAF)

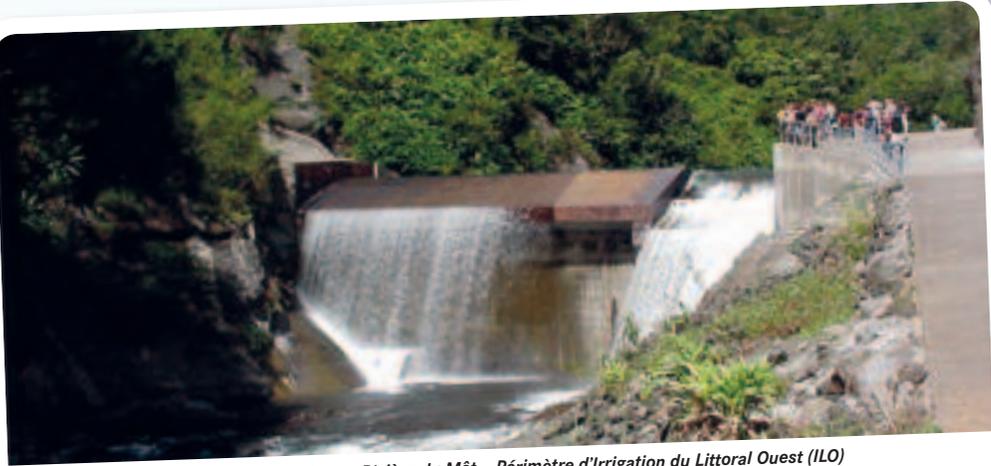
Il existe également des périmètres de moindre envergure sur les secteurs de Gillot (Sainte-Marie) et Piton Hyacinthe (Le Tampon) qui ne sont pas représentés sur la carte. Si vous souhaitez des informations sur ces périmètres, contactez la Chambre d’Agriculture ou le Conseil Général.

OUI !	NON !	Je ne sais pas !
L'exploitant est dans un périmètre irrigué réalisé ou en cours de réalisation. L'exploitant peut sans doute bénéficier d'un apport d'eau immédiatement ou dans un futur proche.	L'exploitant n'est pas concerné par ces périmètres, vous devez donc réfléchir à un système de prélèvement individuel ou collectif.	En cas de doute sur les limites des périmètres irrigués, n'hésitez pas à appeler le Service irrigation de la Chambre d'Agriculture de La Réunion ou encore l'exploitant du réseau.
Reportez-vous à la partie 4.1.2.2 Cas des périmètres irrigués	Reportez-vous à la partie 4.1.2.3 Hors des périmètres irrigués	Pour les coordonnées, reportez-vous à la rubrique Votre carnet d'adresses page 250 .

Figure 4 : Tableau d'orientation en fonction de la localisation des parcelles

4.1.2.2 Cas des périmètres irrigués

Si l'agriculteur exploite dans une de ces zones, il peut bénéficier d'un apport d'eau constant tout au long de l'année. Les prélèvements sont encadrés par le gestionnaire du réseau que l'agriculteur rétribuera en fonction du volume consommé.



Captage superficiel de la Rivière du Mât – Périmètre d'Irrigation du Littoral Ouest (ILO)

© Conseil Général de La Réunion



Forage Rive Gauche St-Étienne Amont – Périmètre irrigué du Bras de la Plaine

© SDRH

Fonctionnement et démarches à suivre

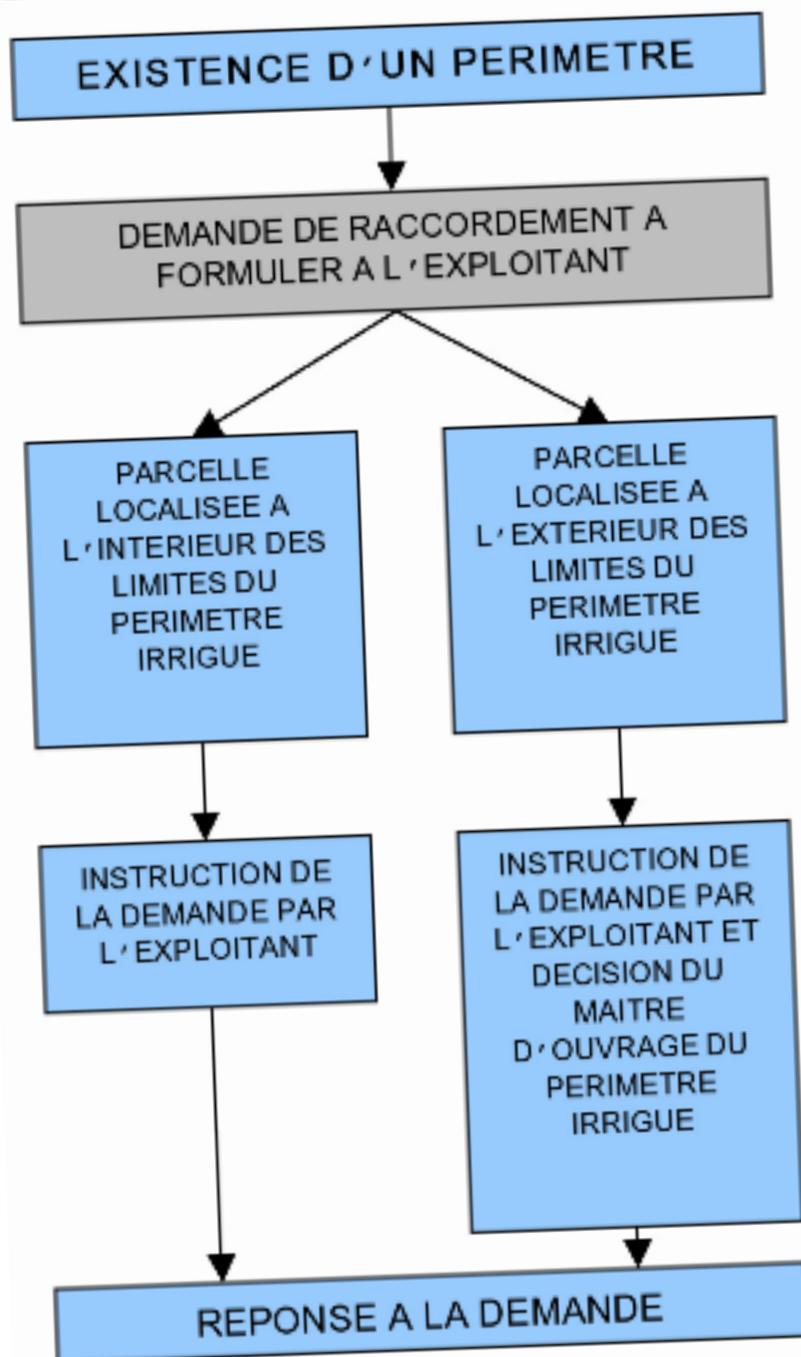


Figure 5: Schéma du fonctionnement de la démarche à suivre dans un périmètre irrigué (CG)

Vous devez retirer votre dossier de demande d'inscription en téléphonant ou en vous déplaçant au siège de l'exploitant du réseau. Plusieurs pièces, comme les références cadastrales des parcelles, seront demandées.

4.1.2.3 Hors des périmètres irrigués

En dehors des périmètres irrigués existants, les possibilités d'approvisionnement en eau à titre individuel sont assujetties à de nombreuses contraintes :

Contraintes de l'approvisionnement en eau à titre individuel

Les contraintes pour l'approvisionnement sont de natures diverses. Elles peuvent être :

- **Réglementaires**

Les prélèvements d'eau à des fins d'irrigation font l'objet de procédures réglementaires spécifiques (cf. 4.1.3).

- **Techniques**

La mise en œuvre d'ouvrages de captages superficiels ou de forages présente des contraintes fortes d'implantation, nécessitant des études tech-

niques spécifiques, ainsi qu'une évaluation du potentiel de la ressource sollicitée.

- **Les forages**

Comme énoncé précédemment, les forages sont des techniques coûteuses qui ne concernent, pas ou peu, les agriculteurs à titre individuel ou en petits groupements.

- **Les captages d'eau superficielle par pompage ou dérivation**

Il est impératif de déclarer ces prélèvements auprès du service de la police de l'eau (DEAL), même de faibles volumes, car cela permet de gérer la ressource à l'échelle du bassin versant ou de la région. Les captages sont, très rarement, réalisés par pompage étant donné le coût de l'installation. Si l'exploitant souhaite s'équiper d'un tel système, une étude économique « Coût pour l'apport/Gain de production induit » devra être réalisée.

- **Le stockage**

Que cela soit par pompage ou sous forme de dérivation, l'eau ainsi prélevée est stockée dans des retenues collinaires afin d'être disponible en période sèche. Elles permettent à l'agriculteur de disposer d'un volume d'eau d'appoint pour une petite irrigation ou l'abreuvement d'un troupeau.



Retenues collinaires

Nous vous présentons, ci-après, les caractéristiques principales des retenues collinaires et les points à ne pas oublier.

LES RETENUES COLLINAIRES

Définition

Le principe est simple et peu coûteux au regard des autres moyens de prélèvements. On terrasse afin d'obtenir une fosse en recherchant un équilibre entre déblais et remblais afin d'apporter le moins de matériaux possible sur place et de valoriser les volumes extraits. L'étanchéité est assurée par l'application d'une géomembrane (disponible dans le commerce). Ce sont des réservoirs dont le volume avoisine les 2 000 m³.

*Ce type de stockage signifie **s'engager sur le long terme** : l'exploitant doit réserver chaque année un budget pour remplacer le géotextile et entretenir son ouvrage de stockage. On observe beaucoup de retenues collinaires à l'abandon du fait des coûts de réparation qui n'ont pas été prévus par l'exploitant.*

L'eau provient d'une dérivation d'un écoulement d'eau de rivières, de ravines recueillant les eaux de pluies ou encore de résurgences temporaires de faibles débits, en tête de vallon.

Dans ces deux derniers cas, la mise en œuvre de retenues collinaires est donc à appréhender au regard d'une analyse pluviométrique afin de connaître le volume potentiel d'eau récupérable sur la zone et de comparer ce volume ainsi déduit aux besoins en eau.

Risques associés **Attention!**

On effectuera ces travaux en hiver austral pour limiter au maximum les risques d'érosion liés au chantier.

Le risque d'effondrement de la retenue est à prendre en compte. Elle doit être construite dans le respect le plus strict de l'art. Les variations extrêmes des précipitations observables à La Réunion imposent que l'aménagement soit résistant et contrôlé fréquemment. En été, les fortes précipitations peuvent engendrer un remplissage brutal de la retenue et parfois sa rupture, pouvant alors causer de graves dégâts en aval.

*Répétons-le, toutes les précautions doivent être prises **pendant et après** les travaux.*

Besoin d'être conseillé

Pour toute demande d'information, contactez la Chambre d'Agriculture et demandez le conseiller irrigation de votre zone.

Pour obtenir un complément d'informations sur les procédures de déclaration, contactez le service de la police de l'eau de la DEAL.

*Pour obtenir leurs coordonnées reportez-vous à la rubrique **Votre carnet d'adresses** [page 250](#).*



© Chet, Suleuf/Mina agrif

• **Financières**

Un examen de rentabilité des investissements paraît impératif, intégrant également une analyse des coûts d'exploitation et de maintenance, lesquels peuvent présenter, suivant les dispositifs techniques mis en œuvre (alimentation gravitaire ou pompage), un impact significatif sur la rentabilité de l'exploitation agricole.

Démarches à suivre

Nous résumons ici la démarche à engager dans le cas où l'exploitant n'est pas dans un périmètre irrigué.

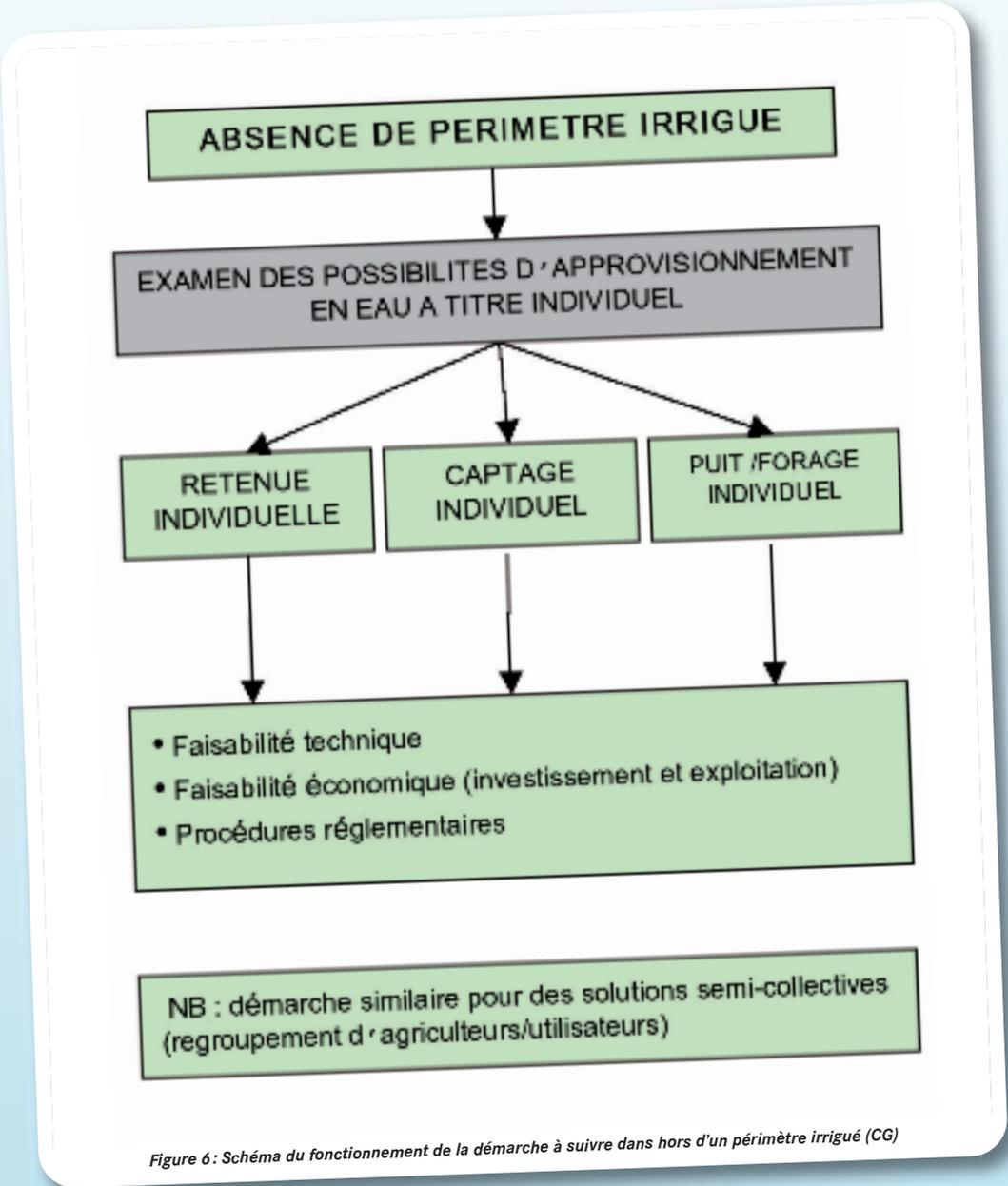


Figure 6 : Schéma du fonctionnement de la démarche à suivre dans hors d'un périmètre irrigué (CG)

4.1.3 RÉGLEMENTATION DES PRÉLÈVEMENTS

(cf. : )

La réglementation impose de déclarer, au titre du code de l'environnement, le prélèvement, quelle que soit la destination de l'eau :

- Alimentation en eau potable ;
- Irrigation ;
- Alimentation privée.

4.1.3.1 Pour les prélèvements d'eau souterraine

Permanents ou temporaires (forage, puits ou ouvrage souterrain dans un aquifère à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé) :

- Compris entre 10 000 m³/an et 200 000 m³/an : prélèvement soumis à **déclaration** ;
- Supérieur ou égal à 200 000 m³/an : prélèvement soumis à **autorisation**.

Le cas des eaux souterraines est le plus simple à instruire car il n'existe qu'une seule rubrique, que le prélèvement soit superficiel ou souterrain. Seul le service de police de l'eau de la DEAL intervient en tant que service instructeur. Cependant, en l'état actuel de la réglementation, pour tout ouvrage supérieur à 10 mètres de profondeur, une déclaration est à faire, en parallèle, au service des mines (DEAL).

Un dossier de déclaration ou d'autorisation est à présenter quelle que soit la profondeur du forage envisagé à partir du moment où le prélèvement est supérieur ou égal à 10 000 m³/an. Une enquête publique simple de droit commun est à réaliser dans le cas d'une demande d'autorisation.

La pièce essentielle du dossier est la notice d'incidence, dont la réalisation doit être confiée à un bureau d'études possédant de solides compétences en hydrogéologie.

Le texte réglementaire relatif à la constitution des dossiers d'autorisation ou de déclaration de prélèvement contient tous les éléments nécessaires

à la définition du cahier des charges à destination des bureaux d'études.

4.1.3.2 Pour les prélèvements d'eau superficielle

Un dossier de déclaration ou d'autorisation est à présenter pour les prélèvements supérieurs à 400 m³/h ou supérieurs à 2 % du débit du cours d'eau. Seul le service de police de l'eau de la DEAL intervient en tant que service instructeur.

- Capacité de prélèvement totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m³/h ou entre 2 à 5 % du débit du cours d'eau : prélèvement soumis à **déclaration** ;
- Capacité de prélèvement totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m³/h ou à 5 % du débit du cours d'eau : prélèvement soumis à **autorisation**.

De manière générale, le cas des eaux superficielles est plus délicat à traiter car il demande d'étudier l'impact du prélèvement sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique. De plus, la nature de l'écoulement peut être diverse : écoulement à caractère fluvial, cours d'eau appartenant au Domaine Public Fluvial (DPF), captage de petites résurgences d'altitude, etc. Des mesures compensatoires peuvent être demandées afin de limiter l'impact du prélèvement sur le milieu naturel.

D'autres obligations peuvent être imposées lorsque l'ouvrage de prise est un obstacle à la continuité écologique ou directement un barrage de plus de 2 m de haut (respect des débits réservés, mise en place de passes à poissons...).

4.1.3.3 Rappel concernant le Domaine Privé de l'État et le Domaine Public Fluvial

Tous travaux et prises d'eau sur le Domaine Public Fluvial (DPF) doivent être autorisés par le propriétaire de ce domaine.

Vous trouverez en annexe 1 du guide, une carte des cours d'eau au sens de l'arrêté 06-4709 du 26 décembre 2006. Tous les cours d'eau définis



Tout prélèvement d'eau dans le milieu naturel est encadré par la réglementation. Cela, afin de gérer durablement et équitablement notre ressource en eau.

dans cet arrêté appartiennent au DPF. Ils sont représentés par un figuré bleu sur le cadastre. La demande de prélèvement doit donc être effectuée aux services de l'État, et, dans ce cas, au Service gestionnaire du DPF de la DEAL.

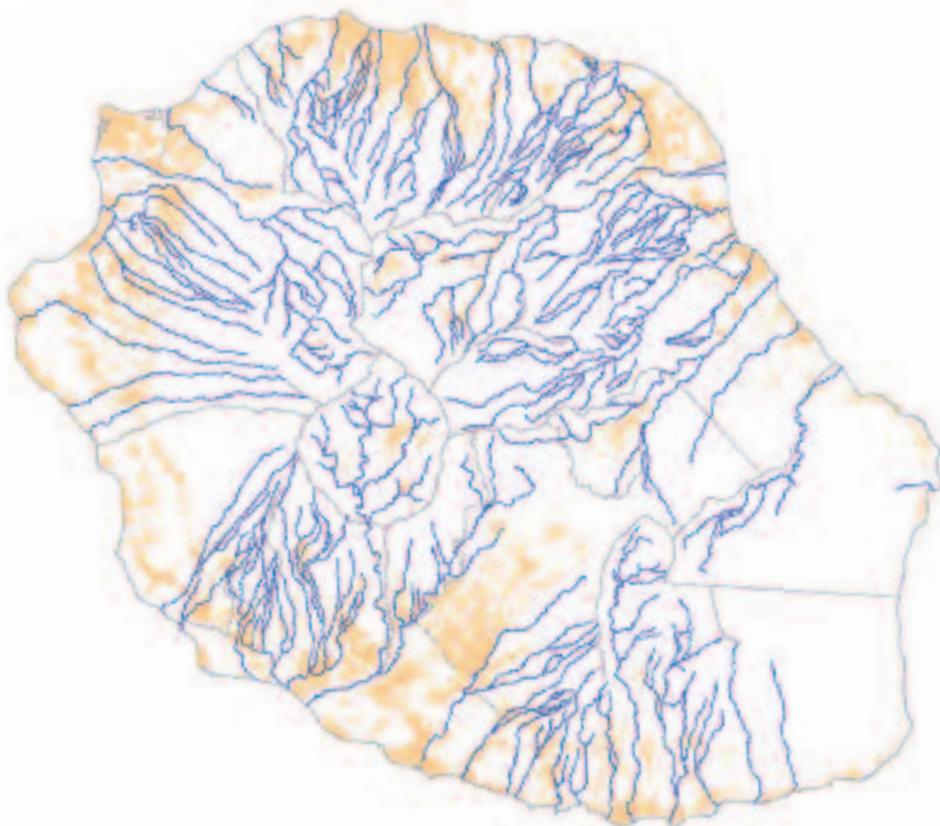


Figure 7: Carte du DPF (DEAL)

Tous travaux et prises d'eau sur le Domaine Privé de l'État (DPE) doivent être autorisés par le propriétaire de ce domaine.

Le Domaine Privé de l'État correspond aux ravines n'appartenant pas au Domaine Public Fluvial. L'eau de pluie qui y ruisselle est libre d'usage, cependant, tout ouvrage de rétention est soumis à autorisation. Contactez pour cela, le Service gestionnaire du DPE de la DEAL.



La déclaration de prélèvement permet à une commune, au Département, à la Région ou l'État de connaître l'ensemble des prélèvements afin de gérer collectivement, durablement et équitablement cette ressource.

4.1.3.4 Mesure des débits, caractérisation du prélèvement et de l'écoulement

Le dossier de déclaration ou d'autorisation sera validé ou non par le Service Police de l'eau de la DEAL.

Dans le cas de dossier soumis à autorisation, c'est généralement un bureau d'étude qui analysera les différents impacts du prélèvement.

Pour des dossiers soumis à déclaration, et pour de « petits » prélèvements, l'agriculteur peut lui-même calculer le pourcentage de prélèvement sur le débit du cours d'eau par une méthode de jaugeage au seuil que nous détaillons page 192. Le but est de donner une méthode simple de caractérisation afin de faciliter la déclaration de prélèvements pour le captage de petite source, que l'on retrouve souvent dans les Hauts.



La méthode de jaugeage au seuil peut être conduite pour des débits de 0,2 à 5 litres par seconde. Au-delà, il est préférable de faire appel à un bureau d'études.

Afin de guider au mieux les agriculteurs, un formulaire a été créé afin de conseiller et d'orienter vers la procédure adéquate. Vous pouvez obtenir ce formulaire auprès du service de la police de l'eau de la DEAL. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à la rubrique Votre carnet d'adresses page 250.



Prélèvement d'eau en ravine à l'aide d'une petite retenue

© M. Béguin, DDAF

MÉTHODE DE JAUGEAGE AU SEAU OU « À CAPACITÉ »

Dans quel cas utiliser cette méthode ?

Cette méthode concerne des prélèvements effectués par captage de petites résurgences d'altitude, dans de petites vasques naturelles, en tête de ravines non pérennes et non classées en cours d'eau (au sens de l'arrêté 06-4709 du 26 décembre 2006, en tant que « sources donnant naissance à un cours d'eau »). Le prélèvement sera possible et juste (au niveau des valeurs) pour des écoulements de l'ordre de 0,5 à 2 litres par seconde.

Outillage nécessaire

Pour cette méthode, il faut : un seau d'une contenance connue et « simple d'utilisation » (10 litres par exemple), un chronomètre précis ainsi que le nécessaire pour noter les résultats (carnet et crayon).

Application de la méthode

Réalisez une petite retenue, étanche, afin de bloquer l'écoulement. Prévoyez la sortie en un seul point haut du « barrage » de façon à ce que l'eau coule directement dans le seau.

Actionnez le chronomètre à la première goutte et arrêtez-le lorsque le seau est plein.

Répétez l'opération trois fois et effectuez la moyenne des valeurs trouvées pour T.

Le débit vous est donné par la formule :

$$Qc = V/T$$

V est le volume du seau en litres

T le temps en secondes mis pour le remplir

Qc est le débit en l/s

Une fois l'exercice terminé, détruisez la retenue.

Cette méthode s'applique pour calculer le débit de l'écoulement dans lequel on prélève (Qc1) ainsi que le débit que l'on prélève (Qc2). On peut en déduire le pourcentage prélevé par la formule :

$$\% \text{ prélevé} = (Qc1 / Qc2) \times 100$$

Toutes ces valeurs sont à renseigner dans la fiche d'information demandée par le Service de la Police de l'eau.

Attention ! *Ces mesures doivent s'effectuer en étiage, à savoir lorsque le niveau des eaux est « au plus bas », soit, juste avant que l'écoulement ne disparaisse. Indiquez dans la fiche la date de tarissement (absence d'écoulement).*

4.2 DÉFINITION DU RÉSEAU À L'ÉCHELLE DE L'EXPLOITATION

4.2.1 CHOIX DES ÉQUIPEMENTS

Il est important, avant tout questionnement sur le choix du matériel du réseau, de connaître parfaitement les caractéristiques de l'eau livrée (quels qu'en soient le moyen et le propriétaire) : débit disponible, pression, température, nature chimique, quantité de matière en suspension, etc. En effet, certaines de ces caractéristiques induiront l'installation de matériel spécifique.

À La Réunion, les exploitants ont le choix entre deux techniques d'irrigation :

- L'irrigation localisée plus communément appelée « goutte à goutte » ;
- L'irrigation par aspersion.

4.2.1.1 L'irrigation au goutte à goutte

Présentation générale

L'irrigation au goutte à goutte permet un arrosage de la fraction du sol au voisinage des racines (bulbe d'irrigation). L'efficacité du système est d'environ de 95 %. La caractéristique principale de cette technique réside dans la précision de l'apport en eau.



Système goutte à goutte sur une parcelle de canne à sucre

© O. FILLI, DAAF



Les pertes sont minimisées avec cette méthode, on est capable d'apporter uniquement le volume d'eau correspondant à la demande de la plante.

Autres caractéristiques techniques du système :

- Utilisation de faibles débits et faibles pressions;
- Réseau de canalisation dense et fixe, pouvant être enterré;
- Ne mouille pas les feuillages ni les inter-rangs;
- Possibilité de pratiquer une fertigation (cf. Chapitre 2.5);
- Nécessite une filtration préalable de l'eau, le cas échéant;
- Apports réalisés à faible dose et fréquence élevée.

Les différents réseaux se distinguent par les équipements que constituent la **station de tête** et le type de **distributeurs** montés sur les canalisation. Il existe une grande diversité de matériel. Il faut consulter les caractéristiques de l'ensemble le plus large possible afin de faire le choix en fonction des attentes de l'exploitant (coût, fonctionnalité, performance, autonomie, etc.).

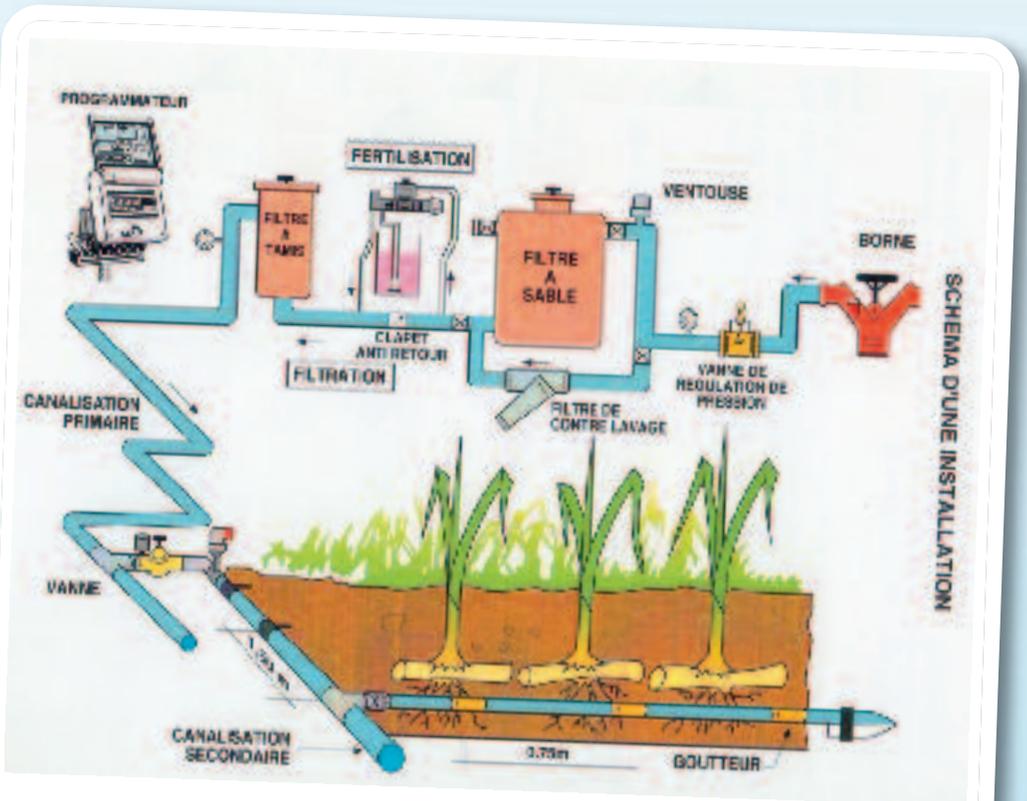


Figure 8 : Schéma d'une installation de goutte à goutte (Canne-progrès)

Choix du Matériel

Nous présentons ci-dessous les grandes familles d'équipement et les critères à prendre en compte pour orienter son choix.

• La station de tête

Placée en tête de réseau elle assure grâce à différents équipements les fonctions suivantes :

- Contrôle et maintien de la pression dans le réseau (régulateurs de pression, ventouse, manomètres...);
- Nettoyage et filtration (hydrocyclones, filtres à tamis, filtres à sable, filtres à disques);
- Injection d'engrais (dilueurs et doseurs, pompes doseuses, injecteurs à venturi);
- Gestion automatisée du réseau (automates, programmeurs...);
- Suivi des volumes d'eau utilisés (compteurs).

• Les dispositifs d'apport d'eau à la parcelle

De nombreuses catégories et types de conduites existent dans le commerce dans diverses classes de pression et différents diamètres. Pour l'irrigation des parcelles, les conduites principales sont généralement en polyéthylène. Il existe également des tuyaux en PVC, en acier léger, en aluminium ou encore des tuyaux plats.

Pour conseiller l'agriculteur dans ses choix, l'inventaire de l'ensemble du matériel, disponible dans le commerce, est nécessaire afin de choisir en fonction du projet de l'agriculteur et du montant des investissements qu'il peut engager.

Seront à prendre en compte, le diamètre, l'épaisseur, la résistance aux Ultra-Violet (accélération du vieillissement), les variations de température (accélération du vieillissement), la flexibilité et la facilité d'utilisation au montage/démontage, intéressant si le tour d'eau est rapide ou la parcelle accidentée.

• Les distributeurs

Ils se distinguent par :

- Leur mode de fonctionnement ;
- Leur débit ;
- Leur mode de fixation sur la canalisation (en ligne ou en dérivation) ;
- Leur loi débit/pression.

Il existe des distributeurs turbulents dont le débit varie avec la pression de l'eau et des distributeurs autorégulants dont le débit est fixe dans une plage de pression donnée ce qui permet des apports homogènes sur les parcelles de grande longueur ou en pente.

On distingue différentes catégories de modèles :

- Les goutteurs en ligne ou intégrés ;
- Les goutteurs « boutons » fixés en dérivation sur la canalisation ;
- Les gaines perforées ;
- Les micro-asperseurs.

De plus, il existe sur le marché une très large gamme de distributeurs qui, dans une même catégorie, se différencient par :

- Leur réaction au colmatage ;
- Leur plage de fonctionnement (autorégulants) ;
- Leur durée de vie ;
- Leur prix.

4.2.1.2 L'irrigation par aspersion

Présentation générale

L'irrigation par aspersion, à l'inverse de la technique du goutte à goutte, apporte l'eau sous forme d'une pluie artificielle sur toute la surface du sol destinée à remplir partiellement ou totalement les réserves en eau du sol.

L'efficacité du système est variable suivant les dispositifs adoptés. On estime en moyenne que l'efficacité, pour cette méthode, est de **75 %**.



Système d'irrigation par aspersion



Le volume d'eau apporté par le système doit être supérieur au besoin de la plante pour pallier aux phénomènes d'évaporation.

Autres caractéristiques techniques du système :

- Pression et débit plus élevés que l'irrigation localisée ;
- Réseau de canalisation léger et mobile ;
- Arrose le feuillage et les inter-rangs ;
- Fertigation impossible ;
- Ne nécessite pas de filtration préalable de l'eau ;
- Apports réalisés à forte dose et faible fréquence.

Comme pour la méthode du goutte à goutte, il existe un grand choix de matériel possible. Nous présentons ici les grandes caractéristiques pour faciliter le choix de l'équipement. Il est nécessaire, lors d'un projet d'installation d'un système d'irrigation, d'étudier l'ensemble du matériel disponible, afin d'adapter, au mieux, le système aux attentes de l'exploitant (coût, fonctionnalité, performance, autonomie, etc.).

Choix du Matériel

• La station de tête

Placée en tête de réseau elle assure grâce à différents équipements les fonctions suivantes :

- Contrôle et maintien de la pression dans le réseau (régulateurs de pression, ventouse, manomètres...);
- Gestion automatisée du réseau (automates, programmeurs...);
- Suivi des volumes d'eau utilisés (compteurs).



Vanne volumétrique

© O. Pillard, DAAF

• Les dispositifs d'apport d'eau à la parcelle

Pour l'aspersion, il existe plusieurs moyens d'apporter l'eau à la parcelle. La durée d'installation des dispositifs sur une parcelle donnée dépendra du projet de l'exploitant. Il est intéressant de constater ici que plusieurs possibilités existent.

• Couverture totale ou couverture intégrale :

- La couverture totale

La parcelle est équipée d'un réseau fixe de canalisations (rampes) en général en polyéthylène souple, le long desquelles on déplace manuellement des asperseurs. Chaque rampe alimente un seul asperseur. Le nombre d'asperseurs fonctionnant simultanément est défini par le débit disponible en tête de parcelle (cf. 4.1.2).

Exemple : débit disponible en tête de parcelle : $10 \text{ m}^3/\text{h}$, débit nominal d'un asperseur : $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, on aura un nombre d'asperseurs en service simultanément = $10/1,5$ soit 6 asperseurs

- La couverture intégrale

Elle diffère de la couverture totale par le fait que les rampes sont équipées de l'ensemble des asperseurs. Une fois en place en début de campagne le matériel n'est plus déplacé. La mise en eau des secteurs d'arrosage (ensemble d'asperseurs fonctionnant simultanément) est possible grâce à l'ouverture et à la fermeture de vannes isolant chaque secteur. Leur mise en route peut être manuelle, semi-automatisée (vannes volumétriques) ou entièrement automatisée (vannes programmables ou électrovannes asservies à un programmeur). Le nombre d'asperseurs d'un secteur dépend comme pour la couverture totale du débit disponible en tête de parcelle.



Irrigation par aspersion en maraîchage

© O. Zibernin, DAAF

• Les machines à irriguer

Ces appareils mobiles et déplaçables d'une parcelle à l'autre permettent une irrigation d'appoint et sont adaptés à toutes les formes de parcelles. Ils sont constitués :

- D'un canon monté sur un chariot ou un traîneau;
- D'un tambour ou bobine sur lequel est enroulée la canalisation alimentant le canon et dont la rotation est assurée par un moteur hydraulique;
- D'un châssis équipé de roues sur lequel est montée la bobine et qui permet le déplacement de l'appareil.

L'alimentation en eau se fait par des hydrants situés en tête de parcelle et dont l'écartement est déterminé comme suit en fonction de la portée du canon et de la vitesse du vent dominant. L'uniformité d'arrosage est conditionnée entre autres par le respect de ces écartements.

En début de tour d'eau, le flexible est déroulé et le canon placé en bout de parcelle. L'enroulement du flexible entraîne le déplacement du canon sur la parcelle qui arrose ainsi une bande dont la largeur est égale à la portée du canon. Une fois le flexible enroulé, l'appareil est déplacé jusqu'à l'hydrant suivant pour irriguer une nouvelle bande.

Les différents enrouleurs se distinguent par :

- Le dispositif d'enroulement de la bobine à pneuride (réservé aux installations à faible pression) ou à turbine;
- Le mode de régulation plus ou moins sophistiqué de la vitesse d'enroulement de la bobine (mécanique ou électronique).

Ce type de matériel, bien qu'attractif du fait de sa souplesse d'utilisation et de son coût modéré

rapporté à la surface irriguée, est à choisir avec circonspection pour deux raisons :

- La granulométrie du jet du canon très élevée (pourcentage important de grosses gouttes) entraîne des risques de battance sur sols à structure fragile;
- Pluviométrie importante (7 à 15 mm/h), qui sur sols en pentes, peut favoriser le ruissellement.

• Les pivots et les rampes frontales

Bien que ces matériels présentent une très bonne qualité d'arrosage et un coût très intéressant dans la mesure où ils équipent des surfaces importantes, leur développement à La Réunion est limité par la taille insuffisante et la topographie des parcelles à irriguer.

• Les distributeurs

Les trois grandes caractéristiques techniques pour cette méthode sont :

- Pression de service;
- Débit;
- Portée du jet (rayon arrosé).

Nous pouvons distinguer dans les différents modèles :

- Les asperseurs à très faible pression et mini-asperseurs;
- Les asperseurs classiques;
- Les canons.

Éléments de comparaison

Bien choisir son dispositif va permettre d'utiliser l'eau efficacement. Le choix se fait en fonction des problématiques de la parcelle ou de l'exploitation :

Goutte à goutte recommandé lorsque	Goutte à goutte déconseillé lorsque
La ressource en eau est limitée <i>Ex. : prélèvement en ravine, retenue collinaire, etc.</i>	Sols très filtrants ($p = 15$ à 20 mm/h)
Le développement des adventices est un facteur limitant important et difficile à maîtriser	Sols à forte pierrosité
La structure du sol est fragile	Sols à argiles gonflantes (vertisols)
L'eau sur le feuillage est source de maladie <i>Ex. : Mildiou sur tomate à basse t°</i>	Les parcelles où on souhaite favoriser l'enherbement des inter-rangs pour limiter le ruissellement et attirer des auxiliaires de cultures
La zone est ventée	Le développement de la culture est conditionné par une forte hygrométrie de l'air
La pente est importante	

Figure 9 : Recommandations pour le choix du système

4.2.2 CONCEPTION DIMENSIONNEMENT ET INSTALLATION

4.2.2.1 Conception du projet

Une fois le type d'irrigation et le matériel choisis, il convient de concevoir le plan du réseau. Cette phase est déterminante. Elle permet de visualiser le projet, en associant les éléments du réseau aux éléments physiques présents.



Il est recommandé d'effectuer un plan du réseau d'irrigation. Cette étape est importante car elle permet de visualiser l'ensemble du projet et déceler d'éventuelles difficultés à appréhender avant la phase d'installation.

PLAN DU RÉSEAU D'IRRIGATION

Que doit-on y faire figurer ?

• Les obstacles potentiels

– Les éléments naturels comme les mares, les haies ou encore les bosquets, sont à indiquer. Il est important de les mentionner afin de déterminer s'ils constituent ou non des obstacles.

Ils peuvent également servir de repères lors de l'installation.

– L'ensemble du bâti doit être indiqué afin de prévoir des aménagements ou des contournements.

– Les zones de forte activité : abords de hangars et de bâtiments en général, zones de passage d'engins agricoles, etc.

• L'ensemble du parcellaire

L'ensemble des parcelles doit être indiqué. Le plan pourra ainsi servir lors de modifications de l'installation. On indiquera les parcelles à irriguer.

• Les caractéristiques du réseau

Établir un plan précis du réseau en indiquant l'emplacement des différents équipements (vanne, réducteurs de pression, ventouses, asperseurs, etc.) ainsi que le diamètre des canalisations. Il est important que l'agriculteur conserve ce plan ainsi que les fiches techniques des différents matériels, indispensables, pour effectuer la maintenance du réseau dans de bonnes conditions.

Privilégier une conception globale du réseau à l'échelle de l'exploitation plutôt qu'une conception partielle ne prenant en compte qu'une seule parcelle de l'exploitation ce qui survient souvent lorsque le chantier de mise en eau de l'exploitation est réalisé en plusieurs étapes. Il devra contenir également plusieurs points de contrôle de la pression.



Si la parcelle est en pente et l'arrivée d'eau située au point bas de la parcelle, il faudra prévoir un clapet anti-retour ou un dysconnecteur pour éviter le retour d'eau dans les canalisations qui pourraient être une source de pollution de la ressource, en particulier si l'agriculteur est en fertigation.

4.2.2.2 Dimensionnement

Les canalisations

Le diamètre des canalisations doit répondre aux caractéristiques des distributeurs afin qu'il puisse délivrer les débits attendus et obtenir ainsi une bonne uniformité d'arrosage. Le choix ne doit surtout pas être empirique.

Maille du réseau

On appelle maille la surface correspondant à $(e \times l)$ où e est l'écartement entre deux aspenseurs sur la rampe et l est la distance entre deux rampes.

On distingue 3 dispositifs :

- Dispositifs « en carré » où $l = e$
- Dispositifs « en rectangle » où $l > e$
- Dispositifs « en triangle » où les aspenseurs sont disposés en quinconces

• Maille et uniformité d'arrosage

La pluviométrie (quantité d'eau tombant sur le sol) du jet d'un asperseur décroît depuis le centre de l'aspenseur jusqu'à l'extrémité du jet. Pour obtenir une répartition de l'eau la plus homogène possible (éviter d'avoir des zones sur-irriguées et des zones sous-irriguées) il est nécessaire de disposer les aspenseurs de façon à avoir un recouvrement des zones arrosées.

Le pourcentage de recouvrement adopté classiquement en situation non ventée (vitesse du vent < 10 km/h) en est tel que :

écartement = $1,5 \times$ portée de l'aspenseur

Exemple : détermination de l'écartement entre les rampes en situation non ventée

Soit un asperseur de portée $P = 15$ m

$e = 1,5 \times 15$ soit un écartement maximum de 22 mètres entre les rampes pour une bonne uniformité d'arrosage du réseau.

Au-delà de 10 km/h, la valeur du recouvrement est modulable en fonction de la vitesse des vents dominants.

Dans tous les cas, il est conseillé en situation ventée d'orienter les dispositifs en plaçant les plus grandes longueurs dans le sens des vents dominants.

• Pluviométrie du réseau

La pluviométrie du réseau est égale à la hauteur d'eau apportée par unité de temps, elle se donne en millimètre/heure. Cette **pluviométrie doit impérativement être inférieure à la perméabilité** du sol sous peine de provoquer des phénomènes de ruissellement en particulier sur sols en pente (l'eau d'irrigation n'ayant pas le temps de s'infiltrer).

La pluviométrie P d'aspenseur au sein d'un réseau d'irrigation est donnée par la formule :

$$P = Q \cdot 10^3 / M$$

Q = débit de l'aspenseur en m^3/h

M = la maille du réseau en m^2

Exemple : détermination du débit maximum d'un asperseur pour un sol et une maille donnée

Perméabilité du sol (p) : 3 mm/h et Maille du réseau 18 X 18 soit 324 m^2

$P = Q \cdot 103 / 324$ avec $P < 3 \cdot Q \cdot 103 / 324 < 3$ donc $Q < 3 \cdot 10 \cdot 3 / 324$ soit $Q < 0,97 m^3/h$

Le débit maximum des aspenseurs de ce réseau est 0,97 m^3/h .

4.2.2.3 Installation

Si l'agriculteur effectue lui-même le montage de son réseau, il devra le réaliser avec soin (serrage des pièces, teflonnage des filetages, montage des goutteurs en dérivation, etc.) pour éviter tout risque de fuite parfois difficile à détecter, notamment sur les parties enterrées du réseau.

De plus, il devra :

- Ne pas modifier les caractéristiques du réseau sans conseil (longueur des rampes, taille des secteurs, diamètres des canalisations) ;
- Ne pas modifier les caractéristiques des distributeurs (remplacement de buses d'origine par des buses de diamètre différent) ;
- Effectuer une surveillance régulière du réseau et réparer les fuites le plus rapidement possible ;

- En micro-asperion, veiller à ce que les jets ne soient pas gênés par un enherbement excessif qui entraînerait un excès d'eau au pied de l'asperseur.

4.3 PILOTAGE, LA BONNE DOSE D'IRRIGATION AU BON MOMENT

4.3.1 NOTIONS FONDAMENTALES

L'agriculteur dispose d'un équipement (système et programmation) correctement installé et fonctionnel. Il connaît la quantité de pluie tombée sur ou proche de son exploitation. Pour cela, il doit disposer d'au moins un pluviomètre au niveau de celle-ci. Sinon, l'irriguant peut s'informer des quantités de pluies tombées (via les techniciens, les voisins possédant un pluviomètre, les bulletins météorologiques, etc.).

4.3.1.1 Demande en eau du climat

Le climat (la température, le vent, l'humidité de l'air, l'ensoleillement) est à l'origine d'une demande en eau potentielle, appelée Evapo Transpiration Potentielle (ETP), exprimée en mm. Cette ETP varie selon les conditions climatiques; elle sera différente selon la saison (été ou hiver), la localisation (Ouest ou Est) et l'altitude (littoral ou montagne). Des données statistiques sont accessibles auprès du CIRAD. L'utilisation des valeurs journalières, bien que plus précises, n'est pas nécessaire.

4.3.1.2 Connaître les besoins de la plante

La consommation en eau de la plante dépend principalement de son stade végétatif et de sa variété. Ces paramètres définissent pour chaque plante un coefficient cultural (Kc). Ce coefficient caractérise la croissance de la plante au cours de son cycle végétatif. Il est de 0.2 en début de culture pour la canne à sucre (par exemple) et évolue quotidiennement pour atteindre la valeur maximale de 1.2. Il varie selon la culture, l'altitude, la date de plantation ou le démarrage d'un cycle.

Le rapport entre l'ETP et le Kc fixe pour chaque plante un ETM (Evapo Transpiration Maximum) selon la formule :

$$ETM = ETP \times Kc$$

La Chambre d'Agriculture dispose de tables de référence pour de nombreuses cultures.

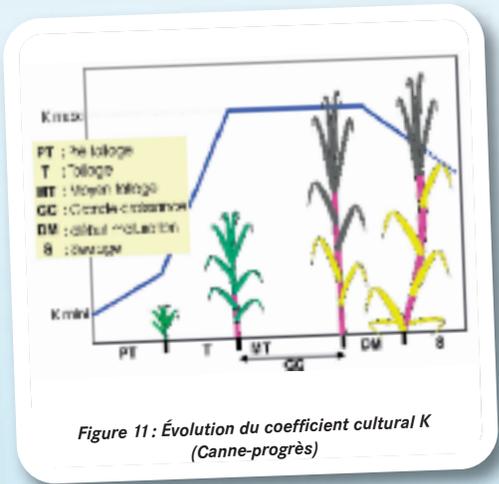


Figure 11 : Évolution du coefficient cultural K (Canne-progrès)

Altitude	ETP moyen en mm/jour		
	Janvier (été)	Juillet (hiver)	Station
0-200 m	4.8	2.6	Pierrefonds (60 m)
200-400 m	4.4	2.5	Ravine des cabris (375 m)
400-600 m	3.5	2.3	Mascarin (550 m)
600-800 m	3.3	2.2	Tampon PK14 (786 m)

Figure 10 : ETP moyen en fonction de l'altitude et de la saison (CIRAD-CA)

4.3.1.3 L'évapotranspiration réelle

La plante ne dispose pas toujours de suffisamment d'eau pour faire face à ses besoins. Dans ce cas, elle est incapable de fournir toute l'eau qui lui est demandée. Elle diminue alors son activité et de ce fait, sa croissance. L'activité de transpiration de la plante est alors limitée à ce que l'on appelle l'EvapoTranspiration Réelle (ETR), exprimée en mm.

$ETM = ETR$ s'il y a suffisamment d'eau disponible dans le sol (croissance optimale)

$ETR < ETM$ en cas de manque d'eau dans le sol entraînant un stress hydrique (croissance réduite)

4.3.1.4 La pluie

La pluie se mesure avec un pluviomètre et est exprimée en mm. Il est primordial de connaître la quantité d'eau apportée par les pluies sur l'exploitation (pluviomètre personnel, consultation des bulletins météorologiques). En cas d'acquisition d'un pluviomètre personnel, il est nécessaire d'en faire le relevé à chaque pluie. La pluviométrie est globalement très importante sur l'île et devrait largement couvrir les besoins. Cependant, la répartition des précipitations dans le temps et l'espace introduit un déséquilibre de cette ressource entre des mois secs et humides et des zones sèches et humides.

	Est (Beaufond, 40 m)	Ouest (Pointe 3 bassins, 16 m)
Pluie (mm/an; 1 année sur 2)	3 110	370
Besoin (mm/an; 1 année sur 2)	1 310	1 300

Figure 12: Répartition Est/Ouest des pluies (CIRAD-CA)

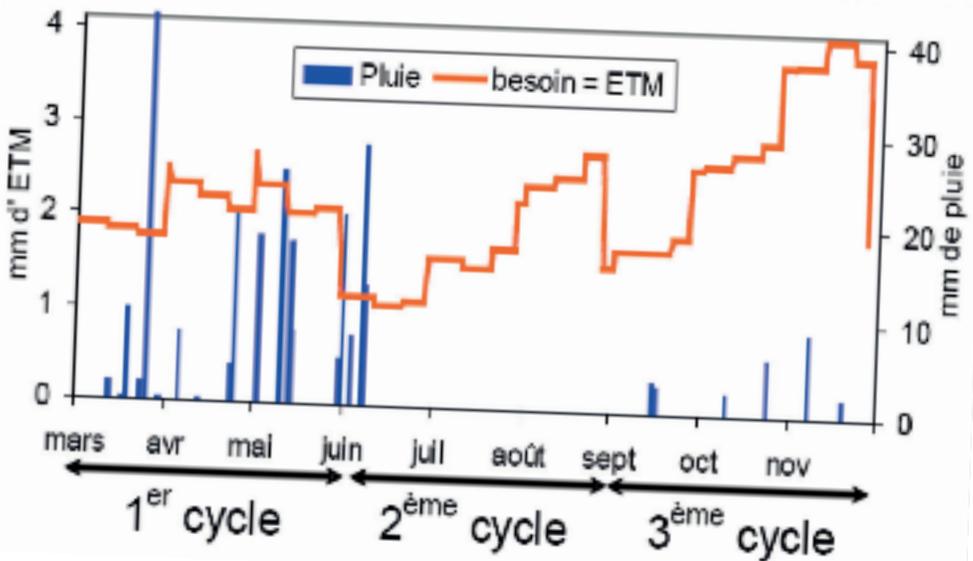


Figure 13: Évolution des besoins en eau d'une culture maraîchère pendant 3 cycles successifs (CIRAD-CA)

La comparaison de la courbe des besoins en eau avec la répartition des pluies met en évidence des périodes de déficit de la fourniture en eau.

4.3.1.5 Sol

Le sol est le réservoir dans lequel la plante puise l'eau dont elle a besoin. La capacité de ce réservoir est liée aux propriétés de chaque sol (structure, texture, perméabilité et profondeur). La réserve utile représente la quantité d'eau stockée dans le sol et réellement utilisable par la plante par son système racinaire. Elle s'exprime en mm ou en mm/cm de sol exploré par les racines. Les informations de base sont disponibles sur les cartes morpho-pédologiques de M. Raunet (1992). Elles peuvent être complétées par des mesures de laboratoire et des mesures au champ (profil cultural).

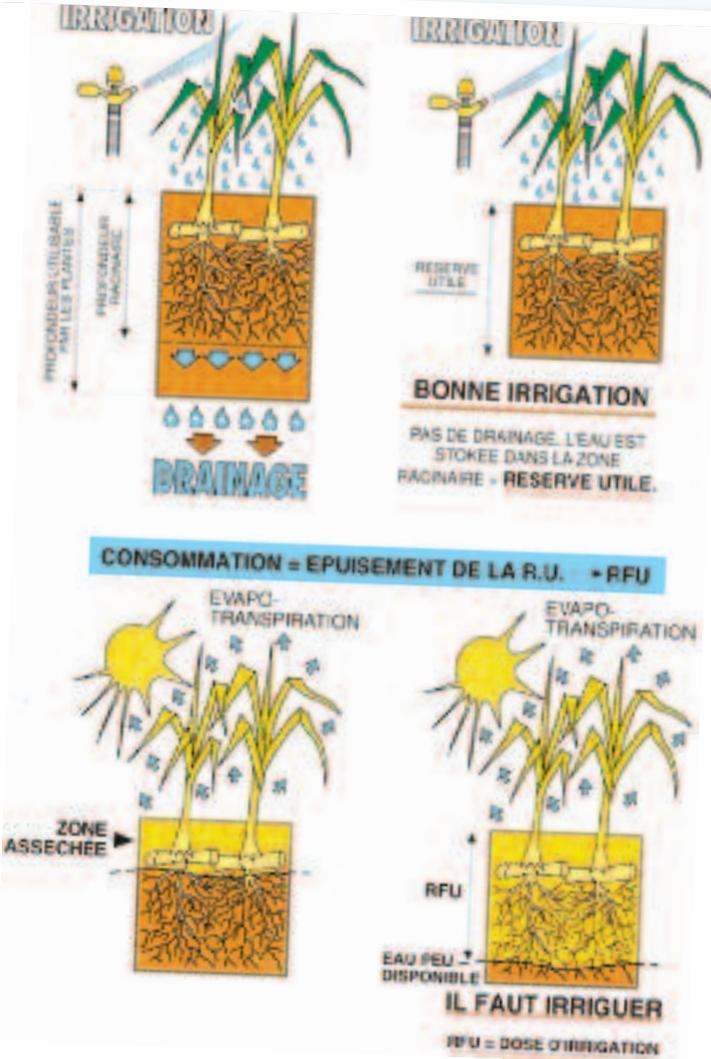


Figure 14: Réserve facilement utilisable par la plante (Canne-progrès)

En pratique, dès la fin de la récolte ou en début de culture, il est recommandé de reconstituer le stock en eau pour s'assurer d'une végétation vigoureuse dès le départ. Cette quantité d'eau dépend de la capacité du réservoir sol.

À retenir: 1 mm de précipitation c'est 10m³/ha

4.3.1.6 Le bilan hydrique

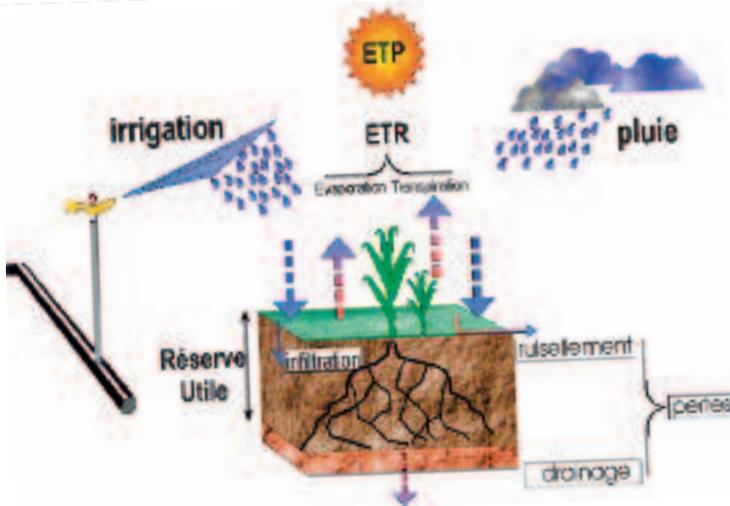


Figure 15 : Schéma du bilan hydrique (CIRAD-CA)

Ces différents paramètres (ETP, Kc, pluie, réserve utile) sont intégrés dans le bilan hydrique (figure 15). Le schéma synthétise l'état de remplissage du réservoir sol. Lors d'une pluie ou d'une irrigation, l'eau peut :

- Circuler en surface, c'est le ruissellement ;
- Pénétrer dans le sol, c'est l'infiltration. Selon l'état initial de remplissage du réservoir, cette eau peut être :
 - retenue dans la réserve utile,
 - descendre rapidement sous la zone racinaire, c'est le drainage.

4.3.1.7 La dose d'irrigation

Le volume d'eau à apporter est le résultat du calcul du bilan hydrique du réservoir sol (figure 16) qui intègre :

- Les apports (pluie efficace et irrigation) ;
- Les pertes (drainage et les besoins de la culture) ;
- Les conditions techniques du système d'irrigation et des choix de l'agriculteur.

Pour connaître les différents paramètres techniques du système d'irrigation et les choix de l'agriculteur, un diagnostic est nécessaire pour définir :

- Le mode de programmation (temps, volume, millimètre) ;
- Le tour d'eau = le temps (en journée) nécessaire pour appliquer la dose d'irrigation maximum sur l'ensemble des parcelles dépendantes d'une même source d'eau. Le tour d'eau doit être inférieur à la fréquence ;
- L'efficacité du réseau parcellaire (état des équipements) ;
- Le débit et surface de chaque secteur ;
- Les disponibilités et technicité de l'agriculteur pour le contrôle de l'irrigation et le suivi du conseil.



Il faut veiller à ce que la plante dispose en réserve de la quantité d'eau nécessaire pour faire face à la demande climatique. Cette réserve est alimentée naturellement par les pluies. Mais en cas d'insuffisance, l'irrigation est nécessaire.

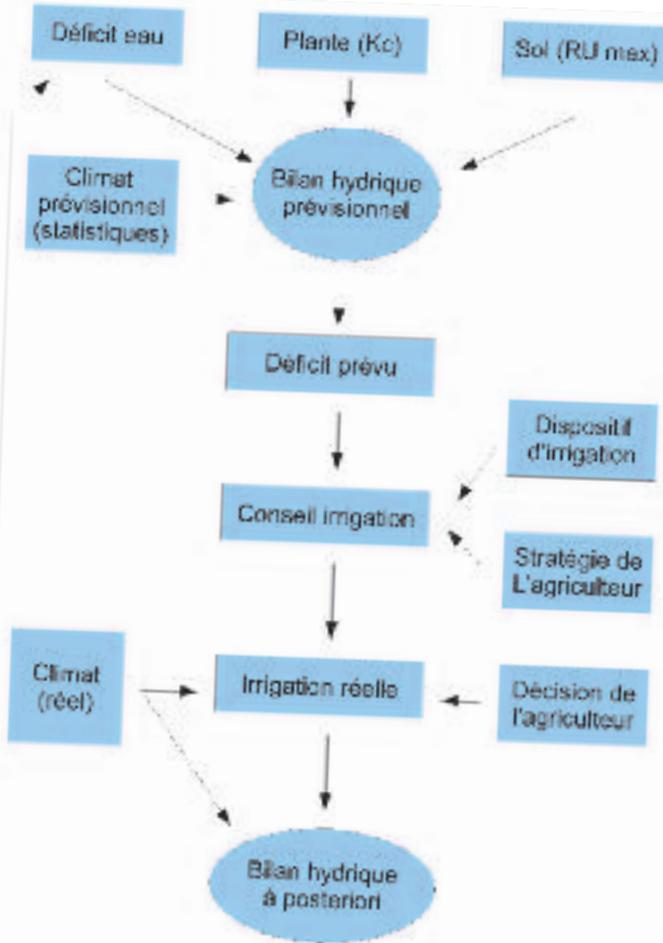


Figure 16 : Schéma du processus d'irrigation (CIRAD-CA)

4.3.2 LES OUTILS D'AIDE À L'IRRIGATION

Les irrigants disposent d'outils qui leur permettent de raisonner leur irrigation afin de déterminer les doses à apporter par secteur, dans un souci d'économie d'eau, pour contribuer à une optimisation de l'irrigation à l'échelle de l'exploitation agricole. Des outils de conseil en irrigation ont vu le jour grâce à une collaboration entre le CIRAD, la Chambre d'Agriculture et les exploitants pour répondre à la diversité de la demande. Quatre outils sont disponibles auprès de la Chambre d'Agriculture de La Réunion.

4.3.2.1 OSIRI-Run

En fonction du déficit de la réserve utile, cet outil propose des doses par secteur (en m³, en heures ou mm) selon un calendrier d'irrigation par tour d'eau, pour tout ou partie du cycle cultural en intégrant différentes caractéristiques du dispositif. Basé sur un bilan hydrique, il prend en compte la réserve utile, la demande climatique, les besoins de la plante, les caractéristiques du matériel et les pluies attendues. En fonction des pluies réelles, l'agriculteur ajuste les doses d'irrigation à apporter. Pour la canne à sucre, il propose une période de sevrage, nécessaire à la maturation de cette culture en tenant compte de la date prévisionnelle de récolte et de l'état souhaité du réservoir sol à cette date.

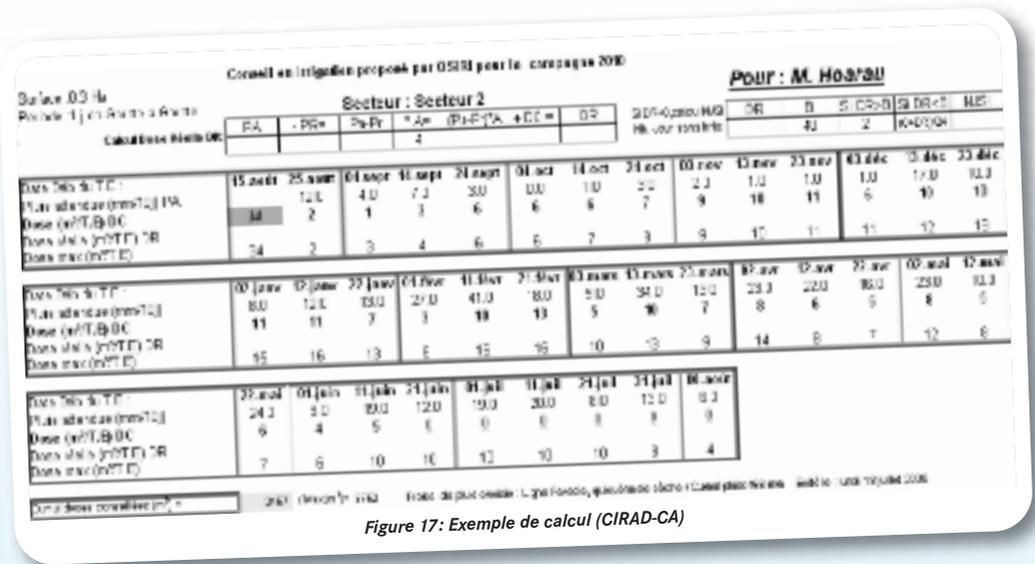


Figure 17: Exemple de calcul (CIRAD-CA)

Dans la figure 17, on observe qu'Osiri-Run propose une dose de 10 m³ sur le secteur 2 pour le tour d'eau du 11 février 2010.

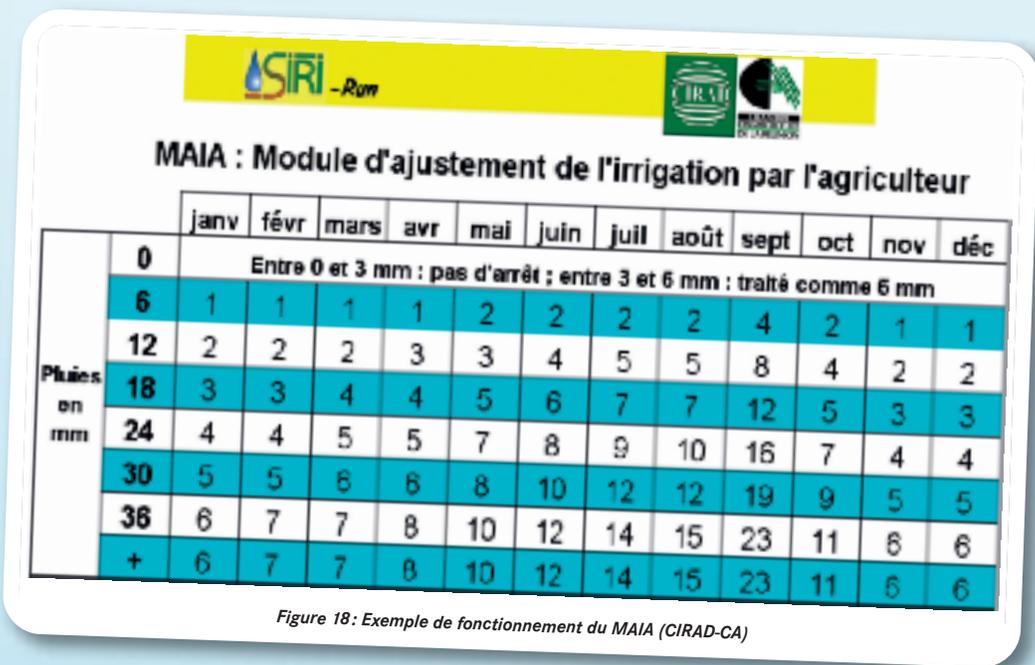


Figure 18: Exemple de fonctionnement du MAIA (CIRAD-CA)

Dans la figure 18, on observe que le MAIA propose un arrêt d'irrigation de 5 jours pour une pluie de 18 mm tombée le 12 mai.

4.3.2.2 Le conseil à l'ETM

Il repose sur la satisfaction des besoins en eau de la plante (kc X ETP), à partir de données statistiques sans prendre en compte l'état du réservoir sol. Il se présente sous la forme d'un conseil (m^3 , heure, mm) par décade (10 jours) édité sur l'ensemble du cycle cultural. Une édition papier est remise à l'exploitant à chaque début de cycle. La valorisation des pluies se fait à partir de la ligne des besoins journaliers exprimés en mm comptabilisée en nombre de jours d'arrêt de l'irrigation. Pluie relevée / Besoin = nb de jours d'arrêt d'irrigation. La période de sevrage est directement inscrite dans le tableau.

Conseil irrigation sur culture : ...		Nom de l'exploitant : ...					
Secteur 1 récolté en début d'octobre	Mois	Octobre			Novembre		
	Décade	1	2	3	1	2	3
Surface (ha)	Besoins (mm/j)	1	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7
0,7	Dose d'irrigation (m3/j)	7	7	8	10	11	13

Figure 19: Exemple de conseil à l'ETM (CIRAD-CA)

Dans la figure 19, on observe que le conseil ETM propose une dose de $8 m^3/jour$, en l'absence de pluie, sur le secteur 1 durant la 3^e décade du mois d'octobre.

Pour cette même période, cette fiche propose à l'agriculteur de suspendre son irrigation, en cas de pluie, au maximum 2-3 jours pour éviter un stress hydrique sur la culture.

4.3.2.3 Fiche goutte à goutte sur canne à sucre

Uniquement en culture de canne à sucre, cette fiche propose une dose journalière par secteur d'irrigation en goutte à goutte (en m^3 ou en heures) par décade (10 jours) pour tout le cycle cultural. (cf. : Figure 20 ci-contre)

Le disque d'irrigation

On observe sur la figure 20 que pour une canne récoltée le 15/09, la fiche propose une dose de $45 m^3/jour$, en l'absence de pluie, sur ce secteur (1,5 ha) durant la 3^e décade du mois de janvier.

S'il pleut 10 mm pour cette période, l'agriculteur devra arrêter l'irrigation pendant 9 jours sur ce secteur ($10 mm / 1,1 mm = 9$ jours).

4.3.2.4 Le disque d'irrigation

Il permet de répondre au mieux à la diversité de la demande des producteurs de canne à sucre. Il laisse plus d'autonomie à l'irriguant dans la gestion de son irrigation. À la reprise de l'irrigation après la coupe, il informe l'irriguant, par une lecture directe au centre du disque, du volume d'eau par hectare à apporter pour reconstituer la réserve. Tout au long du cycle et par zone pédo-climatique homogène, il indique les doses d'irrigation à l'hectare et renseigne l'irriguant sur le nombre de jours d'arrêt de l'irrigation après les pluies en fonction de la quantité de pluie relevée. Ces conseils sont affichés dans les 2 fenêtres de présentation.

L'agriculteur convertit les doses/ha en doses pour chaque secteur d'irrigation puis multiplie par la durée du tour d'eau pour obtenir la dose effective à apporter.

en Goutte à Goutte																		
Ru	Tx Rampl.	Altitude	Débit Unit.	Débit Max	Surf. Max	Unité	Surface	Efficienc										
50	90%	500	20	30	1,5	m ³	1	90%										
Nombre de Jour d'arrêt maximum :				0-1	2-3	4-6	6-7	8-9										
DATE DE DEBUT DE CYCLE / FIN RECOLTE																		
Date	01/07	11/07	21/07	01/08	11/08	21/08	01/09	11/09	21/09	01/10	11/10	21/10	01/11	11/11	21/11	01/12	11/12	21/12
01/01	45	46	46	46	46	42	46	45	40	35	30	26	28	23	18	13	8	8
11/01	45	45	45	45	45	45	45	45	45	40	35	30	33	28	23	18	13	8
21/01	45	45	45	45	45	45	45	45	45	44	39	35	38	33	28	23	18	12
01/02	45	45	45	45	45	45	45	45	45	44	39	35	38	33	28	23	18	12
11/02	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	42	37	32	27	22
21/02	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	41	36	32	27
01/03	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	39	35	30
11/03	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	38	33
21/03	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	36
01/04	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
11/04	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
21/04	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
01/05	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
11/05	27	28	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
21/05	24	26	27	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
01/06	22	23	25	26	27	28	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
11/06	20	22	23	24	25	27	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
21/06	19	20	21	23	24	25	24	25	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27
01/07	R	19	20	22	23	24	24	24	25	26	27	27	27	27	27	27	27	27
11/07	22	R	20	21	22	23	23	24	25	26	27	27	27	27	27	27	27	27
21/07	5	22	R	20	22	23	23	24	25	26	27	28	27	28	28	28	28	28
01/08	5	5	22	R	21	22	23	24	25	26	27	28	27	28	29	30	30	30
11/08	5	5	5	22	R	22	23	24	25	26	27	28	27	28	29	30	30	30
21/08	8	5	5	6	22	R	24	25	26	27	28	29	28	29	30	31	31	31
01/09	11	5	7	6	6	22	R	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34
11/09	14	12	10	7	6	6	22	R	26	27	28	30	30	31	32	33	34	35
21/09	18	15	12	10	7	7	22	R	27	29	30	30	31	32	33	34	35	
01/10	22	19	16	13	10	8	7	22	R	28	30	30	31	32	33	34	36	
11/10	25	22	19	16	13	10	11	7	7	22	R	29	30	31	32	33	35	36
21/10	30	27	23	20	16	14	15	11	7	7	22	R	30	31	32	33	34	36
01/11	39	32	28	24	20	17	20	18	12	8	8	22	R	30	32	33	34	35
11/11	41	36	32	28	24	21	24	20	18	12	8	8	22	R	31	32	33	35
21/11	45	41	37	32	28	24	29	25	20	16	12	8	8	22	R	31	33	34
01/12	49	49	41	37	32	28	34	29	25	21	16	12	8	8	22	R	32	33
11/12	45	46	46	41	37	33	39	34	30	25	21	16	17	12	8	22	R	32
21/12	45	46	46	48	41	37	45	39	34	30	25	21	22	17	12	8	22	R

Figure 20: Exemple de conseil pour le goutte à goutte (CIRAD-CA)

4.3.2.5 Éléments d'aide à la décision dans le choix d'un conseil à l'irrigation

		Oasiri-Run	Fiche GAG	Conseil ETM	Diague Irrigation
Optimisation de la ressource hydrique	Basé sur bilan hydrique	++	+	-	-
	Valorisation des pluies	++	-	+	+
	Pertinence des doses	++	+	+	+
Conduite à la parcelle	Adaptation différentes cultures	+	-	+	-
	Adaptation différents matériels	+	-	+	+
	Mode de programmation	++	+	++	+
	Gestion par secteur ou ens. de secteurs indépendants	++	-	+	-
	Proposition sur la durée du sevrage de la canne à sucre	+	-	+	+
Technicité de l'utilisateur	Application du conseil	+	+	+	-
	Dépendance de l'outil informatique	-	-	-	+
	Collecte des données	-	-	+	++
	Prise en main	-	++	+	+
	Édition papier	+	+	+	++

Figure 21 : Comparaison des différents systèmes de conseils à l'irrigation en fonction de 3 critères (CIRAD-CA)

Si vous souhaitez être conseillé ou mettre en relation un agriculteur et un conseiller spécialisé, contactez la Chambre d'Agriculture qui possède de nombreuses antennes dans l'île. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).



CE QU'IL FAUT RETENIR DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES POUR CE CHAPITRE

- Deux questions fondamentales se posent avant de commencer un projet d'irrigation :
 - 1) Le gain de production est-il supérieur aux investissements et aux coûts de fonctionnement et d'entretien du système ?
 - 2) L'eau est-elle disponible facilement et en quantité suffisante ?
- Tout prélèvement d'eau doit être déclaré au service de la police de l'eau de la DEAL. Le volume des prélèvements d'eau doit pour ce faire être quantifié.
- Avant tout achat, il est recommandé d'effectuer un plan de conception du réseau. Celui-ci devra être à l'échelle de l'exploitation en y reportant les obstacles et l'emplacement du matériel d'irrigation. Cette étape permet de recenser les éléments physiques perturbateurs, mais également, de dimensionner son réseau ou d'envisager le stockage du matériel et la faisabilité de le déplacer.
- L'économie d'eau ou l'efficacité d'un réseau d'irrigation est conditionnée par le choix du matériel. L'étude des caractéristiques du matériel disponible à La Réunion, les objectifs de l'agriculteur et les conditions d'utilisation envisagées sont autant de facteurs déterminants pour la réussite du projet.
- L'irrigation est indissociable de la pluviométrie. Il est donc primordial de disposer de cette dernière pour optimiser les apports en eau d'irrigation. Connaître la réserve utile des parcelles et l'évolution des besoins en eau de la culture sont également nécessaires à l'optimisation des apports en eau d'irrigation.
- Des outils performants d'aide à l'irrigation sont disponibles à La Réunion. Leur emploi ainsi que l'aide d'un technicien spécialisé sont vivement recommandés.
- Aucun déchet ne doit être abandonné. Tous les déchets liés à l'activité de l'irrigation peuvent rejoindre des filières de traitement.
- **En ce qui concerne la gestion des déchets, il est recommandé de se rapprocher de la Chambre d'Agriculture pour toute information concernant les lieux de collecte et les conditions d'acceptation des déchets. Vous pouvez également vous reporter à l'annexe III de ce guide.**

CHAPITRE 4

GESTION DE L'EAU ET IRRIGATION

POUR ALLER PLUS LOIN



VOS OUVRAGES :

- ARTAS, 2004. **L'irrigation. Deuxième partie (L'aspersion et le goutte à goutte : avantages et inconvénients des deux systèmes, les automates, conditions d'installation).** Cahier technique de la canne, n° 6, Novembre 2004, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2004. **L'irrigation. Première partie (Comment déterminer les besoins en eau, les ressources en eau, la dose ? Aides à l'irrigation, conditions d'accès aux aides).** Cahier technique de la canne, n° 4, Mai 2004, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- Bourgaut G., ARTAS, 2006. **Bonnes pratiques agricoles en production de canne à sucre.** Version 4, Février 2006, 23 p. *Disponible au CTICS*
- Chambre d'Agriculture de La Réunion, 1995. **Dossier(s) technico-économique(s). Plusieurs cultures sont concernées : carottes, pommes de terre, ail, melons, agrumes, anones, cucurbitacées, tomates, mangues, laitues.** *Disponible à la Chambre d'Agriculture de La Réunion*
- Chanut J., DAF, 2010. **Prélèvements d'eau dans le milieu naturel : déclaration ou autorisation au titre du code de l'environnement et autres réglementations.** 2010, 11 p. *Disponible au service de la police de l'eau de la DEAL*
- Le Mézo L., Mézino M., Chopart J.L., 2007. **Guide de l'utilisateur de FIVE CoRe. Estimation des volumes d'eau d'irrigation au niveau d'exploitations agricoles en fonction des contraintes et des besoins.** Version 1.1, Note scientifique Cirad Réunion, Juillet 2007, 26 p.
- Minatchy J., Simon S., 2009. **Guide de la tomate hors sol à La Réunion.** Février 2009, 186 p. *Disponible à la FDGDON*
- Vincenot D., Normand F., Amouroux P., Hoarau I., Joas J., Léchaudel M., 2009. **Guide de production intégrée de mangues à La Réunion.** Novembre 2009, 121 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture de La Réunion*
- Comité de Bassin Réunion, 2009. **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion 2010-2015.** Décembre 2009, 113 p. *Disponible à l'adresse suivante http://www.comitedebassinreunion.org/rubrique.php?id_rubrique=26*

VOS SITES INTERNET :

- http://www.canne-progres.com/irrigation/avant_propos.php
- http://www.meteo.fr/temps/domtom/La_Reunion/meteoreunion2/
- <http://www.reunion.eaufrance.fr> : Système d'information sur l'eau du bassin Réunion

Vous pouvez consulter et emprunter gratuitement l'ensemble des ouvrages de ce guide, et bien d'autres publications, à la bibliothèque du CIRAD au pôle « 3P » à St-Pierre (cf. Votre carnet d'adresses page 250)

TABLE DES MATIÈRES DU CHAPITRE 5

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant.....	214
5.1 DIAGNOSTIC	216
5.1.1 Régime administratif de l'élevage.....	216
5.1.1.1 Régimes RSD et ICPE	216
5.1.1.2 Démarches réglementaires en fonction du régime d'élevage	217
5.1.2 Évolution des normes et analyse des bâtiments existants	218
5.1.2.1 Évolution des normes	218
5.1.2.2 Analyse des bâtiments existants	218
5.1.3 Réflexion à mener pour garantir la pérennité de l'exploitation d'élevage.....	218
5.2 ÉQUIPEMENT	219
5.2.1 Bâtiments d'élevage.....	219
5.2.1.1 Une décision mûrie	220
5.2.1.2 Choix du site d'implantation....	220
5.2.1.3 Les règles d'aménagement et de fonctionnement	222
5.2.2 Ouvrages de stockage	223
5.2.2.1 Critères de dimensionnement	224
5.2.2.2 Cas particulier des fumiers mous	227
5.3 PILOTAGE DE L'EXPLOITATION	228
5.3.1 Gestion des pâturages et parcours	228
5.3.1.1 Choix des espèces fourragères.....	228
5.3.1.2 Mode d'exploitation des prairies	229
5.3.1.3 La Fertilisation.....	233
5.3.1.4 Entretien des prairies	233
5.3.2 Gestion et valorisation des effluents d'élevages	234
5.3.2.1 Épandage d'effluents d'élevage	234
5.3.2.2 Le cahier d'épandage.....	236
5.3.3 Gestion des déchets.....	237
5.3.3.1 Les déchets de soins.....	237
5.3.3.2 Les cadavres d'animaux.....	237
5.3.4 Lutte antiparasitaire.....	240
5.3.4.1 Les stomoxes.....	240
5.3.4.2 Les tiques Boophilus microplus	244
Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre	248
Pour aller plus loin	249

CHAPITRE 5

ÉLEVAGE



LES DÉCISIONS DU CONSEIL INTERMINISTÉRIEL DE L'OUTRE-MER reprennent, dans l'atelier « développement endogène », un des objectifs des Cahiers de l'agriculture. Cet objectif est l'augmentation de la production locale afin de répondre à la croissance de la population et gagner des parts de marché sur les importations. Cependant, pour se développer tout en préservant l'environnement et notamment la ressource en eau, l'activité d'élevage doit maîtriser la gestion de ses effluents en respectant un ensemble de bonnes pratiques. L'objectif de ce chapitre est de diffuser le plus largement possible les bonnes pratiques agricoles connues afin de contribuer à la gestion collective et durable du territoire tout en assurant une production agricole élevée et de qualité.

© Cheik.Saidou/Min.agri.fr



Par les auteurs: V. CABOT (DAF), B. DEL SOCORO (DSV), L. HOARAU (GRDSBR), T. HUDSON (GRDSBR), P. SALGADO (CIRAD-Réunion), E. TILLARD (CIRAD-Réunion)



ANALYSE DES PRATIQUES ET DES CONNAISSANCES DE L'EXPLOITANT

Ces questions ont pour objectif de comprendre la situation de l'exploitant et d'appréhender sa « vision » de l'élevage. Les conseils prodigués seront ainsi ciblés et adaptés, au cas par cas, en fonction des réponses.

L'exploitant est-il concerné par la réglementation du Règlement Sanitaire Départementale (RSD) ou celles des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ?

..... cf. 5.1.1

En fonction des caractéristiques de son cheptel, l'exploitant n'a pas les mêmes obligations au regard de la réglementation. Cette différenciation est faite afin de surveiller et d'encadrer les exploitations en fonction des risques potentiels de pollution du milieu naturel.

Est-ce que les pratiques de l'exploitant sont en cohérence avec la préservation de l'environnement ? A-t-il besoin de mettre son élevage aux normes ?

..... cf. 5.1.2

Une exploitation qui limite son impact sur l'environnement est valorisante pour l'agriculteur. Elle assure, également, sa pérennité et contribue à la bonne qualité des eaux superficielles que nous consommons.

Son projet d'implantation ou d'extension est-il bien réfléchi ? Connaît-il la réglementation liée à ce type de projet ?

..... cf. 5.1.3

Un projet bien réfléchi est gage de réussite. Pour ce faire, il est primordial de prendre le temps de rassembler l'ensemble des informations et d'engager une réflexion à partir des éléments réglementaires et des contraintes inhérentes à la construction et à la fonctionnalité du bâtiment.

Connaît-il les distances d'implantation des bâtiments d'élevage ?

..... cf. 5.2.1

Le respect des distances d'implantation permet de limiter les risques de pollution du milieu naturel, limite les désagréments pour le voisinage et correspond dans certains cas à des normes de sécurité pour l'exploitation.

Sa production d'effluents en volume et en nature correspond-elle aux ouvrages de stockage ? L'exploitant rencontre-t-il des problèmes de stockage ?

..... cf. 5.2.2

Afin de travailler sereinement, l'exploitant doit accorder une part importante de sa réflexion à l'adéquation entre ce qu'il va produire comme



effluent et les moyens qu'il se donne pour les stocker convenablement sans complication technique et sans risquer de polluer le milieu naturel.

L'exploitant rencontre-t-il des problèmes de gestion de ses pâturages et parcours ?

..... cf. 5.3.1

Le nombre d'animaux doit être adapté à la superficie et au rythme de rotation. Cette disposition est importante car elle permet de réduire les impacts éventuels en termes de percolation ou de ruissellement sur les eaux en cas de concentration trop importante ou de fréquence de retour à la parcelle trop élevée.

Comment l'exploitant valorise-t-il ses effluents ? Son plan d'épandage est-il complet et à jour, son cahier d'épandage est-il bien rempli ?

..... cf. 5.3.2

Pour organiser et encadrer l'épandage des effluents d'élevage, il est nécessaire que l'exploitant mette à jour son plan d'épandage.

Le cahier d'épandage est indispensable à l'exploitant pour optimiser la fertilité de son sol ou l'apport d'engrais. L'enregistrement et l'utilisation de ses données entraîneront un gain de production.

Comment gère-t-il ses déchets de soins et ses cadavres dans l'attente d'enlèvement ?

..... cf. 5.3.3

Les déchets de soins et les cadavres sont des déchets à ne pas négliger sur une exploitation. Leur abandon dans l'environnement est très dangereux pour l'homme ou l'élevage (contamination de l'eau, transmission de maladies par contacts, piqûres ou encore ingestion).

At-il des problèmes parasitaires sur son exploitation ? Connait-il les moyens de lutte intégrée disponible à La Réunion ?

..... cf. 5.3.4

Le traitement chimique est onéreux et pas toujours indispensable. À La Réunion, une lutte intégrée existe. Le gain est pour le milieu naturel et l'exploitant qui traitera moins et dès les premiers symptômes grâce à un réseau de surveillance efficace.



© Cheik Saïbou / Min. agr. fr.

5.1 DIAGNOSTIC

5.1.1 RÉGIME ADMINISTRATIF DE L'ÉLEVAGE

Afin d'orienter et de conseiller l'agriculteur lors d'une visite sur son exploitation, il est capital de connaître sa situation et notamment les caractéristiques de son cheptel. En effet, en fonction de son importance et de sa composition, la gestion de l'exploitation et les obligations de l'exploitant différeront.

On distingue en élevage deux grandes catégories en termes de réglementation :

- Le Règlement Sanitaire Départemental (RSD)
- La législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

(cf. : )

5.1.1.1 Régimes RSD et ICPE

Pour savoir à quel régime est soumis un élevage, il faut prendre en compte le nombre maximum d'animaux susceptibles d'être présents sur un site d'élevage (nombre de places maximum du bâtiment, ou s'il est supérieur, le nombre d'animaux présents sur l'exploitation). L'espèce est également un critère important et l'on distingue ainsi :

- Les ovins, caprins et équins relèvent systématiquement du RSD sans distinction de taille de l'élevage ;
- Les élevages de porcs et de volailles ou gibier à plumes, sous le régime des ICPE, il faut prendre en compte le nombre maximum de places animaux-équivalents sur un site d'élevage ;
- Le cas où il y a plusieurs espèces animales, chacune est considérée séparément pour savoir de quel régime elle relève. Si l'une des espèces est soumise au régime des ICPE (déclaration ou autorisation), le dossier au titre des ICPE doit faire mention des autres espèces et de



Élevage de volailles

© S. Besson, EPL/EPAS Joseph



Chaque élevage est soumis au RSD ou aux ICPE en fonction de son importance. Ce sont les règles de base que l'agriculteur doit respecter et qui sont un ensemble de prescriptions techniques, créées pour conserver la qualité du milieu naturel.



Exploitation de lapins

© Chev. Sabou/Mina.agn.fr

leurs effectifs, de la production d'azote et de la gestion de l'épandage des déjections.

Les trois grands types de nuisances et risques visés par ces deux régimes sont :

- les pollutions diffuses (lessivage de l'azote) et ponctuelles (altération du milieu, fuite de purin, gestion des effluents);
- les nuisances (odeurs, bruits...);
- les risques (ruptures d'ouvrage, incendie, sécurité des personnes et des biens, protections des milieux vis-à-vis des produits dangereux).

Pour connaître les seuils des régimes administratifs d'un élevage par animal, reportez-vous à l'annexe II, [page 274](#).

5.1.1.2 Démarches réglementaires en fonction du régime d'élevage

Pour les élevages soumis au RSD

Seule une déclaration en mairie est obligatoire lors de l'implantation d'un bâtiment en même temps que la demande de permis de construire ou lors de la réaffectation d'un bâtiment existant.

Pour les élevages soumis à déclaration ICPE

Il faut déposer le dossier de déclaration à la sous-préfecture dont dépend l'élevage, simultanément au dépôt de permis de construire (s'il y a construction de bâtiment). Un récépissé de déclaration est nécessaire pour obtenir un permis de construire.

Pour les élevages soumis à autorisation ICPE

Un dossier de demande d'autorisation devra être déposé en sous-préfecture simultanément au dépôt de permis de construire (s'il y a construction de bâtiment), et donnera lieu à une enquête publique. Ce dossier comporte, entre autres, une étude d'impact de l'élevage sur l'environnement. Le projet ne pourra être réalisé qu'avec l'autorisation préfectorale après examen au CODERST (Conseil Départemental de l'Environnement des Risques Sanitaires et Technologiques). Le délai d'instruction du dossier est d'au minimum huit mois. Un tel dossier est généralement réalisé par un prestataire de services (frais de dossier à la charge de l'éleveur).

Vous pouvez contacter le Service Vétérinaire, Phytosanitaire et de l'Alimentation de la DAAF pour tous renseignements complémentaires. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

5.1.2 ÉVOLUTION DES NORMES ET ANALYSE DES BÂTIMENTS EXISTANTS

5.1.2.1 Évolution des normes

Avec les évolutions des demandes sociétales, la découverte de nouveaux problèmes comme de nouvelles solutions, les normes évoluent. Cette évolution a pour objectif d'assurer une gestion rigoureuse du territoire, de protéger notre environnement et notre santé. Ces évolutions sont bénéfiques pour la collectivité et sont donc rendues obligatoires. L'exploitant doit donc se tenir informé et y contribuer.

Pour l'élevage, la mise en conformité avec les derniers textes doit être réalisée :

- Depuis le 31/12/08 pour les élevages relevant de l'autorisation au titre des ICPE ;
- Au plus tard le 31/12/2010 pour les élevages relevant de la déclaration au titre des ICPE ;
- Les élevages relevant du titre VIII du RSD sont censés l'être.

Plusieurs possibilités s'offrent à vous pour vous informer de ces changements et en avertir les agriculteurs que vous visitez : les services de l'État (ARS OI, DAAF). Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

(cf. : )

5.1.2.2 Analyse des bâtiments existants

Une mise aux normes débute par un Diagnostic Environnement de l'eXploitation d'Élevage appelé **DEXEL** (coordonnée par la FRCA), et doit être effectuée par un **technicien agréé**.

DEXEL est une méthode de diagnostic agréée par le Comité National de Suivi du Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole. Validée par le Ministère de l'Agriculture, elle :

- Couvre 4 domaines de l'exploitation d'élevage (animal, bâtiment, ouvrage, agronomie) ;

- Fait le point sur la situation environnementale et réglementaire de l'exploitation d'élevage ;
- Permet de calculer les rejets d'azote et les capacités de stockages réglementaires nécessaires (minimum à respecter).

Elle se décompose en :

- Une étape **diagnostic** qui fixe l'existant. Le dexe-liste expertisera 2 grands volets : les risques de pollution diffuse et ponctuelle de l'exploitation ;
- Une étape **projet** qui décrit la situation après réalisation des aménagements selon les choix techniques de l'éleveur ;
- Des schémas ou plans associés au dossier de calcul décrivant l'existant, les réseaux de collectes, les aménagements.

La mise aux normes du bâtiment demande parfois de lourds investissements, mais elle peut être accompagnée d'une aide financière (actée jusqu'en 2013). Les aides mises aux normes peuvent être associées à une extension de bâtiment subventionnée.

Pour plus d'informations, contacter le Conseil Général, la DAAF ou la FRCA. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

5.1.3 RÉFLEXIONS À MENER POUR GARANTIR LA PÉRENNITÉ DE L'EXPLOITATION D'ÉLEVAGE

Un projet d'implantation doit toujours se faire avec un technicien spécialisé. Les quelques points que nous abordons ci-dessous sont des points généraux permettant de débiter une réflexion et de présenter un avant-projet au technicien « bâtiment d'élevage ».

- Recenser toutes les informations entraînant des obligations réglementaires pour les bâtiments (tiers, points d'eau, zonages et règlements applicables au PLU ou POS, etc.) *cf.* 5.2.1 ;



Conserver une situation administrative régulière permet à l'agriculteur de faire valoir ses droits lors de situations conflictuelles avec ses voisins proches. Il est également important de rappeler que si l'exploitant n'est pas en conformité avec la réglementation, il peut perdre ses « aides PAC ». Son activité peut même être suspendue dans le cas de certaines non-conformités.

- Connaitre l'effectif de son cheptel (RSD ou ICPE, taille du bâtiment, etc.) et intégrer les possibilités d'évolution de la taille du troupeau, afin de ne pas travailler dans des bâtiments et annexes inadaptés ;
- S'assurer de la qualité des dessertes de l'exploitation et des possibilités de circulation à l'intérieur de celle-ci ;
- Mener une réflexion sur les possibilités d'épandage sur son exploitation ou sur les terres d'un autre agriculteur en privilégiant au maximum la maîtrise du foncier afin d'épandre convenablement et sereinement ses effluents chaque année ;
- Intégrer la fonctionnalité du bâtiment pour rationaliser le travail de l'éleveur, élément indispensable pour réduire les tâches manuelles souvent répétitives et pénibles physiquement ;
- Intégrer l'aspect environnemental, car c'est là que se joue l'image de marque des élevages et des produits ;
- Intégrer la dimension financière, car s'engager sur le long terme nécessite de faire des hypothèses de rentabilité ;
- S'assurer les conseils d'un technicien spécialisé pour établir un projet (conception et réalisation).

Vous trouverez des informations nécessaires (tiers, cours d'eau, etc.) à la réalisation du projet dans

le Plan Local d'Urbanisme (PLU) ou le cadastre, tous deux, consultables en mairie. Pour en savoir plus sur le PLU, reportez-vous à la partie 1.1.1.

N'hésitez pas à mettre en relation l'éleveur et des techniciens spécialisés (Chambre d'Agriculture, coopératives agricoles, etc.). Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

5.2 ÉQUIPEMENT

5.2.1 BÂTIMENT D'ÉLEVAGE

Tout d'abord, qu'entendons par bâtiment d'élevage et annexes ?

Les « bâtiments d'élevage » sont définis comme étant : les locaux d'élevage, les locaux de quarantaine, les couloirs de circulation des animaux, les aires d'exercices, de repos et d'attente des élevages bovins, les quais d'embarquement des élevages porcins, les enclos des élevages de porcs en plein air, ainsi que les enclos et les volières des élevages de volailles où la densité des animaux est supérieure à 0,75 animal-équivalent par mètre carré.



Élevage de porcs

© Chik-Safrey/MiMag.fr

Les « annexes » sont définies comme étant : les bâtiments de stockage de paille et de fourrage, les silos, les installations de stockage, de séchage et de fabrication des aliments destinés aux animaux, les ouvrages d'évacuation, de stockage (fumières, fosses à lisier, etc.) et de traitement des effluents ainsi que les aires d'ensilage et la salle de traite.

Les points détaillés ci-dessous permettent d'appréhender l'ensemble du projet de construction de l'exploitant. La première étape est une réflexion en profondeur sur l'utilité de la construction, la possibilité de construire ou non et l'évolution probable de son activité.

5.2.1.1 Une décision mûrie



L'éleveur souhaite construire un bâtiment, il n'y a pas de place pour l'improvisation. Il est primordial de bien prendre le temps de la réflexion.

Un projet de bâtiment doit être bien réfléchi par l'éleveur car :

- La solution miracle, bonne pour tous, adaptable à toutes les situations n'existe pas ;
- Le bâtiment d'élevage est l'outil central de l'exploitation d'élevage.

C'est le lieu où l'éleveur passe le plus de temps et un lieu de vie pour les animaux. Une fois en place, l'éleveur y travaillera tous les jours, pendant de nombreuses années.

1) C'est un investissement lourd

C'est une réalisation à long terme, qui doit être performante et améliorer les conditions de travail, limiter les temps d'astreintes pour les différentes tâches à effectuer et permettre la meilleure rentabilité possible de l'élevage.

Il est important que l'exploitant appréhende l'ensemble de la problématique pour faire son choix car il est difficile de déterminer quelle sera la bonne solution pour l'éleveur aujourd'hui, mais aussi demain.

- 2) Le bâtiment d'élevage à mettre en place doit intégrer les déjections que l'on veut (et que l'on peut) obtenir pour fertiliser les parcelles à inscrire au plan d'épandage.

Cette démarche est facilitée si l'éleveur maîtrise le foncier agricole et notamment s'il est propriétaire-exploitant des parcelles d'épandage.

Exemple : mon plan d'épandage est constitué de parcelles en maraîchage. Pour les fertiliser je dois obtenir un fumier (l'épandage de lisier étant interdit sur maraîchage). Je vais donc choisir un type de bâtiment et un mode de conduite permettant d'obtenir un fumier.

- 3) La conduite d'élevage (notamment le mode de logement, le type d'animaux, la ration alimentaire et le paillage)

Elle conditionne le type d'effluents produits et donc les ouvrages de stockage à mettre en place.

Tout changement du mode de conduite peut entraîner l'inadéquation entre les effluents produits et des ouvrages de stockage existants. Les effluents peuvent déborder, ou être stockés dans de mauvaises conditions, et provoquer une pollution du milieu naturel. À proximité d'un captage utilisé pour l'adduction en eau potable d'une commune (dont les périmètres de protection sont établis ou non) le risque de contamination de l'eau est important.

Exemple : mon bâtiment d'élevage bovin est équipé d'une fumière et d'une fosse à purin. En l'absence de paillage sous les animaux, mon élevage produit du lisier que je ne peux pas stocker.

5.2.1.2 Choix du site d'implantation

Le choix du site pour l'implantation d'un bâtiment d'élevage est fonction de critères comme les caractéristiques (ou la configuration) d'un terrain (topographie, surface suffisante, propriété de l'éleveur, etc.), une desserte correcte envisageable, la proximité des pâturages, mais aussi et surtout, est fonction de la réglementation dépendant du régime de l'élevage concernant les distances minimales vis-à-vis des tiers, des berges des cours d'eau ou encore d'une pisciculture ou d'un captage.

Cette réglementation a pour objectif d'encadrer l'ensemble de ces implantations afin de limiter au maximum les risques de pollutions des eaux de surface, des nappes phréatiques ou encore de limiter les nuisances olfactives.

La première étape est la conformité des bâtiments et de leurs annexes aux documents d'urbanisme, Plan d'Occupation des Sols (POS) ou Plan Local d'Urbanisme (PLU) consultables dans le service « urbanisme » de chaque mairie. Elle doit, de plus, respecter les prescriptions liées aux périmètres de protection des captages d'eau potable fixées par arrêtés préfectoraux.

Les distances d'implantation des élevages et de leurs annexes relevant de la réglementation « Installations Classées » ou du Règlement Sanitaire Départemental sont sensiblement différentes principalement sur la distance vis-à-vis des tiers (Figure 1 et 2).

Distances d'implantation de bâtiments d'élevage relevant du titre VIII du RSD

Schéma résumant les cas généraux. Pour le détail, se reporter à l'article 153 du Titre VIII.

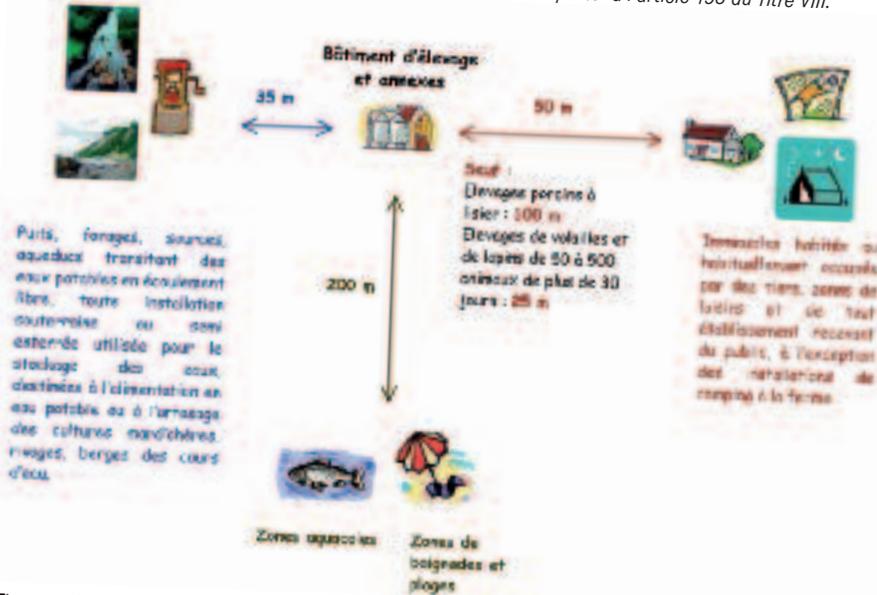


Figure 1 : Distances d'implantation de bâtiments d'élevage relevant du titre VIII du RSD (Mémento Élevage DAAF)

Distances d'implantation de bâtiments d'élevage relevant de la réglementation ICPE

Schéma résumant les cas généraux. Pour le détail, se reporter aux arrêtés du 7 février 2005 Annexe I.2.1. pour les déclarations, Art. 4-5 pour les autorisations.

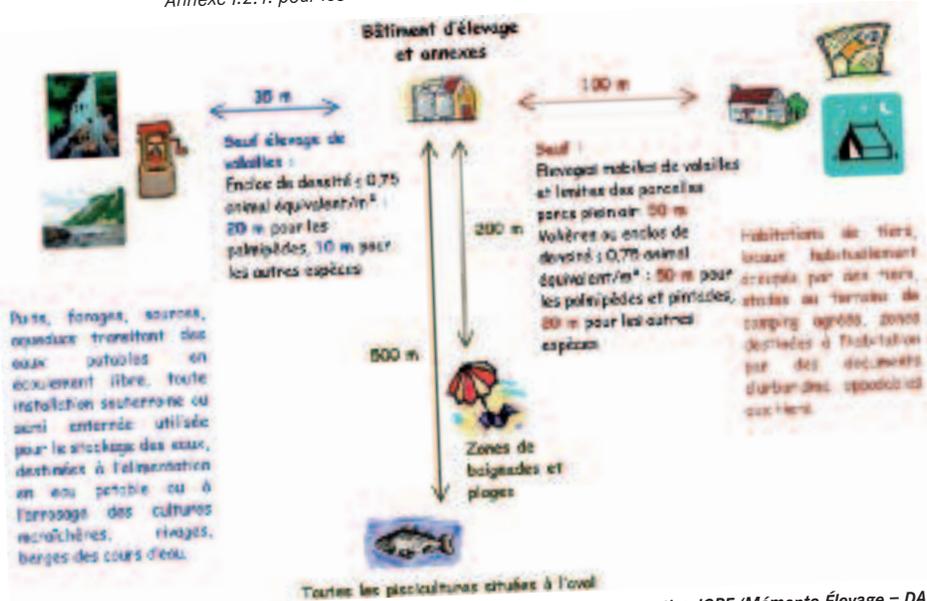


Figure 2 : Distances d'implantation de bâtiments d'élevage relevant de la réglementation ICPE (Mémento Élevage – DAAF)

De plus, les bâtiments fixes d'élevage de volailles doivent être séparés les uns des autres par une distance d'au moins 10 mètres minimum (distance suffisante pour la manœuvre d'un camion de pompier).

Dans le cas d'élevages plein air (porcs ou volailles), toutes les précautions doivent être prises afin d'éviter l'écoulement direct de boues ou d'eaux polluées vers les cours d'eau, le domaine public et les terrains de tiers. (cf. :  1)

Il est à noter que si ces règles de distance ne s'appliquent pas aux bâtiments déjà en fonctionnement régulier (c'est-à-dire dûment autorisé ou déclaré au titre des installations classées), elles s'appliquent aux nouveaux bâtiments ou annexes dans le cas d'extension d'activité.

Toutefois, dans le cas de mises aux normes d'une exploitation en fonctionnement régulier ou dans le cas d'extensions liées au respect des normes de bien-être animal, des dérogations peuvent être accordées par le Préfet. Ceci, sous réserve du dépôt d'une demande écrite accompagnée d'une notice ou étude d'impact visant à démontrer l'impossibilité de construire à distance réglementaire. Elle doit également prouver que les modifications envisagées et les mesures compensatoires associées n'entraînent pas d'augmentation des inconvénients et nuisances pour l'environnement.

Dans le cas de création ou d'extension d'ouvrages de stockage de paille et de fourrage, la distance ne peut être inférieure dans tous les cas à quinze mètres des habitations de tiers, des locaux habituellement occupés par des tiers, des campings agréés et, d'une manière générale, des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers; toute disposition doit être prise afin de prévenir le risque d'incendie.

5.2.1.3 Les règles d'aménagement et de fonctionnement

Lors de la construction d'un bâtiment d'élevage, l'exploitant devra intégrer la fonctionnalité de celui-ci avec les obligations de résultats en termes de protection de l'environnement. Nous détaillons ci-dessous les objectifs que fixe la loi dans le but de limiter les pollutions diffuses.

Quel que soit le type de production (porcs, bovins, volailles), le mode de production et la conduite de l'élevage, la conception et l'aménagement des bâtiments devront répondre aux objectifs ci-dessous.

Intégration paysagère

L'exploitant doit prendre les dispositions appropriées pour intégrer son élevage dans le paysage environnant. Cette attente de la collectivité, en termes d'intégration au paysage, est indiquée dans le règlement du PLU de la commune. Il est consultable en mairie.

Étanchéité des bâtiments et annexes

(cf. :  2)

Tous les sols des bâtiments de l'élevage, y compris les couloirs de circulation, les aires de repos ou d'exercice, les quais d'embarquement, la salle de traite, les aires d'ensilage susceptibles de produire des jus ainsi que toutes les installations d'évacuation des effluents vers les ouvrages de stockage et de traitement doivent être imperméables.

Notons que cette disposition ne s'applique pas aux sols des enclos, volières, parcours et aux sols des élevages sur litière accumulée.

Les murs et cloisons des bâtiments sont imperméables et maintenus en parfait état d'étanchéité



1) Afin de préserver l'activité agricole face à l'urbanisation croissante, le principe de réciprocité prévu à l'article L 111-3 du code rural impose les mêmes règles de distance pour toute construction nouvelle ou changement de destination à usage non agricole vis-à-vis des bâtiments d'élevage. Des dérogations peuvent être accordées par les maires sous réserve expresse de l'avis de la Chambre d'Agriculture.

2) Afin de lutter contre les pollutions diffuses, l'exploitant doit s'assurer que l'ensemble des effluents est dirigé vers les ouvrages de stockage. Il ne doit pas exister de « pertes » au niveau du bâtiment et des réseaux d'évacuation qui doivent donc être parfaitement étanches.

sur la hauteur susceptible d'être souillée par les animaux avec un minimum d'un mètre de hauteur. Cette disposition ne s'applique pas aux enclos, volières, parcours et aux bâtiments des élevages sur litière accumulée et de poules pondeuses en cages.

Les toitures doivent également être maintenues dans un état de parfaite étanchéité au risque, en cas de dégradation importante, d'augmenter artificiellement les volumes de déjections liquides des élevages sur lisier et d'être responsable de débordement de fosses à lisier, notamment en cas d'épisodes pluvieux importants (ce volume supplémentaire n'ayant pas été pris en compte dans le dimensionnement des fosses).



Les aliments (ensilage, bagasse, etc.) stockés en dehors des bâtiments doivent être en permanence protégés de la pluie par une bâche ou tout autre dispositif afin d'éviter des phénomènes de ruissellements potentiellement polluants.

Collecte des effluents



Tous les effluents doivent être collectés au point bas des ouvrages et dirigés, par un réseau étanche, vers les fosses de stockage d'effluents liquides.

Cela concerne :

- Les jus issus des ouvrages de stockage de fumiers ou de litières ;
- Toutes les eaux de nettoyage nécessaires à l'entretien des bâtiments et des annexes y compris celles des couloirs de passage et des quais d'embarquement ainsi que celles susceptibles de ruisseler sur les aires bétonnées.

Pour permettre un bon écoulement des effluents, il faut :

- Dans les bâtiments et annexes, la pente des sols doit être orientée vers les réseaux d'évacuation jusqu'aux ouvrages de stockage ou de traitement ;
- Dans les élevages de volailles, avec accès à un parcours plein air, un trottoir en béton ou en tout autre matériau étanche, d'une largeur minimale d'un mètre est mis en place à la sortie des bâtiments fixes. Les déjections rejetées doivent être régulièrement raclées et dirigées vers les ouvrages de stockage de l'élevage.

Gestion de l'eau dans les bâtiments

Un compteur d'eau doit être installé sur la conduite d'alimentation en eau de l'installation et être équipé d'un dispositif de disconnexion avec clapet anti-retour en cas de raccordement au réseau d'eau potable, pour éviter les intrusions éventuelles d'eau polluée ou contaminée dans le réseau public, notamment en cas de double approvisionnement de l'exploitation (forage et réseau public).

Afin de préserver la ressource en eau, toute disposition doit être prise afin de limiter la consommation d'eau. Ainsi, pour les gros élevages relevant de la directive dite « IPPC » (élevages de volailles de plus de 40 000 emplacements ou de porcs de plus de 750 reproducteurs ou 2 000 emplacements de charcutiers), un compteur doit être installé par bâtiment afin d'affiner les calculs de consommation d'eau par animaux, détecter les éventuelles surconsommations dues à des fuites et mettre en place des programmes de réduction de cette consommation. De plus, toujours dans un souci d'économie d'eau, le nettoyage à sec sera privilégié pour certaines productions (poules pondeuses par exemple) ainsi que le nettoyage à haute pression, faible consommateur d'eau (compter 10 litres/m² dans le cas des élevages de volailles de chair).

5.2.2 OUVRAGES DE STOCKAGE

Pour valoriser ses engrais de ferme, il faut tout d'abord pouvoir les stocker. Cela nécessite un coût important mais c'est un investissement à long terme qui permet de diminuer immédiatement le coût des engrais chimiques sur l'exploitation. Leur construction doit être rigoureuse et

respecter les règles de conception afin de limiter les risques de pollution (débordements de fosses, ruissellements provenant d'aires de stockage non couvertes, etc.) Nous présentons ci-après ces règles de conception.

5.2.2.1 Critères de dimensionnement

(cf. : 1)

Les références pour le calcul des capacités de stockage selon l'espèce et le type d'effluent sont données dans les tableaux I à XIX de l'annexe 2, de la circulaire DEPSE/SDEA/C2001-7047 du 20 décembre 2001, pour des durées de stockage de quatre et six mois.

Prise en compte des effectifs d'animaux

Pour calculer les capacités de stockage d'effluents nécessaires dans un élevage, il faut d'abord déterminer les effectifs à prendre en compte, pour chaque espèce ou catégorie d'animaux.

Cette détermination doit être effectuée bâtiment par bâtiment.

Elle doit prendre en compte la conduite d'élevage, l'âge des animaux et leur type de production.

La note de calcul doit être présentée en se basant sur l'effectif maximal d'animaux susceptibles d'être hébergés (nombre de places maximum du bâtiment) et doit comporter les précisions nécessaires relatives au choix des références utilisées.



Élevage de porcs

© Ch. K. Saïdou/Mina.gp.fr

En effet, les valeurs de référence des tableaux présentés dans la circulaire ont retenu les modes de logement les plus fréquents. Les valeurs contenues dans ces tableaux et les modes de calcul explicités dans la circulaire constituent les seules références à caractère officiel. À chaque fois une adaptation doit rester possible car la réalité des situations rencontrées dans les élevages est extrêmement variable. Cette variabilité implique que l'on adapte le calcul des besoins de stockage en fonction des spécificités de l'exploitation. Le technicien qui fait le DEXEL (technicien agréé uniquement) ou qui conduit le projet doit alors justifier explicitement les hypothèses de travail retenues. Il doit démontrer l'adéquation des propositions avec la nature des déjections organiques et avec leur mode de gestion.

Durée de stockage

(cf. :  2)

Les durées minimales qui s'appliquent systématiquement en la matière sont celles prévues par la réglementation :

- RSD : une capacité minimum de deux mois est demandée par l'ARS-OI pour les effluents d'élevage liquides. Pour les fumiers, la superficie de l'aire de stockage sera fonction de la plus longue période pouvant séparer deux évacuations successives des déjections solides.
- ICPE : au minimum 4 mois.

La capacité de stockage peut être augmentée pour tenir compte notamment des particularités climatiques et de la valorisation agronomique (capacité agronomique). Cependant, dans quelques cas particuliers, lorsque la présence effective des animaux dans les bâtiments d'élevage est inférieure à la durée minimale prévue

par la réglementation, c'est ce temps de présence cumulé sur la période considérée qui est pris en compte pour le calcul des capacités de stockage.

Cependant, des durées de stockage plus élevées peuvent être exigées :

- Dans les périmètres de protection de captage d'eau potable, la durée de stockage est fixée à 6 mois pour les nouveaux projets ;

Exemple : Périmètre de Protection Rapproché des prises d'eau du transfert Est/Ouest, prise de la Rivière des Fleurs Jaunes et prise de la Rivière du Mât – arrêté n° 02-3685/SG/DRCTCV du 14 octobre 2002.

- En fonction de contraintes agronomiques particulières, notamment dans le cas d'épandages sur des parcelles ne permettant pas un second passage avant la récolte.

Exemple : plan d'épandage comportant uniquement des parcelles exploitées en cannes à sucre.

Dans les cas où les durées de stockage sont différentes des 4 ou 6 mois pris comme références, les capacités correspondantes doivent être calculées spécifiquement :

- Pour les produits liquides, le volume à stocker est proportionnel à la durée choisie et se calcule alors par simple règle de trois ;
- Pour le fumier, il n'y a pas proportionnalité car le tassement et la fermentation provoquent, au cours du temps, une réduction du volume de fumier en stock. Si la durée de stockage dépasse les exigences réglementaires de 4 ou 6 mois, la surface nécessaire par mois supplémentaire est fixée à la moitié de la différence entre les surfaces nécessaires pour 6 et 4 mois (calcul par interpolation).



1) Le calcul des besoins de stockage des effluents d'élevage se base sur la définition de références nationales : circulaire DEPSE/SDEA/C2001-7047 du 20 décembre 2001. Ces références permettent de définir les capacités indispensables au niveau de chaque élevage, en tenant compte de la diversité des situations observées sur le terrain et avec pour préoccupation d'assurer un épandage dans des conditions respectueuses de l'environnement.

2) Les durées de stockage doivent au moins permettre la réalisation d'épandages d'effluents sur les terres agricoles aux périodes les plus favorables au vu des risques de pollutions des eaux, principalement par les nitrates.



Il est recommandé de dimensionner les ouvrages de stockage en prenant en compte la plus grande période pouvant séparer deux périodes d'épandage successives, sans pouvoir être inférieure à la durée minimale réglementaire.

Prise en compte de la pluie

Au vu des épisodes pluvieux paroxystiques à La Réunion :

- La couverture des ouvrages de stockage est fortement conseillée afin d'éviter tout déversement dans le milieu naturel.
- Pour les surfaces non couvertes (fumière, fosse, aire d'exercice, aire de transfert...), on détermine des hauteurs ou volumes de pluie supplémentaires à stocker dans les ouvrages en fonction de la pluviosité moyenne mensuelle des 4 mois les plus pluvieux.

Dans les zones où la pluviosité présente de fortes variations saisonnières, le gage de bon fonctionnement passera par l'emploi du quatrième quintile (données Météo France).



Les ouvrages de stockage à l'air libre des effluents liquides sont signalés et entourés d'une clôture de sécurité efficace.

Cas particulier des dépôts de fumier sur une parcelle d'épandage

Les fumiers très compacts de litière accumulée ou les fumiers compacts non susceptibles d'écoulement peuvent être stockés ou compostés sur une parcelle d'épandage à l'issue d'un stockage de 2 mois sous les animaux ou sur une fumière dans des conditions bien particulières. Ces conditions sont réglementaires et existent pour limiter

les risques de ruissellement vers les cours d'eau.

Pour les élevages bovins et porcins, la mise en plate-forme de stockage du fumier produit par les animaux est nécessaire si la fréquence de curage du bâtiment est inférieure à 2 mois.

Nous rappelons ci-dessous les conditions à respecter :

- 1) Lors de la constitution du dépôt sur une parcelle d'épandage, le fumier compact doit tenir naturellement en tas, sans produire d'écoulement latéral de jus. Il doit pouvoir être repris à l'hydrofourche. Les mélanges avec des produits différents n'ayant pas ces caractéristiques sont exclus.
- 2) Le volume du dépôt sera adapté à la fertilisation raisonnée des parcelles réceptrices. Le tas doit être constitué de façon continue pour disposer d'un produit homogène et limiter les infiltrations d'eau.
À l'exception des fientes comportant plus de 65 % de matière sèche (MS), le tas ne doit pas être couvert.
- 3) Le stockage du compost et des fumiers respecte les mêmes distances d'implantations que les bâtiments d'élevages et leurs annexes (voir partie 5.2.1.), sans dérogation aux distances possibles.
- 4) Le stockage du compost et des fumiers ne peut être réalisé sur des sols où l'épandage est interdit ainsi que dans les zones inondables dues à une remontée de la nappe phréatique ou à de fortes pluies. Les zones d'infiltrations préférentielles (failles ou bétoires) sont également concernées par cette interdiction.
- 5) La durée de stockage ne dépasse pas 10 mois et le retour sur un même emplacement ne peut intervenir avant un délai de 3 ans.

Nota : Le stockage sur une parcelle d'épandage des fumiers de volailles non susceptibles d'écoulement peut être effectué dans les mêmes conditions sans stockage préalable de 2 mois sous les animaux.

Lorsqu'un **élevage de volailles** dispose d'un procédé de séchage permettant d'obtenir de façon fiable et régulière des **fientes comportant plus de 65 % de MS**, le stockage de ces fientes peut être effectué sur une parcelle d'épandage dans les mêmes conditions que pour les fumiers compacts non susceptibles d'écoulement, **à condition que le tas de fientes soit couvert par une bâche, imperméable à l'eau mais perméable aux gaz.**

CALCUL DES CAPACITÉS DE STOCKAGE

Il est réalisé en fonction :

- *Du nombre de places d'animaux par catégorie ;*
- *Du mode de logement des animaux ;*
- *De la ration alimentaire ;*
- *Du niveau de paillage ;*
- *Du temps de présence en bâtiment de chaque catégorie d'animaux au cours de l'année, au prorata du temps passé ;*
- *De la quantité d'eaux de lavages ou d'autres provenances (salle de traite...) ;*
- *De la surface des zones d'exercices non couvertes, ou des aires de transfert des effluents non couvertes, en fonction de la pluviométrie moyenne des 4 mois les plus pluvieux ;*
- *Des types d'effluents à stocker ;*
- *Des caractéristiques de l'ouvrage de stockage ;*
- *Des possibilités d'épandage.*

5.2.2.2 Cas particulier des fumiers mous

Les fumiers mous et très mous sont difficiles à stocker et à épandre en l'état. Des solutions techniques existent pour gérer ces produits sur l'exploitation et améliorer leur consistance en vue de réaliser un épandage de qualité. Ces solutions techniques nécessitent la connaissance des produits en sortie de bâtiment mais s'attachent avant tout à caractériser les déjections en sortie de stockage, avant épandage.

Ces techniques peuvent être classées en 2 catégories :

- **Gestion à la sortie du bâtiment avant la mise en stock**

Des pratiques permettent, avant la phase de stockage, d'assurer une séparation des fumiers mous générés dans un bâtiment et de produire

à la fois des déjections liquides de type lisiers et solides de type fumiers compacts, et de procéder à un stockage distinct des deux produits. Le résultat d'une telle gestion s'apparente aux systèmes mixtes avec production de déjections de bonne qualité agronomique : lisier et fumier compact.

- **Gestion au niveau du stockage**

Des pratiques permettent, durant la phase de stockage, de modifier la consistance des fumiers mous en vue de produire un fumier compact et un purin. La mise en œuvre de ces pratiques nécessite des surfaces de fumières égales aux surfaces référencées en fumier mou. Malgré l'amélioration de la consistance du produit et à terme la réduction de surface, l'éleveur doit disposer d'une surface nécessaire pour assurer l'égouttage des produits, leur maniement, leur mélange, puis leur stockage.

5.3 PILOTAGE DE L'EXPLOITATION

5.3.1 GESTION DES PÂTURAGES ET PARCOURS

Les prairies constituent un élément essentiel de l'activité agricole et de l'aménagement du territoire qu'il faut à la fois préserver, entretenir et optimiser quant à sa capacité à produire la biomasse fourragère dont dépendent les élevages. À La Réunion, la croissance de l'herbe est fortement influencée par l'alternance des saisons. Sans intervention de l'éleveur, le risque est de se retrouver en situation d'excédent fourrager en saison des pluies et de déficit fourrager en

hiver. Il faut concevoir des modes de gestion des pâturages visant à maîtriser durablement la production d'herbe pour satisfaire des objectifs de la production animale tout en gérant et en protégeant l'environnement et en conservant des ressources.

5.3.1.1 Choix des espèces fourragères

Pour sélectionner les plantes fourragères à cultiver, l'éleveur ou le technicien devra tout d'abord réfléchir à l'objectif de la culture fourragère (pâturage, fauche) et déterminer les conditions du milieu où les fourrages seront installés.

Les conditions de milieu sont déterminantes pour la réussite de la mise en place et de la culture de la prairie. On doit ainsi tenir compte du climat : altitude, température, pluviométrie.



Balles rondes enrubannées

© Chik. Suleu/Mina.gr.fr

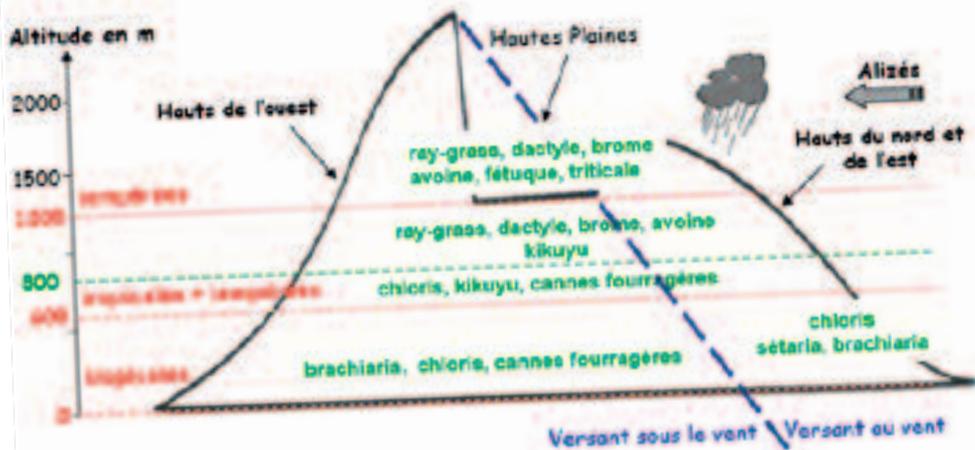


Figure 3: Répartition des principales espèces fourragères à la Réunion (CIRAD/ARP)

5.3.1.2 Mode d'exploitation des prairies

Le choix des différentes formes d'utilisation des prairies dépend du climat (saisonnalité de la production), des caractéristiques physiques du foncier (possibilité de mécanisation), de l'espèce animale et du type de production (régularité des apports) ainsi que des capacités techniques et des moyens financiers du producteur. Les bovins et les petits ruminants pâturent pendant la majeure partie de l'année. Toutefois, l'éleveur peut être amené à se

Il est donc recommandé de prévoir dans son parcelle des prairies destinées à la fauche et à la récolte mécanique de fourrage.

constituer des réserves pour pallier le déficit fourrager de saison fraîche.



Fauche mécanique d'une prairie

La pâture

La pâture est le seul mode d'exploitation possible des terrains non mécanisables. Il est le plus économique mais présente certains inconvénients tels que le gaspillage d'herbe en saison des pluies et la dégradation des prairies.

Plusieurs modes de pâture existent :

- la pâture continue : les animaux pâturent en continu une seule grande parcelle, tout au long de la saison ou de l'année. Ils sélectionnent eux-mêmes les espèces et les zones à pâture.
- la pâture en rotation : les animaux exploitent une prairie divisée en un certain nombre de

parcelles délimitées par des clôtures fixes (pâturage tournant) ou par une clôture électrique que l'on déplace (pâturage rationné).

Dans le pâturage tournant, le choix du nombre de parcelles doit dépendre de la taille de l'exploitation et du cheptel. Il doit être suffisant pour respecter un temps de repos optimal de chaque parcelle. Dans le pâturage rationné, surtout utilisé en production laitière, l'utilisation de deux fils électriques, placés devant et derrière les animaux, évite les gaspillages par une exploitation régulière, rapide et complète de l'herbe sur pied. Quel que soit le mode de pâture choisi, la taille des parcelles doit être en relation avec la taille du troupeau.



Élevage bovin viande

© Chev. Suifey/Mina.gp.fr

La fauche

Certaines plantes, comme les cannes et les céréales fourragères, ne peuvent pas être pâturées. Il est également souvent nécessaire de faucher la prairie pour mettre le fourrage à disposition des animaux, en particulier lorsque les parcelles ne sont pas accessibles au troupeau ou que les animaux sont élevés en stabulation (zéro pâturage). Le fourrage récolté peut être distribué aux animaux en vert ou conservé.

- L'affouragement en vert : dans une optique d'élevage intensif, le chantier de récolte doit fonctionner une ou deux fois par jour et demande une mécanisation totale car le fourrage doit être mis immédiatement à disposition des animaux afin d'éviter les pertes de valeur alimentaire.
- La conservation du fourrage : la croissance des plantes fourragères est saisonnière. La conservation sous forme d'ensilage ou de foin permet le report des stocks fourragers de la saison chaude excédentaire à la saison fraîche déficitaire.

Il est possible de combiner sur une même parcelle pâturage et récolte mécanique : c'est un mode d'exploitation mixte favorisant la régulation des stocks et l'entretien des prairies. De même, une prairie fauchée en saison des pluies peut être pâturée en hiver : l'animal récolte et fertilise.

La période à laquelle la graminée a une valeur alimentaire maximum est restreinte : il s'agit de la phase post-épiaison (lorsque l'épi est en train de monter dans la gaine). Cette période peut être très courte selon le type de cultivar. Par exemple, elle n'est que de 2 à 3 jours chez un chloris (*Chloris gayana*) nouvellement implanté. Avant ce stade, l'herbe est composée essentiellement d'eau, diluant les minéraux et autres composants. Passé ce stade, l'herbe se lignifie rendant moins digestible certains de ses composants. Le stade optimum pour une légumineuse est le stade de floraison. En cas d'associations (graminées plus légumineuses), il est préférable de veiller au stade de la graminée.



Stockage en balles rondes enrubannées

© V. Bénék-Mastro, APP

Pour la réalisation de foin, la date de coupe est donnée par le stade de la plante. L'avantage de pouvoir faire de l'enrubannage est de pouvoir exploiter une parcelle arrivée à la phase post-épiaison, même si les conditions météorologiques sont peu propices à faire du foin. Pour la pâture, la difficulté est que l'ensemble des pâturages arrivent au même stade en même temps, notamment en saison chaude et humide. En cette période, le gyrobroyage permet de décaler le stade optimal d'utilisation de certaines parcelles.

CHARGEMENT ANIMAL, RELATION TAILLE DE LA PARCELLE ET TAILLE DU TROUPEAU, TEMPS DE SÉJOUR ET DE REPOS

Le choix du mode d'exploitation d'une prairie est lié à la notion de charge ou de chargement. Le chargement traduit la relation entre l'animal (nombre, poids) et la prairie (surface, productivité, etc.).

- *La charge globale : c'est le nombre moyen d'animaux présents sur la totalité de la superficie de l'exploitation au cours de l'année. On la calcule en divisant le nombre d'UGB présents (Unité Gros Bovin, soit l'équivalent d'une vache laitière adulte et suitée) par la superficie totale de l'exploitation. On peut y inclure les parcelles momentanément non-exploitées (mise en défens, repos).*
- *La charge globale est surtout utilisée pour les démarches administratives relatives à l'obtention des aides européennes (prime à l'herbe, etc.). La charge instantanée : elle se définit comme le nombre d'animaux par unité de surface de la parcelle chargée (exploitée) à un instant donné. C'est une composante essentielle de la gestion des prairies puisque faire varier la charge instantanée, c'est contribuer à l'entretien de la prairie à laquelle elle s'applique.*

La capacité de charge : c'est la quantité de bétail (nombre d'animaux par unité de surface pour une période donnée) que peut supporter un pâturage (ou prairie de fauche) sans être détérioré, le bétail devant rester en bon état d'entretien et de production. Elle dépend de la quantité de fourrage produit et disponible sur la parcelle, mais aussi de la valeur de ce fourrage. Pour connaître la capacité de charge optimale, il est indispensable de connaître le comportement des espèces fourragères cultivées.

Un chargement animal élevé nécessite une gestion rigoureuse de la ressource fourragère. Pour satisfaire les besoins des animaux, il est souvent indispensable de stocker une partie de la production fourragère. La pâture est alors réduite au profit de la récolte mécanique. Après avoir choisi le mode d'exploitation des prairies en fonction de la structure foncière de l'exploitation, l'éleveur devra calculer le nombre (et la superficie) de parcelles à créer. Le nombre de parcelles est fonction du temps de séjour et du temps de repos.

- *Le temps de séjour est le temps pendant lequel une parcelle est pâturée par un troupeau à chaque passage (rotation).*
- *Le temps de repos est le temps pendant lequel, entre deux passages d'animaux sur une parcelle donnée (ou entre deux coupes mécaniques), on laisse l'herbe se reposer et repousser sans être exploitée.*

Il faut donc disposer d'un nombre de parcelles suffisant qui laissera à l'herbe le temps de repos nécessaire entre deux passages du troupeau (ou deux récoltes mécaniques) pour repousser correctement. L'herbe doit atteindre une hauteur optimale qui fournira à l'animal la possibilité d'en récolter les plus grandes quantités en ayant la valeur alimentaire optimum. Par ailleurs, le temps de repos idéal change aussi d'une plante à l'autre. Il varie suivant l'espèce cultivée, les conditions climatiques et les pratiques de fertilisation.

*** (suite page 233)

... (suite de la page 232)

Généralement, les graminées atteignent cette hauteur en un minimum de 30 jours. Parallèlement, si le temps de séjour des animaux est trop long, l'herbe peut être « cisailée » (coupée) deux fois : il y a surpâturage. Elle ne peut donc pas reconstituer ses réserves de manière à produire une repousse quotidienne rapide après passage du troupeau. En laissant une hauteur d'herbe résiduelle de 10 cm environ, on diminue les risques de baisse progressive du rendement de l'herbe.

La surface des parcelles dépend de la surface totale de l'exploitation que l'on divise par le nombre de parcelles à créer. Toutes les parcelles ne doivent pas forcément avoir la même taille. Elles doivent avant tout fournir une production fourragère égale pour que les temps de séjour et de repos ne varient pas trop. Une parcelle plantée en kikuyu n'a pas la même capacité de production qu'une autre plantée en ray-grass. Pour un même objectif de production, les deux parcelles n'auront donc pas la même surface. Le nombre de parcelles peut varier aussi selon la saison (été/hiver) pour allonger la rotation et raccourcir le temps de présence des animaux dans la parcelle.

5.3.1.3 La Fertilisation

Le CIRAD a constaté au travers de sa base d'analyses de sol, une baisse de la matière organique des sols cultivés depuis une vingtaine d'années. Ceci est principalement dû à la minéralisation de la matière organique par stimulation de l'activité biologique des sols du fait de l'utilisation d'engrais minéraux. Le CIRAD recommande donc fortement l'apport de matière organique exogène (même sur les andosols) au vu des caractéristiques qui sont liées. Les agriculteurs, ayant pris conscience de l'intérêt agronomique des amendements organiques, en apportent donc régulièrement, mais en quantité et en qualité insuffisantes. Cette insuffisance est souvent comblée par un apport plus élevé d'engrais minéraux et notamment d'azote, d'où un risque encore plus grand de disparition de la matière organique.

Pour plus d'informations sur la fertilisation, reportez-vous au chapitre II de ce guide.

5.3.1.4 Entretien des prairies

À plus ou moins long terme, sans gestion raisonnée, les prairies cultivées se dégradent sous l'effet de l'exploitation intensive des espèces fourragères dont elles sont constituées.

La fertilisation joue un rôle important car la disparition des espèces fourragères peut résulter d'une carence minérale provoquant un déséquilibre dans la nutrition de la plante. Elle doit être adaptée aux besoins des plantes (analyses sol/plante). Inversement, une forte fertilisation azotée peut provoquer un déséquilibre entre une production d'herbe importante et une faible utilisation (charges plus faibles, fréquence de passage plus longue).

Le rythme d'exploitation des prairies doit limiter les risques de sur ou de sous-exploitation de l'herbe. En effet, l'herbe surpâturée ou fauchée trop court repousse difficilement et laisse progressivement la place aux mauvaises herbes.

Principales causes de dégradation	Conséquences
Diminution de la fertilité du sol	Dégradation de la flore
Acidification du sol	Disparition des espèces fourragères
Fertilisation déséquilibrée	Envahissement par des adventices et des pestes végétales
Mode d'exploitation inadapté	Chute de la productivité et de la qualité de la prairie
Sur ou sous-exploitation de l'herbe	Baisse des performances zootechniques

Figure 4: Causes et conséquences des dégradations sur prairie (CIRAD)

Dans les prairies sous-exploitées, les espèces fourragères et les adventices se disputent l'espace, l'air et la lumière. Cette compétition se fait souvent au détriment des espèces fourragères et provoque l'envahissement des prairies par des cypéracées, *Agrostis sp.* et *Cynodon dactylon*. Pour les prairies plus anciennes, on peut parfois constater un retour vers la végétation naturelle à *Philippia montana* ou vers des stades de dégradation non réversibles à *Ulex europaeus* (l'ajonc).

Dans certains cas, un chargement instantané très élevé permet un nettoyage des parcelles par le troupeau (sans surpâturage). Il ne reste alors aucun refus. Le nettoyage mécanique des prairies après le passage des animaux contribue à éliminer les refus et les adventices. Ce nettoyage peut se faire par :

- la fauche systématique des refus laissés par les animaux au pâturage (plantes ligneuses, souillées...),
- la fauche ponctuelle (1 à 2 fois par an) des prairies en fin de saison des pluies, principalement les prairies laissées en défens.

La pâture complète et propre est signe d'un pâturage réussi. L'alternance pâture-récolte mécanique ralentit également les dégradations dues au pâturage exclusif. Par exemple, dans une même parcelle, faucher l'excédent d'herbe de saison des pluies peut compléter (report de stock) le pâturage de saison fraîche.

5.3.2 GESTION ET VALORISATION DES EFFLUENTS D'ÉLEVAGE

On entend par effluents d'élevage : les déjections liquides ou solides, les fumiers (c'est-à-dire le mélange de déjections solides et liquides et de litières ayant subi un début de fermentation sous l'action des animaux), les eaux de pluie qui ruissellent sur les aires découvertes accessibles aux animaux, les jus d'ensilage et les eaux usées issues de l'activité de l'élevage et de ses annexes type eaux de lavage des bâtiments.

Les effluents d'élevage peuvent être traités de différentes manières :

- Soit par épandage des effluents bruts sur terres agricoles cultivées ;
- Soit dans une station de traitement d'effluents annexée à l'exploitation (exemples : station d'épuration biologique pour les lisiers, plate-forme de compostage pour les fumiers...) ;
- Soit sur un site spécialisé dans le traitement des effluents d'élevage, déclaré ou autorisé au titre du livre II – titre 1^{er} ou du livre V (ICPE) du code de l'environnement.

Seul sera abordé dans la présente section l'épandage d'effluents d'élevages bruts.

5.3.2.1 Épandage d'effluents d'élevage

L'épandage d'effluents d'élevage doit répondre à trois objectifs principaux :

- La fertilisation doit être équilibrée et correspondre aux capacités exportatrices réelles de la culture ou de la prairie concernée ;
- Les apports azotés, toutes origines confondues (notamment organique et minérale), sur les terres faisant l'objet d'un épandage, doivent tenir compte de la nature particulière des terrains (altitude, pente...) et de la rotation des cultures ;
- La capacité d'absorption des sols ne doit pas être dépassée afin d'éviter principalement le ruissellement hors champs lors d'épisodes pluvieux importants ou la percolation rapide vers les nappes souterraines responsables de pollutions diffuses.

C'est pourquoi tout épandage d'effluents d'élevage est subordonné à la production d'un plan d'épandage. Il doit répondre à des règles de distances ainsi que d'interdictions et doit faire l'objet d'un enregistrement dans un cahier d'épandage.



La capacité d'absorption des sols ne doit pas être dépassée. Ceci, afin d'éviter la stagnation prolongée sur le sol, le ruissellement en dehors du champ d'épandage ou une percolation rapide. Ainsi la nature, les caractéristiques et les quantités des produits épandus devront rester compatibles avec une protection sanitaire et agronomique du milieu.

LE PLAN D'ÉPANDAGE

Pour constituer son plan d'épandage, l'exploitant doit rassembler les documents utiles à la compréhension des solutions d'épandage qu'il envisage. L'ensemble des plans d'épandage permet aux services de l'État et aux collectivités de connaître les pratiques des agriculteurs afin de gérer le territoire et veiller à la protection des milieux et des personnes.

Les informations demandées sont :

- 1) L'identification des parcelles avec les références cadastrales ou tout autre support reconnu comme les îlots cultureux, la superficie totale et épandable de chaque parcelle, le tout regroupé par exploitant*
- 2) L'identité et l'adresse de l'exploitant (propriétaire ou locataire) ainsi que des prêteurs de terre avec un contrat écrit et signé de mise à disposition par prêteur*
- 3) La localisation sur une représentation cartographique à une échelle comprise en 1/12500^e et 1/5000^e des parcelles retenues et des surfaces exclues en les différenciant et en indiquant les motifs d'exclusion*
- 4) Les systèmes de cultures envisagés (cultures en place et principales successions)*
- 5) La nature, la teneur en azote avec l'indication du mode d'évaluation de cette teneur (analyses ou références) ainsi que la quantité des effluents qui seront épandus par parcelle et sur l'ensemble du plan d'épandage*
- 6) Les doses maximales admissibles par type d'effluent, de sol et de culture en utilisant des références locales validées ou toute autre méthode équivalente*
- 7) Le calendrier prévisionnel d'épandage rappelant les périodes durant lesquelles l'épandage est interdit ou inapproprié*

À noter qu'on entend par quantité d'azote maximum admissible l'azote maîtrisable et l'azote non maîtrisable en cas de parcelles pâturées. Ainsi, dans le cas de prairies pâturées, le plan d'épandage doit spécifier la surface totale de la parcelle (SAU), la surface recevant des déjections (SRD) et la surface potentiellement épandable (SPE) sachant que la SRD peut être supérieure à la SPE et inférieure à la SAU.

L'ensemble de ces éléments est présenté dans un document de synthèse qui doit faire l'objet d'une validation par l'autorité compétente (Inspection des installations classées du Service vétérinaire, phytosanitaire et de l'alimentation de la DAAF pour les élevages relevant de la déclaration ou de l'autorisation au titre du livre V du code de l'environnement). Il doit, de plus, être présent en permanence sur le site de l'élevage et toute modification notable doit faire l'objet d'une notification sous forme de plan d'épandage modificatif reprenant les éléments cités plus haut.

*** (suite page 236)

PLAN D'ÉPANDAGE

*** (suite de la page 235)

Afin de compléter l'approche de la gestion des effluents d'élevage par épandage, ce plan doit être accompagné d'un bilan global simplifié de fertilisation. Ce bilan, qui peut être présenté sous la forme de tableau facilitant la compréhension, doit faire apparaître :

- a) Les quantités de matières fertilisantes organiques produites par année sur l'exploitation et par les exploitations des éventuels prêteurs de terres sous toutes leurs formes (fumiers, lisiers, effluents non maîtrisables...). Ces quantités sont exprimées en m³ ou en tonnes de matières brutes, de matières sèches et de matières fertilisantes principales c'est-à-dire l'azote (N), le phosphore (P2O5) et la potasse (K2O) dont le calcul est réalisé à partir des normes de rejet basées sur les références CORPEN les plus récentes. Les quantités de P2O5 sont particulièrement importantes à prendre en compte dans le cas d'effluents d'élevages de volailles, riches en cet élément, et constituant souvent le paramètre limitant pour dimensionner un plan d'épandage. Ces quantités de matières organiques doivent être complétées par celles des apports minéraux divers qui doivent être pris en compte dans le calcul de la fertilisation raisonnée. Ces informations peuvent être utilement complétées par des analyses qualitatives des effluents*
- b) Les capacités exportatrices du plan d'épandage calculées à partir des différents types culturaux (cannes à sucre, cannes fourragères, prairies tempérées ou tropicales, maraîchage...), de leur rendement réel à l'hectare ou à partir de références locales reconnues*
- c) Le solde agronomique entre les apports N, P et K et les exports qui, en toute logique, ne peut être positif principalement sur l'azote et le phosphore*
- d) La pression à l'hectare sur les paramètres N, P et K*

5.3.2.2 Le cahier d'épandage

L'enregistrement des pratiques de fertilisation azotée doit être réalisé par la tenue à jour d'un cahier d'épandage pour chaque parcelle (ou îlot cultural), y compris pour celles mises à disposition par des tiers.

Le cahier d'épandage doit regrouper les informations suivantes relatives aux effluents d'élevage issus de l'exploitation :

- Le bilan global de fertilisation
- L'identification des parcelles (ou îlots) réceptrices épandues
- Les superficies effectivement épandues
- Les dates d'épandage
- La nature des cultures

- Les volumes par nature d'effluent et les quantités d'azote épandues, en précisant les autres apports d'azote organique et minéral
- Le mode d'épandage et le délai d'enfouissement
- Le traitement mis en œuvre pour atténuer les odeurs (s'il existe)

En outre, chaque fois que des effluents d'élevage produits par une exploitation sont épandus sur des parcelles mises à disposition par des tiers, le cahier d'épandage doit comprendre un bordereau cosigné par le producteur des effluents et le destinataire. Ce bordereau est établi au plus tard à la fin du chantier d'épandage. Il comporte l'identification des parcelles réceptrices, les volumes par nature d'effluent et les quantités d'azote épandues.

5.3.3 GESTION DES DÉCHETS

Les productions animales en élevage sont génératrices de déchets toxiques particuliers, liés à la gestion sanitaire de l'exploitation. Leur mauvais stockage ou leur mauvaise élimination est source de pollution de l'environnement. La deuxième catégorie de déchet, potentiellement toxique pour le milieu naturel, concerne les cadavres d'animaux. La mise en place d'une gestion adéquate de ces déchets (stockage, enlèvement) visera à limiter ces risques.

5.3.3.1 Les déchets de soins

On considère deux types de déchets liés aux activités de soin :

- Les Déchets d'Activité de Soins à Risques Infectieux (DARSI) sont constitués de déchets mous contaminés (gants vétérinaires, etc.) et de matériel piquant, coupant, tranchant (aiguilles, lames de bistouris, etc.) qui ne sont plus utilisés ou ont été utilisés. S'ils ont été contaminés, ils peuvent représenter une source de contamination sanitaire (risque dans le cas de germes infectieux et pouvant persister dans le milieu ou notamment dans le cas de zoonoses).
- Les Médicaments Non Utilisés (MNU) sont les résidus de flacons, les périmés ou produits devenus interdits (suite à un changement de réglementation par exemple). Ce sont des produits dangereux pour l'homme (cas des antibiotiques) et une source potentielle de contamination pour l'environnement.

Le stockage des déchets de soins

Les DARSI doivent être stockés dans des emballages normalisés (arrêté du 28/11/2003). Le choix de l'emballage doit être adapté à l'usage d'où la mise en place de conteneurs spécifiques qui doivent être définitivement fermés à la fin de l'utilisation.

Le stockage sur l'exploitation ne doit pas dépasser 3 mois (à condition que l'exploitation ne produise pas plus de 5 kg de déchets par mois).

Les MNU, quant à eux, peuvent être stockés dans des sacs plastiques spécifiques.

L'élimination des déchets d'activités de soins

- L'éleveur a la possibilité d'acheminer lui-même ses déchets dans une limite de 15 kg vers les lieux de collecte. Au-delà de 15 kg, ses déchets doivent être collectés sur l'exploitation par un transporteur prestataire de service (arrêté ADR, art. 12 du 01/06/2001).
- Un bon de prise en charge doit être remis à l'éleveur lui permettant d'attester de la bonne élimination de ses déchets (document à conserver par l'éleveur pendant 3 ans).
- Les principales filières de production locales proposent à ce jour aux éleveurs de faciliter le processus d'élimination des déchets en intervenant comme organismes facilitateurs (participation aux coûts d'enlèvement notamment) et/ou orientent l'éleveur vers les structures pouvant prendre en charge les déchets de soin.

5.3.3.2 Les cadavres d'animaux

Les cadavres d'animaux sont susceptibles d'être porteurs d'agents biologiques dangereux pour l'homme. Certains sont transmissibles à l'homme, et on parle dans ce cas de zoonoses. Si les produits de putréfaction peuvent représenter un risque, certains de ces germes peuvent subsister dans le milieu sur une certaine période (variable selon les germes mis en cause) et constituer un risque de contamination même si le cadavre n'est plus présent. (cf. : 📖)

Les différentes catégories de cadavres

- Les cadavres ou lots de cadavres animaux morts en *exploitations agricoles*, de plus de 40 kg, hors police sanitaire.
- Les cadavres ou lots de cadavres animaux d'élevage, *morts au cours de déplacements hors de l'exploitation agricole*, à l'exception des animaux morts au cours de leur transport vers l'abattoir ou dans le cadre d'une activité spectacle.
- Les cadavres dont la *destruction est ordonnée par le préfet* du département pour des raisons de santé et de salubrité publiques, hors police sanitaire.



Les cadavres d'animaux peuvent présenter un risque sanitaire important pour l'homme et l'environnement, la gestion des cadavres et leur élimination en élevage sont régis par l'article L.226 du code rural.

Le stockage des cadavres

L'isolement des cadavres permet d'éviter la dissémination de microbes par l'intermédiaire de vecteurs tels que les mouches ou les rats, ou par l'intermédiaire d'écoulement de liquides biologiques. Le lieu de stockage doit permettre de limiter la dissémination de ces liquides dans l'environnement.

• Conseils de stockage

- Il est préférable de stocker les cadavres sur une dalle en béton étanche, conçue et réservée à ce seul usage (arrêté ministériel du 04/11/02) accessible à l'enlèvement.
- L'éleveur peut aussi utiliser des bacs étanches pour stocker les cadavres dans l'attente de leur enlèvement.



- La solution idéale serait de disposer d'une chambre froide (ou congélateur) dédiée aux cadavres, permettant de maintenir une température suffisamment basse pour limiter le phénomène de putréfaction. Les lots de moins de 40 kg (porcelets, placentas...), devraient également faire l'objet d'une mise en congélation pour être collectés à capacité suffisante ou lors des collectes habituelles. De même manière, l'accessibilité au système de congélation devra être facilitée et le détenteur veillera à ce que les lots ne colent pas.

• Quelques recommandations complémentaires

- Ne jamais couvrir un cadavre animal avec une bâche s'il est en plein soleil (accélération du processus de putréfaction);
- Ne dépouiller ou sectionner aucun membre de l'animal;
- Pour des raisons sanitaires et techniques, ne pas laisser un cadavre animal dans un bâtiment d'exploitation ou un pré; l'entreposage à l'extérieur du bâtiment dans un endroit accessible aux camions est préférable;
- Enlever tout objet métallique, plastique et carton présent sur les cadavres ainsi que les fers à chevaux sur les équins;
- Utiliser pour tout conditionnement de cadavres des sacs poubelles « NF », (faire des lots de sacs de moins de 20 kg pour les volatiles);
- Concernant les enlèvements de bovins de plus de 2 ans, l'éleveur est prié de faire intervenir son vétérinaire pour les prélèvements obligatoires et de transmettre le passeport sanitaire de l'animal au moment de l'enlèvement;
- Aucun enlèvement relevant du Service Public d'Équarrissage ne peut se faire sans échange de documents. Pour tout enlèvement de bovin, le passeport sanitaire doit être remis obligatoirement au chauffeur. Pour les équidés, le document d'accompagnement (livret SIRE) et la carte d'immatriculation devront être remis;
- Le chauffeur vous remet en échange un exemplaire de l'attestation d'enlèvement, que vous devez conserver pendant au moins cinq ans (d'ailleurs il est conseillé d'installer une boîte aux lettres proche du lieu de stockage des cadavres pour y récupérer les bons).

L'élimination des cadavres

L'élimination des cadavres est encadrée par la réglementation afin d'éviter tout dépôt dans le milieu naturel. Nous abordons ci-dessous les points que doit respecter l'exploitant :

- Du fait des enjeux sanitaires cités précédemment, il est interdit d'enfouir, de jeter en quelque lieu que ce soit ou d'incinérer les cadavres d'animaux ou lots de cadavres d'animaux pesant au total plus de 40 kg;



© L. Mouton, GRDSBR

- La collecte et l'élimination des cadavres d'animaux constituent une mission de service public qui relève de la compétence de l'État et est assurée par le service public d'équarrissage ;
- Des détenteurs de cadavres d'animaux avertissent le service d'équarrissage dans les plus brefs délais. L'enlèvement sera réalisé à compter de cet appel dans un délai de 24 heures ;
- Si l'enlèvement par le SPE n'est pas possible et constaté par une autorité administrative, l'éli-

mination sur l'exploitation du cadavre (enfouissement ou autre) devra aussi être réalisée par une autorité administrative (services de mairie par exemple) ;

Pour plus de renseignements contactez le Groupement Régional de Défense Sanitaire du Bétail de La Réunion (GRDSBR) ou le Service vétérinaire, phytosanitaire et de l'alimentation de la DAAF. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

5.3.4 LUTTE ANTIPARASITAIRE

L'élevage de races améliorées, qui ne représente qu'une ou deux générations d'éleveurs, a évolué très rapidement. Cette introduction de races européennes en milieu tropical a entraîné de lourdes contraintes sanitaires, en particulier dues aux hémoparasitoses, qui représentent aujourd'hui une des premières causes de mortalité à La Réunion. Le Contrôle des Maladies à Transmission Vectorielle (C.M.T.V), service unique à La Réunion, propose un appui aux éleveurs pour le contrôle des insectes vecteurs de ces maladies mais aussi pour développer une méthodologie respectueuse de l'animal, de l'environnement et du consommateur. Cet appui est proposé à l'échelle de l'île, mais également à l'échelle de l'élevage, c'est-à-dire au cas par cas.

Plus que jamais, dans tous les programmes de lutte contre les organismes nuisibles, la nécessité de développer des méthodes alternatives au « tout chimique » se fait ressentir. Les agriculteurs et les éleveurs sont bien conscients du rôle capital qu'ils ont à jouer dans ce nouveau défi : préserver une productivité élevée tout en préservant durablement l'environnement.

5.3.4.1 Les stomoxes

Présentation du parasite

Les stomoxes « ou mouches bœuf » sont des insectes hématophages (se nourrissant de sang) représentés à La Réunion par deux espèces: *Stomoxys calcitrans* (Linné 1758) et *Stomoxys niger* (Macquart 1851). Leur cycle de multiplication dure en moyenne 2 semaines à 25 °C, mais varie fortement en fonction de la température : plus rapide pour des températures supérieures à 25 °C et plus lent pour des températures inférieures à 25 °C. Une mouche-bœuf pond en moyenne 500 œufs.

Pour leur nutrition, les stomoxes semblent capables de parcourir 5 km ou plus si nécessaire. Elles vont attaquer en priorité les parties inférieures des membres des bovins. Les piqûres de nutrition de ces mouches, très douloureuses, vont provoquer de l'agitation et de l'anxiété chez les animaux (coups de patte, frémissements de la peau, mouvements de queue et de tête...)

Les conséquences directes (spoliation sanguine, stress) et indirectes (transmission de maladie) des agressions provoquées par les mouches bœuf affaiblissent les animaux et entraînent une diminution de la production de lait et une perte de poids non négligeables.

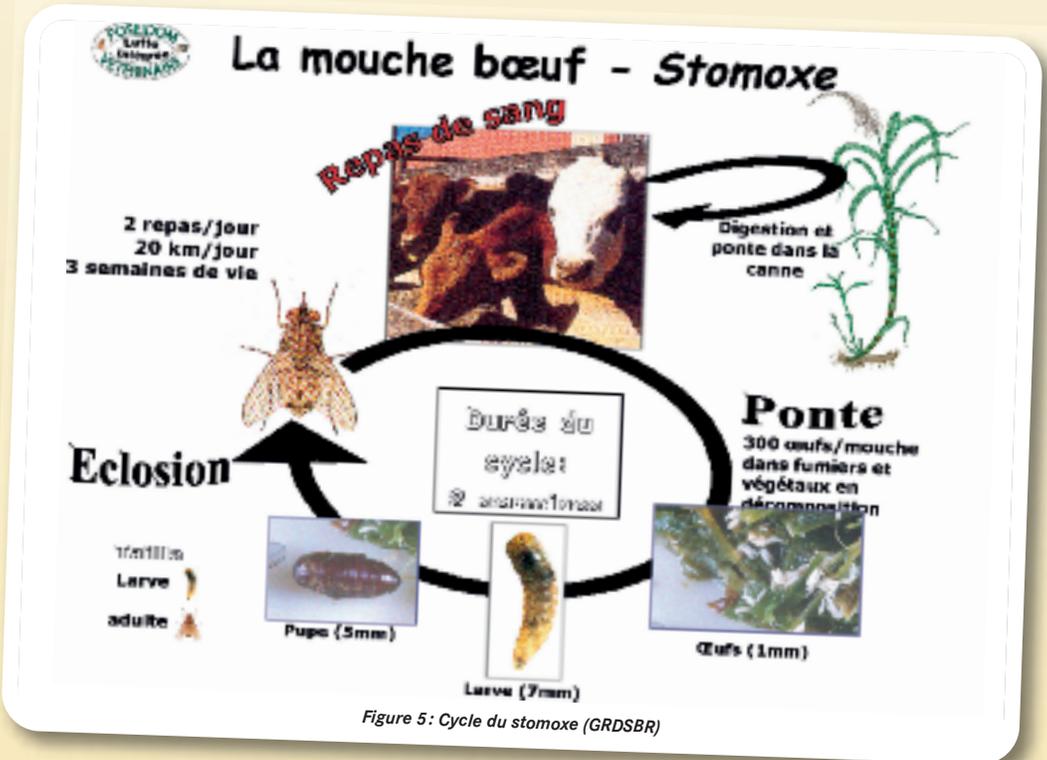
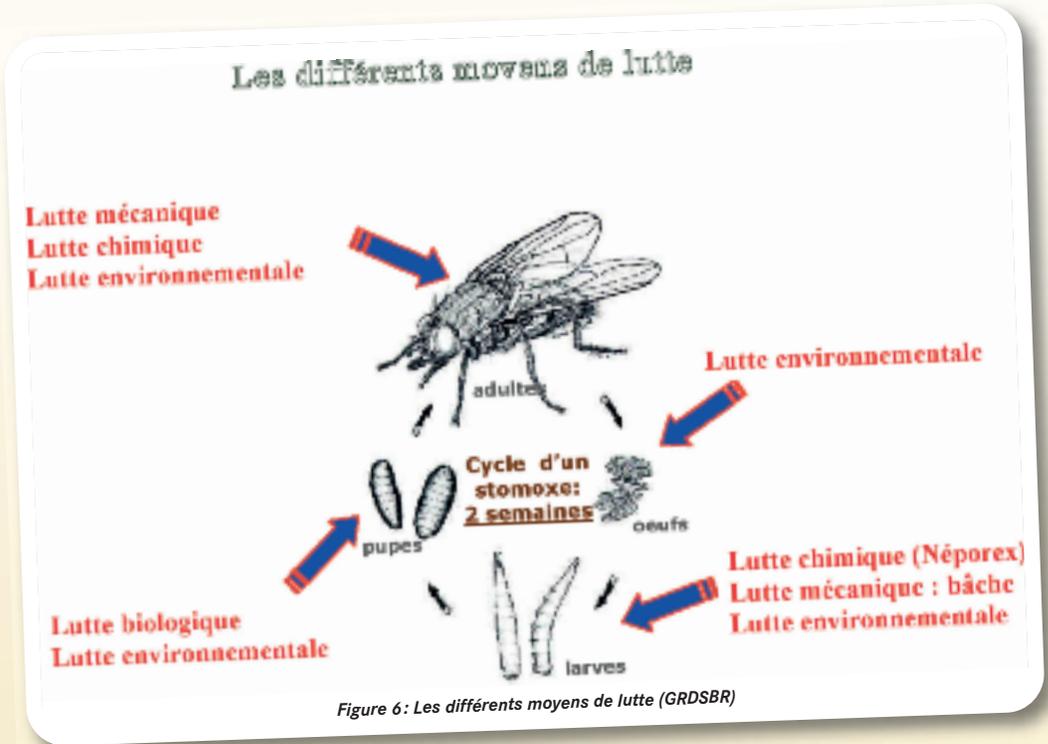


Figure 5: Cycle du stomoxe (GRDSBR)

Les Lutttes possibles

• Lutte intégrée

Il existe différents moyens de lutte contre les stomoxes, autant à l'état larvaire qu'au stade adulte. Pour pouvoir maîtriser les populations de stomoxes sur l'exploitation, il est indispensable d'associer l'ensemble de ces moyens de lutte : c'est ce que l'on appelle la lutte intégrée.



• Lutte mécanique

Quatre moyens de lutte mécanique peuvent être utilisés pour combattre les stomoxes : le piège Vavoua, le fil à colle, le piège UV et la bâche en plastique. Aucun produit chimique n'est utilisé pour attirer ou tuer les mouches piégées. L'impact sur l'environnement est donc pratiquement négligeable.



Compte tenu de la faible charge de travail et du faible coût de ces pièges il est recommandé de privilégier ces méthodes de lutte mécanique.



© THUISON CMTV

– Le piège Vavoua

Efficace uniquement lorsqu'il est exposé au soleil, dans un endroit dégagé et placé entre les animaux et les sites de ponte (fumier, lisier). Les places sont donc nombreuses et c'est sans doute l'éleveur qui remarquera le mieux la place qui convient pour un piégeage optimal.

– Le fil à colle

Agit en piégeant les mouches lorsque celles-ci volent autour des animaux pour se nourrir. Sa spécificité dépend fortement de l'emplacement choisi : au niveau du cornadis il piégera plus de mouches domestiques alors qu'à proximité du lisier ou du fumier il piégera surtout des stomoxes.

Placé ailleurs, il piégera les insectes (abeilles, papillons...), voire même les petits oiseaux, qui vont croiser sa trajectoire.



Fil à colle

© T. HUDSON CMPTV

– La bâche en plastique

Bâcher le fumier est un moyen de lutte mécanique simple et efficace. Il suffit de couvrir le principal site de ponte des mouches bœuf, le fumier, avec une bâche en plastique (de récupération de préférence). L'intérêt du système est double : d'une part on va empêcher les mouches de pondre dans le fumier et, d'autre part, on va tuer les œufs et les larves déjà présents dans le fumier par une augmentation importante de la température à l'intérieur de la bâche.

– Le piège UV

Contrairement au piège Vavoua, ce piège doit être placé dans un endroit sombre pour détruire les stomoxes. En effet, la lumière n'attire pas suffisamment les insectes. Une fois l'insecte posé sur l'appareil, le courant qui circule va tuer la mouche sans lui laisser la possibilité de repartir. Le coût est plus important à l'achat, il consomme de l'électricité pour fonctionner et il n'est pas spécifique des stomoxes car il est efficace contre les insectes attirés par la lumière.

• Lutte biologique

Cette petite guêpe permet de lutter contre les stomoxes, car, d'une part elle se nourrit en aspirant le contenu de la puppe et d'autre part, elle pond dans d'autres pupes et ses œufs vont se développer à la place des mouches. La durée du cycle du parasitoïde de l'œuf à l'adulte varie, comme pour les mouches bœuf, en fonction de la température : elle est d'environ 31 jours à 22 °C et de 18 jours à 30 °C. La cible principale de cet insecte est *S. calcitrans* sans doute parce que cette mouche se développe dans le fumier de bovins, comme le font les parasitoïdes. Ces derniers suivent les tunnels tracés par les larves de mouches ou des petits coléoptères pour se déplacer dans le milieu de ponte jusqu'aux pupes.



© T. HUDSON CMPTV

- **Lutte environnementale**

Il est considéré que 90 % des stomoxes naissent sur l'exploitation même ! La lutte environnementale consiste à créer des conditions de développement défavorables aux insectes. Une bonne connaissance des sites de ponte et du cycle des stomoxes permet de mener une lutte environnementale efficace.

Action à mener :

En prenant en compte le cycle des stomoxes, deux éléments sont à contrôler :

- 1) Les effluents : élimination, bâchage ou traitement (NEPOREX) des fumiers ou des lisiers.

- 2) Les reposoirs : nettoyage de hautes herbes et arbustes aux abords des bâtiments.

- **Lutte chimique**

Actuellement, différentes familles de molécules sont utilisables dans la lutte contre les mouches en élevage, que ce soit pour le traitement des animaux ou des bâtiments. Cependant, avec l'évolution des normes environnementales, certaines familles tendent à être interdites. À force d'utiliser les mêmes insecticides pendant plusieurs années, les insectes finissent par s'habituer au produit. Il faut savoir que si un insecte est résistant à un produit, il va être résistant à tous les produits de cette famille.



Lutte chimique sur un élevage bovin

© T. FAUDSON CMTV

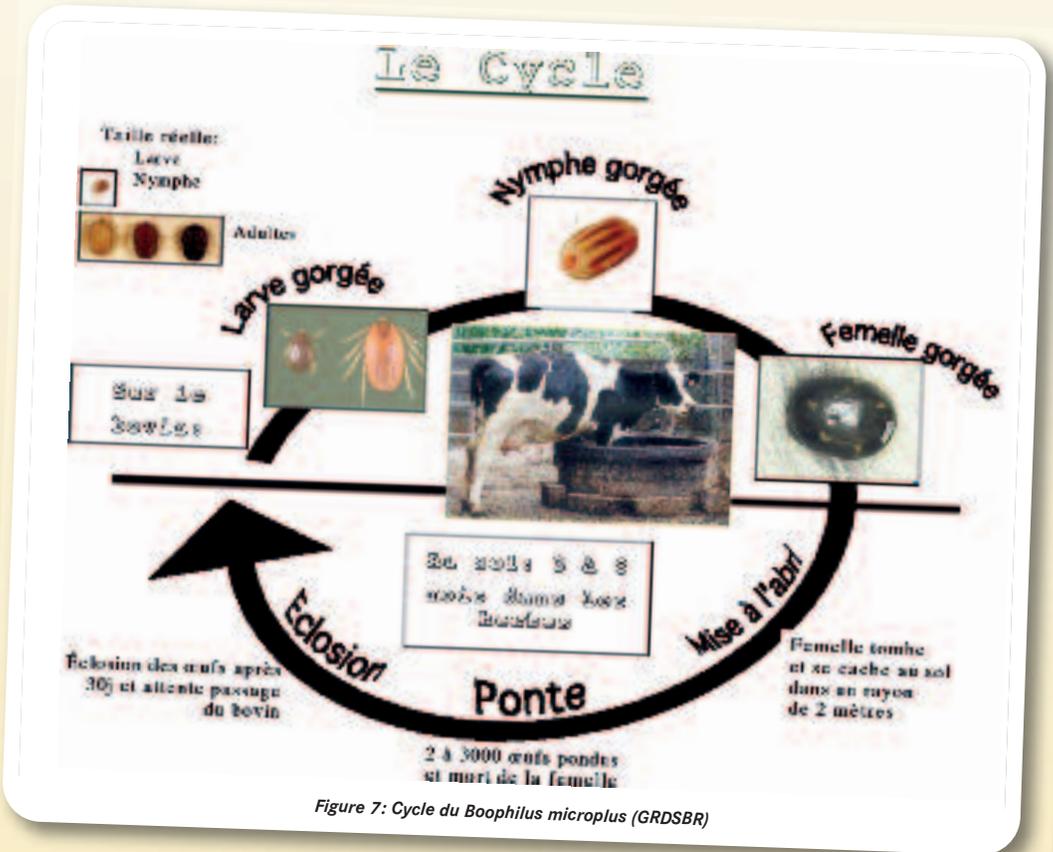
5.3.4.2 Les tiques *Boophilus microplus*

Présentation du parasite

La tique *Rhipicephalus Boophilus microplus* est présente dans la plus grande majorité des élevages bovins de l'île où les animaux passent une partie de leur temps en pâture. Les larves de tiques attendent en haut des herbes le passage d'un bovin et une fois sur l'animal, elles vont se gorger de sang, muer en nymphes, qui elles-mêmes vont se gorger puis muer en adultes : c'est la phase parasitaire, d'une durée de 3 semaines.

Une fois le dernier gorgement effectué, la tique va se détacher de l'animal, préférentiellement tôt le matin, pour trouver un endroit abrité propice à la ponte. Les œufs éclosent après 30-40 jours et les larves survivent 4 à 6 mois en fonction de la température : c'est la phase libre.

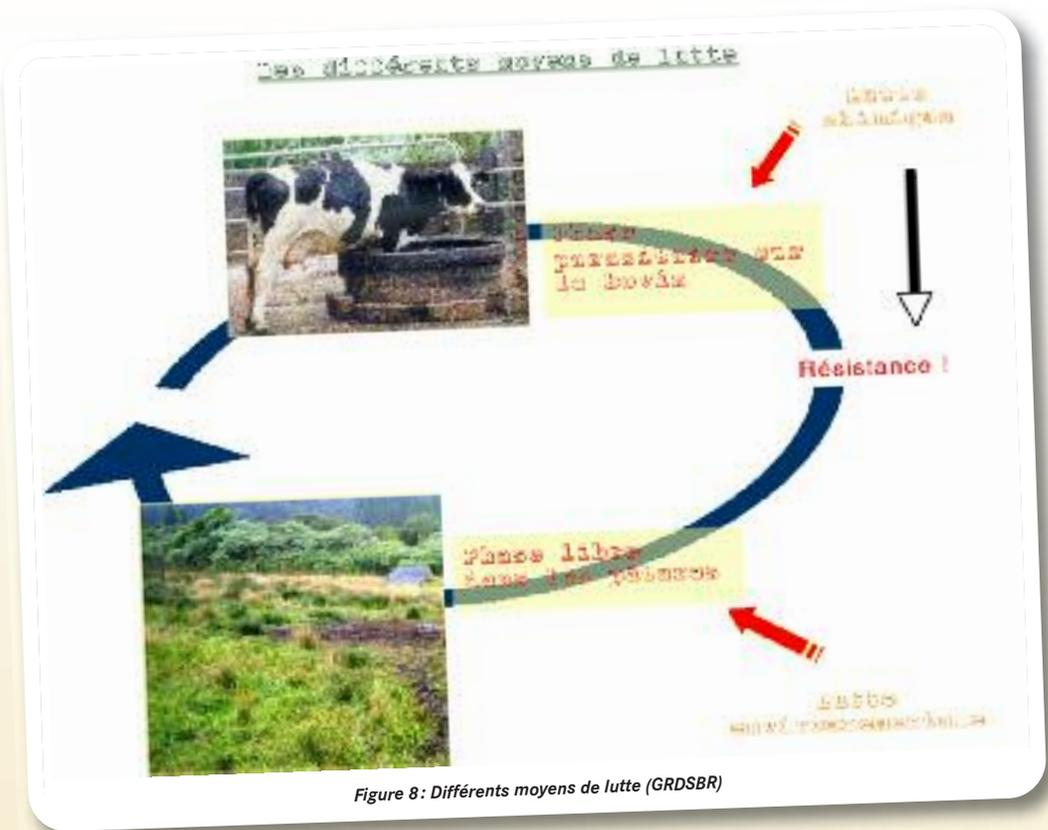
Les tiques mâles quant à elles se nourrissent peu, restent de petite taille, vivent plusieurs mois et se déplacent sur l'hôte à la recherche de femelles avec lesquelles elles vont s'accoupler. Elles peuvent parfois passer d'un bovin à l'autre.



Les luttes possibles

Contrairement à la lutte contre les mouches bœuf, les moyens de lutte contre les tiques sont beaucoup plus limités : seules les luttes chimique et environnementale sont disponibles. Par ailleurs la lutte environnementale est souvent longue et difficile et il est tentant de tout miser sur la lutte chimique.

Or, dans ce cas également, il est indispensable d'associer ces deux techniques de lutte pour arriver à de bons résultats sur le long terme : seule la lutte intégrée est efficace.



• Lutte environnementale

Deux paramètres interviennent dans la pullulation des tiques :

- 1) la chaleur : plus il fait chaud, plus le cycle de reproduction des tiques est rapide et plus il y aura de tiques dans les prairies. En hiver, le cycle s'arrête pour reprendre dès les premières chaleurs,
- 2) l'humidité : elle permet aux œufs de se conserver dans les prairies sans sécher. Si elle n'est pas assez élevée, les œufs meurent et le cycle s'arrête.

Ainsi, il faut veiller à éliminer tous les sites permettant de garder des conditions favorables de température et d'humidité :

- a) les haies non entretenues (galabert, corbeille d'or...),
- b) les hautes herbes : marie-épreintée, mais également le kikuyu qui monte trop derrière les clôtures.

Quand toutes les parcelles ne sont pas accessibles, d'autres techniques peuvent être utilisées

pour lutter contre les tiques, comme les rotations de pâtures associées aux traitements chimiques. Il est dans ce cas conseillé de traiter les animaux dans la semaine avant le changement de parcelle. Si les surfaces fourragères sont suffisamment importantes, il peut être conseillé de retirer les parcelles les plus à risque du planning de rotation pendant l'été pour les réintégrer en hiver.

L'utilisation de clôtures électriques est également un excellent moyen de lutte quand il est difficile d'éliminer toutes les zones à risque. En effet, les arbustes en limite de parcelle servent souvent de clôture naturelle et fournissent de l'ombre aux animaux. Cependant, ces zones à l'ombre sont également propices au développement des tiques.

Par ailleurs, sur certaines régions de l'île, l'affleurement de roches interdit tout passage d'un gyrobroyeur ; les épineux envahissent souvent ces zones et constituent des sites de prédilection pour les tiques. La mise en place de clôtures électriques, à 2 mètres des arbustes et épineux, permet ainsi de mettre en défens ces zones « à tiques ».

• **Lutte chimique et phénomène de résistance**

En 2004, dans certains élevages, les tiques commençaient à devenir résistantes à la deltaméthrine. Il s'avérait alors urgent de mettre l'accent sur la bonne utilisation des insecticides et sur l'intérêt de la lutte environnementale. Un facteur favorisant l'apparition des résistances est la mauvaise utilisation des insecticides :

- a) le sous-dosage habitue les tiques à être en contact avec l'insecticide sans les tuer,
- b) le surdosage sélectionne rapidement les

souches résistantes au détriment des souches sensibles.

Il est donc important de bien respecter la dilution de l'insecticide dans l'eau ainsi que la quantité à appliquer. Pour simplifier l'utilisation des insecticides, une plaquette d'information a été éditée à l'intention des éleveurs. Elle reprend les différentes présentations des insecticides les plus utilisés actuellement à La Réunion et indique :

- les dilutions requises,
- la quantité de produit à appliquer par animal.

COMMENT UTILISER LE BUTOX 50 %_{oo} ?
Contre les mouches boeufs et les carapates:

x1 cuillère à café (=5 mL) bien mélanger

Réglez le jet au pinceau

10 L d'eau

1 Bouchon (flacon de 50 mL) = 2 cuillères à café

500 Kg x 2

300 Kg x 3

100 Kg x 10

x 10

x 10

COMMENT UTILISER LE TAKTIK ?
Contre les carapates:

x4 cuillères à café (=20 mL)

Réglez le jet

10 L d'eau

500 Kg x 2

300 Kg x 3

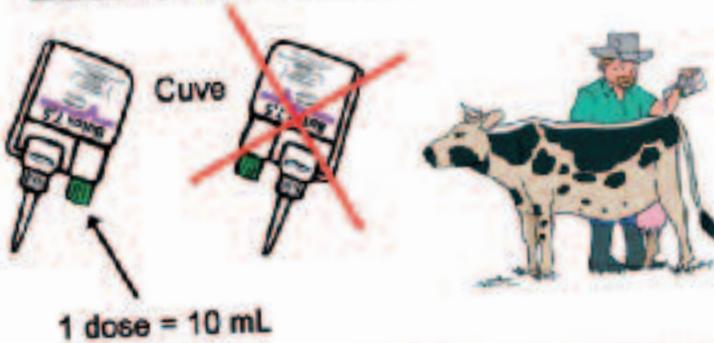
x 10

Figure 9: Utilisation du Butox (GRDSBR)

Pour l'utilisation, du Butox sous forme Pour-On, une distinction a été faite entre les animaux vivant à « l'intérieur » (en stabulation et non exposés aux tiques) et ceux vivant « en pâture », et donc soumis aux stomoxes et aux tiques.

COMMENT UTILISER LE BUTOX POUR-ON ?

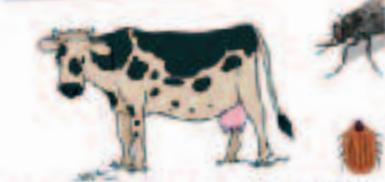
Position du flacon et application du produit:



Attention, L'insecticide n'est efficace que si on l'applique sur la colonne vertébrale. L'appliquer ailleurs ne sert strictement à rien.

QUELLES DOSES POUR LE BUTOX POUR-ON ?

POUR LES BOVINS:



A l'intérieur:

- . Jusqu'à 100 kg : 10 mL/bovin
- . De 100 à 300 kg : 20 mL/bovin
- . Plus de 300 kg : 30 mL/bovin

En pâtures:

- . Jusqu'à 100 kg : 15 mL/bovin
- . De 100 à 300 kg : 45 mL/bovin
- . Plus de 300 kg : 75 mL/bovin

POUR LES CABRIS ET LES MOUTONS



Le dosage est le même:
10 mL / animal

Figure 10 : Utilisation du Butox Pour-On (GRDSBR)

Pour cette dernière catégorie, nous conseillons d'utiliser le Butox Pour-On à la dose tique car le recours à la dose mouche pourrait être à l'origine d'un sous-dosage sur les tiques (non visés par le traitement mais souvent présentes).

Pour plus de renseignements, contactez le Contrôle des Maladies à Transmission Vectorielle (CMTV), service du GDRSBR. Il dispense de nombreuses formations. Pour obtenir leurs coordonnées reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

CHAPITRE 5 ÉLEVAGE



CE QU'IL FAUT RETENIR DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES POUR CE CHAPITRE

- Les régimes RSD et ICPE sont les règles de base qui encadrent les pratiques d'élevage afin de gérer nos territoires et limiter les pollutions du milieu naturel.
- Les caractéristiques d'un bâtiment d'élevage ne sont pas immuables dans le temps. Les normes évoluent et il est primordial pour assurer la pérennité de son élevage que l'exploitant réserve une part de sa trésorerie à l'évolution et à la mise aux normes de ses bâtiments. Des programmes d'aide au financement existent cependant pour faciliter ces mises aux normes.
- Un projet d'implantation d'un bâtiment d'élevage, qu'il s'agisse d'une extension ou d'une installation, doit être mûrement réfléchi. De nombreuses informations concernant l'implantation des bâtiments sont disponibles dans le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune concernée. Pour dynamiser son projet et éviter des déceptions, l'exploitant doit être aidé par un technicien spécialisé.
- Les ouvrages de stockage doivent être adaptés à la nature de l'effluent et au volume produit. Pour réduire le volume d'effluent à gérer et éviter des débordements de fosses à lisier, il est capital de couvrir tous les ouvrages de stockage et d'évacuer les eaux de pluie, sans contact avec les effluents, vers le milieu naturel.
- Le dimensionnement des pâturages et parcours doit respecter la charge maximale admissible afin d'éviter la dégradation des parcelles : apparition d'adventices au détriment des espèces fourragères, destruction du sol, etc.
- Afin de valoriser les effluents d'élevage et de gérer collectivement le territoire, il est nécessaire que l'agriculteur tienne à jour son plan d'épandage. Ce dernier permet d'encadrer cette pratique afin de ne pas concentrer les apports en matières organiques et engendrer des pollutions.
- Le cahier d'épandage est quant à lui nécessaire à l'exploitant pour raisonner ses pratiques de fertilisation tout en augmentant sa production et en limitant ses coûts et les risques de surfertilisation.
- Aucun déchet ne doit être négligé. Les déchets d'activités de soins et les cadavres d'animaux doivent être stockés et ramassés par les professionnels agréés. Ces déchets sont des sources potentielles de maladie pour l'homme, l'animal et le milieu naturel.
- La lutte antiparasitaire pour l'élevage ne doit pas toujours être chimique. À La Réunion, une lutte intégrée existe. Le gain est pour le milieu naturel et l'exploitant qui traitera moins, et ce, dès les premiers symptômes, grâce à un réseau de surveillance efficace.
- **En ce qui concerne la gestion des déchets, il est recommandé de se rapprocher de la Chambre d'Agriculture pour toute information concernant les lieux de collecte et les conditions d'acceptation des déchets. Vous pouvez également vous reporter à l'annexe III de ce guide.**

CHAPITRE 5 ÉLEVAGE



POUR ALLER PLUS LOIN

VOS OUVRAGES :

- AFP, Sicalait, CIRAD. **Compostage du fumier de bovin au champ** : résultats de l'étude, 44 p.
- Barbet-Massin V., Grimaud P., Michon A., Thomas P., 2004. **Guide technique pour la création, la gestion et la valorisation des prairies à La Réunion**. Juin 2004, 99 p. *Document disponible à l'ARP ou sur le site : http://greforec.cirad.fr/ressources/bibliotheque/agronomie_et_systemes_de_culture/guide_technique_des_prairies_a_la_reunion*
- Cecineros R., Hüe T., CIRAD/CMTV, 2007. **Gestion de la lutte contre les hémoparasitoses et leurs vecteurs, Ile de La réunion, état des connaissances en 2007**. 106 p. *Disponible au GRDSBR*
- Constantin P., Blanfort V., Thomas P., Lecomte P. **Évaluation de la dégradation des prairies de La Réunion**. CIRAD, 17 p. Rapport. *Disponible au CIRAD*
- DAF, 2008. **Mémento élevage : réglementation à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage**. Novembre 2008, 10 p. *Disponible à la DAAF ou gratuitement à l'adresse : http://www.daf974.agriculture.gouv.fr/article.php3?id_article=470*
- Institut de l'élevage, 2007. **Charte des bonnes pratiques d'élevage** : Notice technique. Juin 2007, 6p. *Disponible au GRDSBR ou à l'adresse : <http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/spip.php?article13571>*
- Comité de Bassin Réunion, 2009. **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion 2010-2015**. Décembre 2009, 113 p. *Disponible à l'adresse suivante http://www.comitedebassinreunion.org/rubrique.php3?id_rubrique=26*

VOS SITES INTERNET :

- <http://www.inst-elevage.asso.fr> : Le site Internet de l'Institut de l'élevage
- <http://www.itavi.asso.fr> : Site de l'Institut Technique de l'AViculture
- <http://www.ffc.asso.fr> : Site officiel de la Fédération Française de Cuniculture
- <http://www.reunion.eaufrance.fr> : Système d'information sur l'eau du bassin Réunion

Vous pouvez consulter et emprunter gratuitement l'ensemble des ouvrages de ce guide, et bien d'autres publications, à la bibliothèque du CIRAD au pôle « 3P » à St-Pierre (cf. Votre carnet d'adresses page 250)

VOTRE CARNET D'ADRESSES

Association Développement Rural Réunion (AD2R)

3, rue Papanges
97 490 Sainte-Clotilde

Téléphone: 0262 92 14 00
Télécopie: 0262 29 45 38

Courriel: contact@ad2r.re

Site Internet: <http://www.ad2r.re>

Association Réunionnaise de Pastoralisme

Maison des Associations PK 23
97 418 La-Plaine-des-Cafres

Téléphone: 0262 59 22 01
Télécopie: 0262 59 16 02

Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Économie Fruitière Légumière et Horticole (ARMEFLHOR)

1, chemin de l'Irfa
Bassin Martin
97 410 Saint-Pierre

Téléphone: 0262 96 22 60
Télécopie: 0262 96 22 61

Courriel: info@armeflhor.fr

Site Internet: <http://www.armeflhor.fr>

Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement à La Réunion

Laboratoire des sols du CIRAD
Station de La Bretagne
B.P. 20
97 408 Saint-Denis Messagerie Cedex 9

Téléphone: 0262 52 80 19
Télécopie: 0262 52 80 01

Courriel: analyses-agro.run@cirad.fr

Site Internet: http://www.cirad.fr/reunion/produits/prestations/analyses_agronomiques

Bibliothèque du CIRAD, Centre de ressources 3P

Station Ligne Paradis,
7, chemin de l'Irat,
97 410 Saint-Pierre

Téléphone: 0262 49 92 03
Télécopie: 0262 49 92 93

Courriel: micheline-marie.baptiste@cirad.fr

Site Internet:

http://www.cirad.fr/reunion/produits/publications/ressources_documentaires

Centre Technique Interprofessionnel de la Canne et du Sucre à l'île de La Réunion (CTICS)

7, allée de la Forêt - Boulevard de la Providence
B.P. 140
97 463 Saint-Denis

Téléphone: 0262 30 33 44
Télécopie: 0262 30 30 14

Courriel: ctics@ctics.fr

Site Internet: <http://www.ctics.fr>

Comité de bassin

Secrétariat du Comité de Bassin
12, allée de la Forêt - Parc de la Providence
97 400 Saint-Denis

Téléphone: 0262 94 72 50
Télécopie: 0262 94 72 55

Courriel: comitedebassin-reunion@developpement-durable.gouv.fr

Site Internet: <http://www.comitedebassin-reunion.org/>

Conseil Général de La Réunion

2, rue de la Source
97 488 Saint-Denis Cedex

Téléphone: 0262 90 30 30
Télécopie: 0262 90 39 99

Site Internet: <http://www.cg974.fr>

Direction de l'eau

1A, rue Charles Gounod
97 488 Saint-Denis Cedex
Téléphone: 0262 94 71 34
Télécopie: 0262 21 73 19
Courriel: did-eau@cg974.fr

La Chambre d'Agriculture de La Réunion

LE SIÈGE, à Saint-Denis
24, rue de la Source
B.P. 134
97 463 Saint-Denis Cedex
Téléphone: 0262 94 25 94
Télécopie: 0262 21 06 17

Courriel: president@reunion.chambagri.fr

Site Internet:
<http://www.reunion.chambagri.fr>

CA de Saint-Benoît

8, allée de Beaufonds
97 470 Saint-Benoît
Téléphone: 0262 50 11 49
Télécopie: 0262 50 36 97

Courriel: ca.stbenoit@reunion.chambagri.fr

CA de Saint-Pierre

2, Ligne Paradis
97 410 Saint-Pierre
Téléphone: 0262 96 20 50
Télécopie: 0262 96 20 70

Courriel: ca.stpierre@reunion.chambagri.fr

CA de Trois Bassins

86, rue du Général de Gaulle
97 426 Trois-Bassins
Téléphone: 0262 24 82 88
Télécopie: 0262 24 84 55

Courriel: ca.troisbassins@reunion.chambagri.fr

CA de Saint-Joseph

50 C, rue Amiral Lacaze
Appt. 3001
97 480 Saint-Joseph
Téléphone: 0262 37 26 17
Télécopie: 0262 37 20 09

Courriel: ca.stjoseph@reunion.chambagri.fr

CA Les Avirons

17, rue Maximin Lucas
97 425 Les Avirons
Téléphone: 0262 38 05 28
Télécopie: 0262 38 13 68

Courriel: ca.avirons@reunion.chambagri.fr

CA de La Saline-les-Hauts

32, chemin d'Eau
CD 6
97 422 La-Saline-les-Hauts
Téléphone: 0262 55 62 63
Télécopie: 0262 553021

Courriel: ca.lasaline@reunion.chambagri.fr

CA de Petite-Ile

Maison des Agriculteurs
26, rue du Général de Gaulle
97 429 Petite-Ile
Téléphone: 0262 56 79 85
Télécopie: 0262 56 29 58

Courriel: ca.petiteile@reunion.chambagri.fr

CA de la Plaine-des-Cafres

Maison des Associations
P.K. 23 - B.P. 50
97 418 Plaine-des-Cafres
Téléphone: 0262 27 52 12
Télécopie: 0262 59 16 02

Courriel: ca.pdc@reunion.chambagri.fr

VOTRE CARNET D'ADRESSES (SUITE)

Mission de Valorisation Agricole des Déchets (MVAD)

24, rue de la Source
B.P.134
97 463 Saint-Denis Cedex

Téléphone: 0262 94 25 94
Télécopie: 0262 21 31 56

Site Internet: <http://www.mvad-reunion.org>

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

2, rue Juliette Dodu
97 400 Saint-Denis

Téléphone: 0262 40 26 26
Télécopie: 0262 40 27 27/0262 40 26 15

Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

• La DAAF à Saint-Denis

Boulevard de la Providence
97 489 Saint-Denis Cedex

Téléphone: 0262 30 89 89
Télécopie: 0262 30 89 99

• La DAAF à Saint-Pierre

2, route Ligne Paradis
97 410 Saint-Pierre Cedex

Téléphone: 0262 30 89 89
Télécopie: 0262 33 36 06

Fédération Départementale des Groupements de Défenses contre les Organismes Nuisibles

• FDGDON Réunion Région Ouest

23, rue Jules Thirel – Cour de l'Usine de Savanna
97 460 Saint-Paul

Téléphone: 0262 45 20 00
Télécopie: 0262 45 25 42

Courriel: accueil@fdgdon974.fr

• FDGDON Réunion Région Nord-Est

9, cour de Beauvallon
97 470 Saint-Benoît

Téléphone: 0262 46 28 47
Télécopie: 0262 47 96 02

Courriel: accueil@fdgdon974.fr

• Clinique des Plantes FDGDON Réunion

Pôle Protection des Plantes
7, chemin de l'IRAT - Ligne Paradis
97 410 Saint-Pierre

Téléphone: 0262 49 92 15
Télécopie: 0262 49 92 93

Courriel: accueil@fdgdon974.fr

• FDGDON Réunion Région Sud

184, chemin Balzamine - Bois d'Olives
97 432 Ravine-Des-Cabris

Téléphone: 0262 49 44 09
Télécopie: 0262 49 42 61

Courriel: accueil@fdgdon974.fr

Site Internet: <http://www.fdgdon974.fr>

Fédération Réunionnaise des Coopératives Agricoles (FRCA)

8 bis, route de la ZI n°2
97 410 Saint-Pierre

Téléphone: 0262 96 24 40
Télécopie: 0262 96 24 41

Courriel: frca.run@wanadoo.fr

Site Internet: <http://www.frca-reunion.coop>

Office National des Forêts de La Réunion (ONF)

Domaine forestier de la Providence
97 488 Saint-Denis Cedex

Téléphone: 0262 90 48 00
Télécopie: 0262 90 48 37

Courriel: dr.reunion@onf.fr

Site Internet: <http://www.onf.fr/la-reunion>

Groupeement Régional de Défense Sanitaire du Bétail de La Réunion (GRDSBR)

**Service du Réseau d'Épidémiologie-Surveillance
de l'Île de la Réunion (RESIR)
et Service du Contrôle des Maladies
à Transmission Vectorielle (CMTV)**

1, rue du père Hauck, Bâtiment E, F, G,
P.K. 23
97 418 La-Plaine-Des-Cafres

Téléphone: 0262 27 54 07
Télécopie: 0262 27 55 47

Courriel: courrier@gds974.asso.re

Site Internet: <http://www.gds974.asso.re>

Service Forêt – Milieux naturels

Téléphone: 0262 90 48 20

Parc National de La Réunion

112, rue Sainte-Marie
97 400 Saint-Denis

Téléphone: 0262 90 11 35
Télécopie: 0262 90 11 39

Site Internet:

<http://www.reunion-parcnational.fr>

Centre antipoison et de toxicovigilance de Marseille

Téléphone: 04 91 75 25 25

Site Internet:

<http://www.centres-antipoison.net/marseille/index.html>

Office de l'Eau Réunion (OLE)

49, rue Mazagran
97 400 Saint-Denis

Téléphone: 0262 30 84 84
Télécopie: 0262 30 84 85

Courriel: office@eaureunion.fr

Site Internet: <http://www.eaureunion.fr>

BIBLIOGRAPHIE

- Arrouays D., Chenu C., Le Bissonnais Y., Richard G., 2001. **Les effets des matières organiques sur les propriétés physiques du sol et l'érosion.** 2001, 10 p.
- Barcelo A., 1996 - **Analyse de mécanismes hydrologiques en domaine volcanique insulaire tropical à relief jeune. Apport de connaissance du bilan hydrique.** *Le massif de la Fournaise - Thèse Université de la Réunion, Laboratoire des Sciences et Techniques, 266 p.*
- Bassez J., Delouée R., Habib Z., CORPEN, 1997. **Bien choisir son matériel d'épandage de lisiers ou de fumiers.** *Entraid'OC, Ramonville-Toulouse, 55 p.*
- Bernard H., Chabalier P.F., Chopart J.L., Legube B. and Vauclin M., 2005. **Assessment of Herbicide Leaching Risk in Two Tropical Soils of Reunion Island (France).** *Journal of Environmental Quality, 34: 403-407.*
- Billon P., Capdeville J., Jaubourg J., Aubert C., Texier C., Rousseau P., 1996. **Bâtiments d'élevage bovin, porcin et avicole. Réglementation et préconisations relatives à l'environnement.** 1996, 140 p.
- Blanfort V., CIRAD-EMTV, 1998. **Agroécologie des pâturages d'altitude à l'île de la Réunion: pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagères dans un milieu à fortes contraintes.** *Thèse de doctorat, 335 p.*
- Borraz O., D'Arcimoles M., Salomon D., 2001. **Les mondes des boues.** 2001, 81 p.
- Bouvet L., Chopart J-L., Le Mézo L., 2007. **Analyse des écarts entre des consommations en eau d'irrigation mesurées et optimisées par modélisation. Application à la canne à sucre dans les périmètres du sud de La Réunion, entre 2000 et 2005.** *Note scientifique Cirad Réunion, et SAPHIR, mai 2007, 30 p.*
- BRGM, 1994 - **Approche des problèmes de stabilité des pentes à la Réunion -** 56 p.
- Brial J.L., Langellier P., 1987. **Notions de base nécessaires à l'irrigation de quelques espèces cultivées dans les cirques de Cilaos et de Salazie.** *Septembre 1987 - 50 p.*
- Chabalier P-F., 2005. **Bilan et évaluation des travaux et réalisations en matière de conservation des sols à Madagascar.** *Octobre 2005, 11 p.*
- Chabalier P-F., 2003. **Caractérisation de 3 matières organiques: Boues de station, compost de lisier de porc, fumier de bœuf.** *Novembre 2003, 45 p.*
- Chabalier P-F., Morvan T., Paillat J.-M., Saint Macary H., 2002. **Biotransformation résultant de l'apport de produits organiques sur des sols de la Réunion.** *Juin 2002, 12 p.*
- Chabanne A., 2003 - **Les systèmes de culture avec couverture végétale pour les Hauts de la Réunion - CIRAD, 56p + annexes**
- Chevalier P., Hebert A., Kaufmant T., Moyen JF, 2001 - **Cartographie de l'aléa "érosion des sols" à la Réunion, phase 1 : caractérisation et cartographie (1/100 000 à 1/50 000) des phénomènes érosifs - APR, BRGM, 80p + cartes**

- Chevalier P., De La Torre Y., Hebert A., Kaufmant T., 2002 - **Cartographie de l'aléa "érosion des sols" à la Réunion, phase 2 : caractérisation et cartographie (1/100 000 à 1/50 000) des phénomènes érosifs** - APR, BRGM, 74p + cartes
- Chopart J.-L., Aure F., Le Mézo L., Mézino M., Antoir J., 2007. **Tests d'OSIRI, outil de conseil à l'irrigation chez des agriculteurs canniers de la Réunion.** *Note scientifique Cirad Réunion, mars 2007, 18 p.*
- Chopart J.L., Fusillier J.L., Le Mézo L., Mézino M., Richefort, C., Cornu C., 2006. **Variabilité des consommations en eau d'irrigation en culture de canne à sucre dans les périmètres du sud de La Réunion (Bras de la Plaine, Bras de Cilaos). Rôles des facteurs pédo-climatiques et des modes d'irrigation.** *Note scientifique Cirad Réunion juin 2006*
- Chopart J.L., Mézino M., Le Mézo L., 2007. **Présentation et exemples d'utilisation de FIVE-CoRe, un modèle d'estimation des consommations en eau d'irrigation en fonction des besoins et des contraintes.** *Note scientifique Cirad Réunion, avril 2007, 22 p.*
- Chopart J.L., Mézino M., Nativel R., 2003. **Fluctuation saisonnière de l'évapotranspiration (ETO Penman-Monteith) dans le nord, l'Est et le Sud-Est de l'île de la Réunion. Influence de l'altitude et comparaison avec l'Ouest et le Sud.** *Note scient. CIRAD CA, Réunion, 19 p.*
- Chopart J.L., Mézino M., Nativel R., 2003. **Fluctuation saisonnière de l'évapotranspiration (ETO Penman-Monteith) en fonction de l'altitude dans l'Ouest et le Sud de l'île de la Réunion. Application à une modélisation empirique de l'ETO.** *Note scient. CIRAD Réunion, 16 p.*
- Chopart J.L., Le Mézo L. Mézino, M., 2004. **OSIRI-Run: Outil Simplifié pour une Irrigation Raisonnée et Individualisée à la Réunion.** *Présentation de l'outil et notice d'utilisation. Note CIRAD Réunion, mars 2004, 27 p.*
- Comité de bassin Réunion, 2009. **Rapport d'évaluation environnementale du SDAGE Réunion 2010-2015 et avis de l'autorité environnementale.** *Décembre 2009, 101 p.*
- Constantin P., ENSAR-CIRAD, 2006. **Analyse des dynamiques de la flore prairiale de la Réunion en relation avec les pratiques de gestion.** *Rapport de stage, 52 p.*
- Constantin P., Blanfort V., Thomas P., Lecomte P. CIRAD. **Contribution des prairies de la Réunion à la conservation de la biodiversité.** *Rapport, 22 p.*
- CORPEN, 1999. **Désherbage: éléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollutions des eaux par les produits phytosanitaires.** *Juin 1999, 161 p.*
- Comité régional PHYTO, 2004. **Guide de bonne pratique phytosanitaire.** *2004, 77 p.*
- CORPEN, 2002. **Techniques culturales sans labour: compte rendu final.** *2002, 31 p.*
- CORPEN, 2006. **Techniques d'application et de manipulation des produits phytosanitaires.** *Juillet 2006, 65 p.*
- CTFT, 1988. **Action concertée de lutte contre l'érosion des sols agricoles à la Réunion: compte rendu de la mission effectuée du 20 juin au 9 juillet 1988 par Denis GROËNE.** *Décembre 1991, 30 p.*

BIBLIOGRAPHIE (SUITE)

- Doelsch E., MVAD/CIRAD, 2004. **Éléments traces métalliques : Évaluation de la biodisponibilité des ETM pour les cultures maraîchères.** *Avril 2006, 42 p.*
- Doelsch E., Mvad – CIRAD, 2004. **Éléments traces métalliques : inventaire pour l'île de la Réunion (sols, déchets et végétaux).** *Février 2004, 125 p. (et synthèse de 4 p.)*
- Ducreux J.M., 2001 - **Contribution à la cartographie de l'aléa « Érosion pluviale superficielle agricole » à la Réunion : analyse de méthodologies existantes - Mémoire de DESS Sciences et Gestion de l'Environnement Tropical Université de la Réunion, APR, 84 p. + annexes**
- Gouya R., Ménard M-R., Ollivier D., Pinson C., Lachuer, 2007. **Les produits phytosanitaires, Distribution et application : les différentes méthodes de lutte et le choix d'un produit en lutte chimique.** *Tome I, Educagri Éditions, 238 p.*
- Farugia A., 2000. **Les contributions de l'élevage d'herbivores à la qualité de l'eau en France.** *Octobre 2000, 5 p.*
- Franck A., **Recommandation pour la capture, le conditionnement, l'expédition et la mise en collection des insectes et des acariens en vue de leur identification.** *2006, 50 p.*
- Gautreau P., Mâchefer A., 2008. **Techniques Horticoles, Tome 3.** *Hortivar Éditions, 2008, p153-168*
- Gendrier J.P., J. Lichou, O. Baudry, R. Orts, S. Rondeau, P. Soing, J.-F. Mandrin, 1999. **Outils de pilotage. Bonnes pratiques en arboriculture fruitière : production raisonnée, intégrée.** *CTIFL, Paris, 202 p.*
- Gran-aymerich L., 2006. **Solutions agronomiques limitant le recours aux herbicides.** *Septembre 2006, 40 p.*
- Gran-aymerich L., 2006. **Stratégie de protection des cultures économes en produits phytosanitaires.** *Septembre 2006, 60 p.*
- Hebert A., 2006. **Pour une gestion durable de l'eau et des sols dans les bassins versants.** *Mars 2006, 179 p.*
- Jager C., 2004 – **Approche technique des ruissellements urbains en amont des récifs coralliens de la Réunion – Mémoire de DESS, Université de la Réunion, 83p + annexes**
- Join, J.-L., Coudray, J., 1993. **Caractérisation géostructurale des émergences et typologie des nappes d'altitude en milieu volcanique insulaire (Ile de La Réunion).** *Geodyn. Acta 6, 243 – 254.*
- Légier P., Letourmy P., Pouzet D., 2003. **Évaluation de la fertilité des sols réunionnais cultivés, à partir des conseils en fertilisation de la canne à sucre.** *Novembre 2003, 34 p.*
- Le Mézo L, Chopart J.L., Mézino M. 2007. **Quelles doses de résidus liquides de traitement de lisier peut-on apporter en limitant les risques de drainage sous une culture fourragère à Grand Ile (Réunion) ?** *Note scientifique Cirad Réunion, décembre 2007, 7 p.*
- Leteinturier J., Moreau B. et al. **Protection phytosanitaire légumes et petits fruits.** *CTIFL, 1997, 507 p.*

- Mandret G., Hassoun P., Paillat J.M., Tillard E., Blanfort V., 2000. CIRAD. **L'élevage bovin à la Réunion: Synthèse de quinze ans de recherche.** 391 p.
- MAPAQ, 2005. **Bonnes pratiques agroenvironnementales pour votre entreprise agricole.** Février 2005, 40 p.
- Maurin G., Paternelle M.-C., Cluzeau S., **Guide pratique de défense des cultures.** 5^e édition ACTA, 1999, 575 p.
- Office de l'eau, 2005. **Influence de l'irrigation du littoral ouest sur la qualité des eaux du milieu naturel.** Avril 2005, 22 p.
- Perret S., **Propriétés physiques, hydriques et mécaniques des sols andiques de la Réunion, facteurs d'évolution des horizons culturaux, implications agronomiques et écologiques.** CIRAD, 1993, 279 p.
- Phocaidès A., 2008. **Manuel des techniques d'irrigation sous pression.** Janvier 2008, 308 p.
- Quilici S., Vincenot D., **Développement de la lutte intégrée en vergers d'agrumes.** *Phytoma* n° 456, 1993, p. 43-46
- Raunet M., 1991 - **Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion; Conséquences pour la mise en valeur** – CIRAD, 438 p.
- Roose E., 1994 - **Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et des sols (GCES)** - *Bulletin pédologique de la FAO* n° 70
- Tassin J., Gauvin J., CIRAD/ONF/Région Réunion, 1999. **Synthèse des expérimentations agroforestières conduites à La Réunion (période 1990-1999).** *Programme d'expérimentations forestières et agroforestières.* 1999, 24 p.
- Villeneuve F. et al. **Légume plein champ protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement.** CTIFL, 1999, 191 p.

GLOSSAIRE

Absorption : Phénomène de pénétration d'éléments dans un substrat, un sol, des cellules végétales (nutrition des plantes), etc. Les molécules absorbées sont transformées chimiquement.

Adsorption :

- 1) L'adsorption est un phénomène de pénétration d'éléments sans modification chimique de ces éléments ;
- 2) L'adsorption est un phénomène de fixation de certains ions sur des surfaces de sols, cas des bases échangeables sur le complexe argilo-humique.

Adventice : Plante introduite accidentellement dans les terrains modifiés par l'homme et synonyme de « mauvaise herbe ».

Amendement : Apport de matière organique ou minérale dont l'incorporation au sol permet d'en améliorer les propriétés physiques.

Bagasse : Résidus fibreux solides du broyage de la canne à sucre.

Complexe argilo-humique : Association électrique entre de l'argile et de la matière organique ayant différents rôles ou conséquences dans la structuration du sol ou encore l'adsorption des cations.

Compost : Produit de la fermentation de matière organique utilisable pour l'agriculture.

Dénitrification : Processus réalisé par des bactéries anaérobies permettant la transformation des nitrates en nitrites puis en N₂O puis en N₂.

DL50 : Dose provoquant la mort de 50 % d'un lot de cobayes de laboratoire.

Drainage : Phénomène de mouvement de l'eau.

Efficience (d'un système d'irrigation) : Quantité d'eau disponible pour la plante divisée par la quantité d'eau apportée.

Engrais : Matière minérale ou organique servant à la nutrition des plantes.

Fumier : Mélange de pailles et d'excréments d'animaux.

Fumure d'entretien : Apport d'engrais correspondant aux pertes du sol en éléments fertilisants liés aux exportations par les récoltes.

Horizon : Couche de sol homogène tant par sa couleur que par son épaisseur, sa granulométrie, ses constituants et son comportement.

Koc : Coefficient de partage du Carbone organique, caractérise la capacité de la substance à être adsorbée par la matière organique du sol soit la mobilité moyenne d'un produit.

Lessivage : Phénomène d'entraînement par l'eau de substance composant le sol (argiles et matières organiques).

Lisier : Mélange liquide de fèces et d'urines d'animaux récupéré dans les étables et stocké dans une fosse avant d'être épandu.

Lixiviation : Phénomène d'entraînement par l'eau d'éléments solubles du sol notamment de substances toxiques, lors de la traversée des sols (nitrates et pesticides).

Lutte biologique : La lutte biologique consiste à combattre un organisme nuisible par l'utilisation de mécanismes naturels appartenant soit au règne animal soit au règne végétal, ou en dérivant (cf. *Index phytosanitaire ACTA*).

Minéralisation : Processus biologique de transformation des formes organiques en formes inorganiques. La minéralisation est quasi exclusivement due aux organismes décomposeurs, en majorité des bactéries et des champignons.

Paillage (ou mulch) : Couche de matière végétale déposée à même le sol dans le but de limiter l'érosion, étouffer les adventices dans les inter-rangs ou encore conserver l'humidité d'un sol.

NPK : azote (N), phosphore (P), potassium (K).

Pathogène : Organisme animal ou végétal dont le développement se fait au détriment de son hôte, entraînant sa mort.

pH : Potentiel hydrogène mesurant l'acidité d'une solution (concentration en ions H_3O^+). Le pH du sol représente le degré d'acidité d'un sol. Le pH est la mesure du nombre d'ions d'hydrogène (H^+) présents dans le sol. Il est mesuré sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Un pH de 7,0 est considéré comme neutre. Plus le chiffre est élevé, plus le sol est alcalin (basique); plus le chiffre est bas, plus le sol est acide.

Pouvoir fixateur : Capacité d'un sol à rendre peu solubles les formes de phosphore et de potassium présentes dans la solution du sol.

Prophylaxie : Ensemble de mesures physiques, variétales et culturales dont l'objectif est d'empêcher l'apparition des organismes nuisibles ou à en minimiser les effets.

Rémanence : Durée de vie d'un produit phytosanitaire dans l'environnement.

Ruissellement : Circulation d'eau (et de différents éléments qu'elle peut transporter) à la surface d'un sol lorsque celle-ci ne peut plus s'infiltrer, soit du fait d'un substrat imperméable, soit du fait de la saturation en eau du sol.

LISTE DE SIGLES

AD2R: Association Développement Rural Réunion

AMM: Autorisation de Mise sur le Marché

ARMEFLHOR: Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Économie Fruitière, Légumière et HORTICOLE.

ARP: Association Réunionnaise de Pastoralisme

ARS-OI: Agence Régionale de Santé Océan Indien

ARTAS: Association Réunionnaise pour le Développement de la Technologie Agricole et Sucrière

BCAE: Bonnes Conditions Agro-Environnementales

BPA: Bonnes Pratiques Agricoles

BRGM: Bureau de Recherche Géologique et Minière

CA: Chambre d'Agriculture

CG: Conseil Général

CIRAD: Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CORPEN: Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates

CTICS: Centre Technique Interprofessionnel de la Canne à Sucre

CUMA: Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole en commun

DAAF: Direction de l'Alimentaire, de l'Agriculture et de la Forêt

DCE: Directive Cadre sur l'Eau

DEAL: Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DPE: Domaine Privé de l'État

DPF: Domaine Public Fluvial

EBC: Espace Boisé Classé

ETP: Évapo-Transpiration Potentielle

EVPP: Emballage Vide de Produit Phytopharmaceutique

FARRE: Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement

FDGDON: Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles

FRCA: Fédération Réunionnaise des Coopératives Agricoles

GEMAS: Groupement d'Études Méthodologiques pour l'Analyse des Sols

ICPE: Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

RSD: Régime sanitaire Départemental

MAE: Mesure Agri-Environnementale

MO: Matière(s) Organique(s)

MES: Matières en suspension

MS: Matière sèche

MVAD: Mission de Valorisation Agricole des Déchets de la Chambre d'Agriculture

ONF: Office National des Forêts

PAC: Politique Agricole Commune

POS/PLU: Plan d'Occupation des Sols/Plan Local d'Urbanisme

PPNU: Produit Phytopharmaceutique Non Utilisé

PPRI: Plan de Prévention des Risques Inondation

PPRN: Plan de Prévention des Risques Naturels

SAFER: Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural

SAU: Surface Agricole Utile

SDAGE: Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SPE: Service Public d'Équarrissage

ZNT: Zone Non Traitée

ANNEXES I

LISTE DES COURS D'EAU ET PLANS D'EAU DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL DE L'ÉTAT À LA RÉUNION (SELON L'ARRÊTÉ DU 26 DÉCEMBRE 2006)

Code hydro	Nom	Communes longées ou traversées
40131010	Bras de Côte	Bras-Panon
40131240	Bras des Chevrettes	Bras-Panon
40211090	Bras des Lianes	Bras-Panon
40131000	Bras du Milieu	Bras-Panon
40131220	Bras Patrick	Bras-Panon
40131030	Bras Pauline	Bras-Panon
40131170	Bras Pétard	Bras-Panon
40211100	Bras Piton	Bras-Panon
40131230	Bras Sec	Bras-Panon
40131210	Bras Valentin	Bras-Panon
40131040	Grande Ravine	Bras-Panon
40211120	Petit Bras Piton	Bras-Panon
40211050	Ravine Blanche	Bras-Panon
40131140	Ravine de Vincendo	Bras-Panon
40131110	Ravine Deshayes	Bras-Panon
40131090	Ravine la Borne	Bras-Panon
40131080	Ravine la Paix	Bras-Panon
40131150	Ravine Terre Rouge	Bras-Panon
40131130	Rivière Bras Panon	Bras-Panon
40130130	Rivière des Roches	Bras-Panon ; Saint-Benoît
40601360	Bras Calebasse	Cilaos
40601260	Bras de Benjoin	Cilaos
40601170	Bras de Saint-Paul	Cilaos
40601070	Bras des Étangs	Cilaos
40600100	Bras Rouge	Cilaos
40600100	Grand Bras de Cilaos	Cilaos
40601040	Ravine Coin	Cilaos
40601350	Ravine des Calumets	Cilaos
40601090	Ravine Fleurs Jaunes	Cilaos
40601220	Ravine Gabriel	Cilaos
40601030	Ravine Gobert	Cilaos
40601290	Ravine Kervéguen	Cilaos
40601180	Ravine la Vierge	Cilaos
40601370	Ravine Martin	Cilaos
40601010	Ravine Pissa	Cilaos
40601270	Ravine du Piton Bleu	Cilaos
40601000	Ravines les Salazes	Cilaos
40101340	Bras Magloire	La Plaine-des-Palmistes ; Le Tampon

40101130	Bras Noir	La Plaine-des-Palmistes ; Le Tampon
40101270	Petit Bras Patience	La Plaine-des-Palmistes
40101380	Ravine Petit Bras Piton	La Plaine-des-Palmistes
40401250	Bras Bémale	La Possession
40401050	Bras de Rémy	La Possession
40411020	Bras des Merles	La Possession
40411010	Bras Détour	La Possession ; Saint-Denis
40401210	Bras d'Oussy	La Possession
40411000	Bras Sainte-Suzanne	La Possession
40401320	Grande Ravine	La Possession
40320270	Ravine à Malheur	La Possession
40320310	Ravine à Marquet	La Possession ; Le Port
40401100	Ravine Cimendal	La Possession
40401150	Ravine des Calumets	La Possession
40401160	Ravine Fontaine	La Possession
40401070	Ravine Gérien	La Possession
40321570	Ravine Moulin	La Possession
40401080	Ravine Vallon	La Possession
40611010	Bras de Sainte-Suzanne	Le Tampon ; l'Entre-Deux
40621070	Bras Jean Payet	Le Tampon
40621100	Bras Leclerc	Le Tampon
40621110	Bras Rupert	Le Tampon
40611090	Bras Sec	Le Tampon ; l'Entre-Deux
40621060	Ravine Jean Payet	Le Tampon ; Saint-Pierre
40611000	Bras de la Plaine	l'Entre-Deux ; Le Tampon
40611080	Bras de Mahot	l'Entre-Deux
40611020	Bras des Roches Noires	l'Entre-Deux ; Le Tampon
40611180	Bras Long	l'Entre-Deux
40611100	Ravine de l'Argamasse	l'Entre-Deux
40611160	Ravine des Citrons	l'Entre-Deux
40611170	Ravine Tourangeau	l'Entre-Deux
40511520	Bras Cresson	Les Avirons
40511470	Bras de Jeanne	Les Avirons
40521000	Bras de la Ravine Sèche	Les Avirons ; l'Étang-Salé
40521010	Bras la Loge	Les Avirons ; l'Étang-Salé
40511530	Bras Sec	Les Avirons
40510340	Ravine des Avirons	Les Avirons ; Saint-Leu
40510350	Ravine du Ruisseau	Les Avirons ; l'Étang-Salé
40520110	la Ravine Sèche	l'Étang-Salé
40521040	Petit Bras	l'Étang-Salé
40521400	Ravine des Cafres	l'Étang-Salé
40521020	Ravine des Ponces	l'Étang-Salé ; Les Avirons
40521030	Ravine des Princes	l'Étang-Salé
40521430	Ravine Deschenez	l'Étang-Salé

40521420	Ravine du Ruisseau	l'Étang-Salé
40521440	Ravine Sheunon	l'Étang-Salé
40621240	Bras Ravine du Pont	Petite-Ile
40621230	Ravine de Charrié	Petite-Ile
40620150	Ravine de l'Anse	Petite-Ile; Saint-Pierre
40620180	Ravine de Petite-Île	Petite-Ile; Saint-Pierre
40620160	Ravine du Pont	Petite-Ile
40621340	Ravine Lebras	Petite-Ile
40621400	Ruisseau Romain	Petite-Ile
40301050	Bras des Chevrettes	Saint-André
40300100	Grande Rivière Saint-Jean	Saint-André; Sainte-Suzanne
40301080	Ravine Sèche	Saint-André
40121040	Bras Cabot	Saint-Benoît
40131020	Bras Caprice	Saint-Benoît
40121060	Bras Chansons	Saint-Benoît
40121180	Bras Fouquet	Saint-Benoît
40121270	Bras la Vallée	Saint-Benoît
40121070	Bras Magasin	Saint-Benoît
40121030	Bras Mazerin	Saint-Benoît; Bras-Panon
40121000	Bras Patience	Saint-Benoît
40121110	Bras Sec	Saint-Benoît
40121051	Bras Tabac	Saint-Benoît
40131050	Grand Bras	Saint-Benoît
40101330	Grand Bras Piton	Saint-Benoît; La Plaine-des-Palmistes; Le Tampon
40121150	Grande Ravine	Saint-Benoît
40121100	Petit Bras Magasin	Saint-Benoît
40119000	Premier Bras d'Annette	Saint-Benoît
40121280	Ravine Batardeau	Saint-Benoît
40121130	Ravine Bigarades	Saint-Benoît
40130100	Ravine Bourbier	Saint-Benoît
40121250	Ravine Bras Canot	Saint-Benoît
40121140	Ravine Casse-Gueule	Saint-Benoît
40131060	Ravine des Congres	Saint-Benoît
40121160	Ravine Grand Fond	Saint-Benoît
40130110	Ravine Laborie	Saint-Benoît
40121120	Ravine Mathurin	Saint-Benoît
40121020	Ravine Misère	Saint-Benoît
40121170	Ravine Mouche	Saint-Benoît
40121010	Ravine Pavée	Saint-Benoît
40100120	Ravine Sainte-Anne	Saint-Benoît; La Plaine-des-Palmistes
40100150	Ravine Sèche	Saint-Benoît; La Plaine-des-Palmistes
40120100	Rivière des Marsouins	Saint-Benoît
40119010	Second Bras d'Annette	Saint-Benoît

40321210	Bras Citron	Saint-Denis
40321300	Bras des Merles	Saint-Denis
40321220	Bras Guillaume	Saint-Denis
40321070	Bras Mahot	Saint-Denis
40321510	Bras Piton	Saint-Denis
40321080	Bras Samy	Saint-Denis
40321260	Grand Bras	Saint-Denis
40320190	Grande Ravine	Saint-Denis
40320230	Ravine à Jacques	Saint-Denis
40321020	Ravine Blanche	Saint-Denis
40321120	Ravine Boucan Launay	Saint-Denis
40311330	Ravine Cateau	Saint-Denis
40321350	Ravine Couderc	Saint-Denis
40321370	Ravine Cresson	Saint-Denis
40321310	Ravine Cresson	Saint-Denis
40321110	Ravine de la Glacière	Saint-Denis
40320100	Ravine des Patates à Durand	Saint-Denis
40320110	Ravine du Butor	Saint-Denis
40310180	Ravine du Chaudron	Saint-Denis
40321030	Ravine du Paradis	Saint-Denis
40311210	Ravine Emmanuel	Saint-Denis
40321200	Ravine la Frais	Saint-Denis
40311190	Ravine la Nage	Saint-Denis
40321170	Ravine Laverdure	Saint-Denis
40311240	Ravine Montauban	Saint-Denis
40321190	Ravine Terre Rouge	Saint-Denis
40310170	Rivière des Pluies	Saint-Denis ; Sainte-Marie
40320120	Rivière Saint-Denis	Saint-Denis
40321470	Ruisseau Blanc	Saint-Denis
40311060	Bras du Bernica	Sainte-Marie
40311300	Bras Mussard	Sainte-Marie
40310130	Ravine Charpentier	Sainte-Marie
40310110	Ravine des Chèvres	Sainte-Marie ; Sainte-Suzanne
40311290	Ravine du Bachelier	Sainte-Marie
40311280	Ravine Mère Canal	Sainte-Marie
40311260	Ravine Séche	Sainte-Marie
40310140	Rivière Sainte-Marie	Sainte-Marie
40040130	Ravine des Bambous	Sainte-Rose
40051040	Ravine des Mares	Sainte-Rose
40051010	Ravine du Piton Haüy	Sainte-Rose
40051030	Ravine du Piton Rond	Sainte-Rose
40051050	Ravine Noire	Sainte-Rose
40051000	Ravine Piton de Coco	Sainte-Rose
40050100	Rivière de l'Est	Sainte-Rose ; Saint-Benoît

40301230	Bras Citron	Sainte-Suzanne
40301200	Bras d'Amale	Sainte-Suzanne
40301030	Bras de Fer	Sainte-Suzanne ; Saint-André
40301120	Bras des Mathurins	Sainte-Suzanne
40301130	Bras Douyère	Sainte-Suzanne
40301190	Bras Laurent	Sainte-Suzanne ; Saint-André
40301210	Bras Oiseau Blanc	Sainte-Suzanne
40301110	Bras Pistolet	Sainte-Suzanne
40301270	Grande Ravine	Sainte-Suzanne
40301180	le Foutaque	Sainte-Suzanne
40301090	Petite Rivière Saint-Jean	Sainte-Suzanne
40301040	Ravine Blanche	Sainte-Suzanne ; Saint-André
40301260	Ravine Creuse	Sainte-Suzanne ; Sainte-Marie
40301220	Ravine Échappé la Vie	Sainte-Suzanne
40301290	Ravine Maillot	Sainte-Suzanne
40300110	Rivière Sainte-Suzanne	Sainte-Suzanne ; Sainte-Marie
40301150	Ruisseau Emmanuel	Sainte-Suzanne
40301340	Ruisseau la Vigne	Sainte-Suzanne
40301300	Ruisseau Marie-Jeanne	Sainte-Suzanne
40001020	Bras Caron	Saint-Joseph
40001080	Bras de Dimitile	Saint-Joseph
40001070	Bras de Mahavel	Saint-Joseph
40001050	Bras de Tabac	Saint-Joseph
40011040	Bras des Chevrettes	Saint-Joseph
40011010	Bras d'Ouvrange	Saint-Joseph
40011030	Bras du Grand Pays	Saint-Joseph
40011090	Bras Sec	Saint-Joseph
40621330	Fond Gingembre	Saint-Joseph
40010100	Grande Ravine	Saint-Joseph
40001010	Ravine Citron Galet	Saint-Joseph
40011060	Ravine de Grand Coude	Saint-Joseph
40010100	Ravine de Grand Sable	Saint-Joseph
40001060	Ravine de la Cascade	Saint-Joseph
40621380	Ravine Déjeuner	Saint-Joseph
40620210	Ravine des Grègues	Saint-Joseph
40011020	Ravine des Sept Bras	Saint-Joseph
40621360	Ravine du Rond	Saint-Joseph
40001090	Ravine Galet Bleu	Saint-Joseph
40001030	Ravine Germeuil	Saint-Joseph
40011050	Ravine Îlet Marronne	Saint-Joseph
40620190	Ravine Manapany	Saint-Joseph ; Petite-Ile
40011110	Ravine Mara	Saint-Joseph
40001040	Ravine Plate	Saint-Joseph
40021010	Ravine Souris Chaude	Saint-Joseph

40011070	Ravine Ti Bon Dieu	Saint-Joseph
40020100	Ravine Vincenzo	Saint-Joseph
40000100	Rivière des Remparts	Saint-Joseph
40010100	Rivière Langevin	Saint-Joseph
40510330	Ravine du Trou	Saint-Leu
40600100	Bras de Cilaos	Saint-Louis
40521170	Bras du Mouchoir Gris	Saint-Louis
40521110	Bras Montplaisir	Saint-Louis
40521160	Bras Patates	Saint-Louis
40521190	Bras Pierrot	Saint-Louis
40521310	Fond Bancoule	Saint-Louis
40521110	Ravine Barrage ou Ravine de Maison Rouge	Saint-Louis
40521120	Ravine Blanche	Saint-Louis
40521290	Ravine Casimir	Saint-Louis
40520120	Ravine de Bellevue	Saint-Louis; Les Avirons
40521320	Ravine de Jean	Saint-Louis
40521280	Ravine de la Ouête	Saint-Louis
40520120	Ravine du Gol	Saint-Louis
40521230	Ravine du Grand Fond	Saint-Louis
40521370	Ravine du Grand Maniron	Saint-Louis
40521370	Ravine du Maniron	Saint-Louis; l'Étang-Salé
40521380	Ravine du Petit Maniron	Saint-Louis; l'Étang-Salé
40521180	Ravine du Saut de la Vierge	Saint-Louis
40521200	Ravine Goyaves	Saint-Louis
40610100	Rivière Saint-Étienne	Saint-Louis; Saint-Pierre
40501150	Canal d'en Travers	Saint-Paul
40500100	Étang de Saint-Paul	Saint-Paul
40501270	Ravine Baptiste	Saint-Paul
40501140	Ravine Bassin	Saint-Paul
40501160	Ravine Bernica	Saint-Paul
40501320	Ravine Champcourt	Saint-Paul
40401010	Ravine de Marla	Saint-Paul
40401200	Ravine des Orangers	Saint-Paul
40501240	Ravine Divon	Saint-Paul
40501310	Ravine du Moulin à eau	Saint-Paul
40501070	Ravine du Ruisseau	Saint-Paul
40401170	Ravine Grand-Mère	Saint-Paul
40501000	Ravine la Plaine	Saint-Paul
40501080	Ravine Laforge	Saint-Paul
40501100	Ravine Lolotte	Saint-Paul
40501290	Ravine Renaud	Saint-Paul
40401120	Ravine Roche Plate	Saint-Paul
40510140	Ravine Saint-Gilles	Saint-Paul
40501050	Ravine Tête Dure	Saint-Paul

40400100	Rivière des Galets	Saint-Paul; Le Port; La Possession
40020120	Ravine Basse Vallée	Saint-Philippe; Saint-Joseph
40020150	Ravine du Baril	Saint-Philippe
40621180	Bras de Mont Vert	Saint-Pierre
40621210	Bras Sec	Saint-Pierre
40621200	Ravine de la Mare	Saint-Pierre
40620140	Ravine des Cafres	Saint-Pierre; Le Tampon
40621190	Ravine des Chênes	Saint-Pierre
40620120	Rivière d'Abord	Saint-Pierre; Le Tampon
40201120	Bras d'Amables	Salazie
40211000	Bras de Caverne	Salazie; Bras-Panon; Saint-Benoît
40201130	Bras des Demoiselles	Salazie
40201100	Bras Sec	Salazie
40201330	Ravine Bé Cabot	Salazie
40201310	Ravine Blanche	Salazie
40201220	Ravine Camp Pierrot	Salazie
40201110	Ravine des Trois Cascades	Salazie
40201150	Ravine Grosse Roche	Salazie
40201320	Ravine Mathurin	Salazie
40211040	Ravine Mazerin	Salazie
40201280	Ravine Roche à Jacquot	Salazie
40201220	Ravine Saule Pleureur	Salazie
40201170	Rivière des Fleurs Jaunes	Salazie
40200100	Rivière du Mât	Salazie; Bras-Panon; Saint-André
40510190	Grande Ravine	Trois-Bassins
40510170	Ravine des Trois-Bassins	Trois-Bassins; Saint-Paul

Plans d'eau du Domaine Public Fluvial de l'État à La Réunion

Nom du plan d'eau	Commune	Situation géographique	Typologie
Étang du Gol	Saint-Louis	Littoral Sud-Ouest	étang littoral
Grand Étang	Saint-Benoît	Hauts de l'Est	étang d'altitude
Petit Étang ou Étang de Cambuston	Saint-André	Littoral Nord-Est	mare littorale
Étang de la ravine Petit Saint-Pierre	Saint-Benoît	Littoral Nord-Est	étang littoral
Étang de la ravine Saint-François	Saint-Benoît	Littoral Nord-Est	étang littoral
Étang du Bras Maltère	Saint-Benoît	Littoral Nord-Est	étang littoral

ANNEXES II

INVENTAIRE DE LA RÉGLEMENTATION GÉNÉRALE SUR L'INTERFACE AGRICULTURE/EAU

FILIÈRE VÉGÉTALE : CANNE À SUCRE

ÉCO CONDITIONNALITÉ : La conditionnalité consiste à établir un lien entre le versement des aides directes couplées et découplées et le respect d'exigences en matière d'environnement, de santé publique, de santé des animaux et des végétaux et de bien-être animal. Les aides PAC concernées sont : Aide au transport de la canne à sucre.

Protection de l'environnement

La protection des eaux souterraines contre la pollution causée par des substances dangereuses :

Existence d'une pollution des eaux souterraines constatée par un procès verbal dressé au titre de la police de l'eau par une autorité habilitée (Remarque : la directive porte sur les eaux souterraines. Les procès-verbaux portant sur les eaux superficielles n'entraînent donc pas de sanction au titre de la conditionnalité).

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Directive 80/68/CEE du Conseil du 17 décembre 1979 concernant la protection des eaux souterraines contre la pollution causée par certaines substances dangereuses (JOCE L 20 du 26.1.1980, p. 43) – Articles 4 et 5.

L'épandage des boues d'épuration en agriculture

- Existence d'un accord écrit valable entre l'agriculteur et le producteur de boues.
- Informations complémentaires contenues dans l'accord écrit : la liste des parcelles concernées par l'épandage ; la référence de l'arrêté préfectoral d'autorisation d'épandage, ou le récépissé de déclaration ou à défaut la copie de la lettre du service chargé de la police de l'eau indiquant que les pratiques d'épandage respectent les prescriptions prévues par la réglementation nationale ; l'engagement écrit du producteur à épandre dans les règles.

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Directive 86/278/CEE du Conseil du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture (JOCE L 181 du 4.7.1986, p. 6) – Article 3.

La prévention de l'érosion des sols

Présence d'un couvert végétal entre le 1^{er} janvier et le 31 mars sur les sols dont la pente est supérieure à 30%
Pas de défrichement ou d'exploitation des abords des cours d'eau lorsqu'un cours d'eau traverse ou borde l'exploitation
Lutte contre les espèces envahissantes sur les abords mis en culture d'une pente supérieure à 50%

Le maintien de la matière organique

Pas de brûlage intentionnel des résidus de paille ou de résidus de culture (sauf dérogation)
Registre d'épandage des matières organiques contenant : date d'épandage, nature et origine des matières organiques, quantités apportées par ha

La gestion de la ressource en eau

Détention et respect de l'autorisation de prélèvement d'eau destinée à l'irrigation
Moyen de mesure des volumes d'eau prélevés. Si pompage, un compteur volumétrique est obligatoire

L'entretien minimal des terres

Non-prolifération des broussailles ou d'espèces envahissantes sur plus de 20% de la SAU (sauf dérogation)
Rendement de la canne doit être supérieur à 50% du rendement moyen de la zones ARMES
Non-présence des espèces envahissantes dont la liste est fixée par arrêté préfectoral sur plus de 5% de la SAU

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Arrêté préfectoral n° 3006 du 10 août 2006
articles L 214-1 à L 214-6 et L 512-1 à L 512-3 du code de l'environnement pour les prélèvements d'eau destinée à l'irrigation.

FILIERE VÉGÉTALE : CANNE À SUCRE

Santé publique Santé des végétaux

Utilisation des produits phytosanitaires

Respect des conditions d'emploi prévues par l'autorisation de mise sur le marché (AMM) (usage, dose, délai avant récolte, précautions d'emploi particulières pour ce qui concerne le couvert végétal, la protection de l'utilisateur...)
Emploi exclusif de produits bénéficiant d'une AMM et homologués pour l'usage considéré

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

L'article 3 de la directive 91/414/CEE du Conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques.

Arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits visés à l'article L.253-1 du Code rural. Dans le cadre de la conditionnalité, seul le respect de la disposition figurant à l'article 2 sera vérifiée.

Arrêté du 4 août 1986 relatif aux conditions générales d'emploi de certains fumigants en agriculture et dispositions particulières visant le bromure de méthyle, le phosphore d'hydrogène et l'acide cyanhydrique. Seul le respect de l'article 4 sera vérifié dans le cadre de la conditionnalité.

Arrêté du 26 avril 1988 relatif aux conditions générales de délivrance et d'emploi des préparations destinées à la lutte contre les souris et les rats (rats noirs et surmulots). Seul le respect des articles 4 et 5 sera vérifié dans le cadre de la conditionnalité.

Arrêté du 15 décembre 1988 relatif aux conditions de délivrance et d'emploi en agriculture de certains insecticides et nématicides du sol. Seul le respect des articles 2 et 3 sera vérifié dans le cadre de la conditionnalité.

Arrêté du 28 novembre 2003 relatif aux conditions d'utilisation des insecticides et acaricides à usage agricole en vue de protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs. Seul le respect des articles 2, 3 et 4 sera vérifié dans le cadre de la conditionnalité.

Arrêté du 5 mars 2004 relatif à l'utilisation par voie aérienne des produits mentionnés à l'article L 253.1 du Code rural. Seul le respect des articles 2, 3 et 7 sera vérifié dans le cadre de la conditionnalité.

Sécurité alimentaire en production végétale

la tenue d'un registre pour la production végétale ;

le stockage des produits dans un local ou une armoire aménagée réservés à ce seul usage ;

les bonnes pratiques d'hygiène avec notamment, le respect des limites maximales de résidus de pesticides.

Paquet Hygiène: Règlement cadre 178/2002 applicable au 1^{er} janvier 2006 comprenant 3 Règlements applicables aux opérateurs (notamment primaires) : 852/2004 (l'ensemble des denrées alimentaires), 853/2004 (denrées alimentaires d'origine animale), 183/2005 (l'alimentation animale)

FILIÈRE VÉGÉTALE : CANNE À SUCRE et autres productions végétales (y compris prairies)

Conditions d'utilisation des produits phytopharmaceutiques

Utilisation des produits phytopharmaceutiques bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM)

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Code rural : Articles L253-1 et suivants. Ces articles sont issus de modifications apportées par la loi d'orientation agricole n°99-574 du 9 juillet 1999 complétée par la loi n°2006-11 du 5 janvier 2006 dans la loi n°525 du 2 novembre 1943. Cette loi a été codifiée dans le code rural en 2001 et en 2006 sous la rubrique L253

Titre I^{er} : dispositions générales relatives à l'utilisation des produits (articles 2 à 4)

Titre II : dispositions particulières relatives à la limitation des pollutions ponctuelles (articles 5 à 10)

Titre III : dispositions particulières relatives aux zones non traitées au voisinage des points d'eau (articles 11 à 14)

Titre IV : dispositions diverses (articles 15 à 16)

Annexe 1 : conditions à respecter pour l'épandage, la vidange ou le rinçage des effluents phytosanitaires visés aux articles 6-II, 7 et 8

Annexe 2 : dispositions relatives aux procédés de traitement des effluents phytosanitaires visés à l'article 8

Annexe 3 : conditions à respecter pour réduire la largeur de la ZNT de 20 à 5 m ou de 50 à 5 m en application de l'article 14

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Arrêté du 12 septembre 2006 (JO du 21/09/2006) relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits visés à l'article L.253-1 du Code rural (abrogeant l'arrêté du 25/02/1975)

Stockage des substances et/ou des préparations dangereuses dans des locaux ou des armoires fermées à clef

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Code de la santé publique, articles R5162 et R5170

Protection des abeilles et des insectes pollinisateurs pendant la période de floraison et pendant la période de production d'exsudats

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Arrêté du 28 novembre 2003 (JO du 30/03/2004) relatif aux conditions d'utilisation des insecticides et acaricides à usage agricole en vue de protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs

Mélanges de produits phytosanitaires autorisés

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Arrêté du 13 mars 2006 (JO du 5/04/2006) relatif à l'utilisation des mélanges extemporanés de produits visés à l'article L.253-1 du Code rural

Produits Phytopharmaceutiques Non Utilisables PPNU et Emballages Vides de Produits Phytopharmaceutiques EVPP sont considérés comme des Déchets Industriels Spéciaux DIS

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Décret 2002-540 du 18 avril 2002 Code de l'environnement article L.541-1 et L541-2

Prévention, matériel de protection, formation, surveillance médicale...

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Décret du 27 mai 1987 (JO du 3/06/1987) relatif à la protection des travailleurs exposés aux produits parasitaires à usage agricole, applicable aux établissements agricoles mentionnés à l'article L.231-1 du Code du Travail

FILIERE VÉGÉTALE : CANNE À SUCRE

et autres productions végétales (y compris prairies)

Résidus de pesticides sur ou dans produits d'origine végétale

Fixe les teneurs admissibles des résidus de pesticides et la liste des productions végétales concernées

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Arrêté du 5 août 1992 (JO du 22/09/1992) modifié en dernier lieu par l'arrêté du 26 avril 2007 (JO du 16/05/2007) relatif aux teneurs maximales en résidus de pesticides admissibles sur ou dans certains produits d'origine végétale

Protection des eaux contre toute pollution

Assurer la traçabilité des ventes des produits phytosanitaires et des biocides et renforcer le contrôle (art. 33 à 37)
 Contrôler les pulvérisateurs (art. 41)
 Redevances pour pollution de l'eau d'origine non domestique (sauf élevages)(art. 84 / art L.213-10-2 du CE)

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Loi sur l'eau 92-3 du 3 janvier 1992 et ses arrêtés est abrogée: loi 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques (JO du 31/12/2006) puis codifiée dans le code de l'environnement: Livre II / Titre 1 Eaux et milieux aquatiques

Épandage de boues sur les sols agricoles

Section 1 : Conception et gestion des épandages / Section 2 : Qualité des boues et précautions d'usage /
 Section 3 : Modalités de surveillance

Annexe I : seuils en éléments-traces et en composés-traces organiques

Fixation de valeurs limites de concentration en ETM (Eléments Traces Métalliques) dans les sols destinés à l'épandage des boues (en mg/kg de sol sec): Cd: 2, Cr: 150, Cu: 100, Hg: 1, Ni: 50, Pb: 100, Zn: 300
 Remarque: à La Réunion, certaines valeurs d'ETM (notamment Nickel et Chrome) sont naturellement élevées de par la nature volcanique de l'île.

Annexe II : distances d'isolement et délais de réalisation des épandages

Annexe III : éléments de caractérisation de la valeur agronomique des boues et des sols

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées

Paragraphe 1 : Dispositions générales relatives aux boues (Articles R211-25 à R211-30)

Paragraphe 2 : Conditions générales d'épandage des boues (Articles R211-31 à R211-37)

Paragraphe 3 : Dispositions techniques relatives aux épandages (Articles R211-38 à R211-45)

Paragraphe 4 : Procédure particulière aux ouvrages d'assainissement soumis à autorisation ou à déclaration (Articles R211-46 à R211-47)

Code de l'Environnement / Livre II : Milieux physiques / Titre 1^{er} : Eau et milieux aquatiques /
 Chapitre 1^{er} : Régime général et gestion de la ressource

Biocides

Section 1 : Contrôle des substances actives (Articles L522-2 à L522-3)

Section 2 : Contrôle de la mise sur le marché des produits biocides (Articles L522-4 à L522-7)

Section 3 : Dispositions diverses (Articles L522-8 à L522-14-2)

Section 4 : Contrôles et sanctions (Articles L522-15 à L522-19)

Code de l'Environnement / Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances / Titre II : Produits chimiques et biocides / Chapitre II : Contrôle de la mise sur le marché des substances actives biocides et autorisation de mise sur le marché des produits biocides (Article L522-1)

FILIÈRE ANIMALE

ÉCO CONDITIONNALITÉ : La conditionnalité consiste à établir un lien entre le versement des aides directes couplées et découplées et le respect d'exigences en matière d'environnement, de santé publique, de santé des animaux et des végétaux et de bien-être animal. Les aides PAC concernées sont : Petits ruminants (PPR), Cheptel allaitant (aide au développement et au maintien du cheptel allaitant ADMCA), Bovin (prime à l'abattage bovin PAB)

Santé publique - Santé des animaux

Sécurité alimentaire en production animale

tenue d'un registre d'élevage, stockage des médicaments et des aliments, informations sur la chaîne alimentaire pour les volailles, respect des mesures de prophylaxie et de police sanitaire, bonnes pratiques d'hygiène dans les secteurs laitier et de l'abattage, respect des règles d'identification et de marquage des œufs

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Paquet Hygiène : Règlement cadre 178/2002 applicable au 1^{er} janvier 2006 comprenant 3 Règlements applicables aux opérateurs (notamment primaires) : 852/2004 (l'ensemble des denrées alimentaires), 853/2004 (denrées alimentaires d'origine animale), 183/2005 (l'alimentation animale)

Interdiction d'utiliser certaines substances en élevage (Directive 96/22/CE)

Lutte contre les maladies animales

Prévention, maîtrise et éradication des EST (Règlement 2001/999 CE)

Identification et enregistrement des animaux (bovins, porcins, ovins et caprins)

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Directive n°96/22/CE du Conseil du 29 avril 1996 concernant l'interdiction d'utilisation de certaines substances à effet hormonal ou thyrostatique et des substances ,b-agonistes dans les spéculations animales. Articles 3, 4, 5 et 7

Directive 85/511/CEE établissant des mesures communautaires de lutte contre la fièvre aphteuse. Article 3.

Directive 92/119/CEE établissant des mesures communautaires générales de lutte contre certaines maladies animales ainsi que des mesures spécifiques à l'égard de la maladie vésiculeuse du porc. Article 3

Directive 2000/75/CEE arrêtant des dispositions spécifiques relatives aux mesures de lutte et d'éradication de la fièvre catarrhale du mouton ou bluetongue. Article 3.

Règlement (CE) n° 999/2001 fixant les règles pour la prévention, le contrôle et l'éradication de certaines encéphalopathies spongiformes transmissibles. Articles 7,11,12,13 et 15.

État des bâtiments d'élevage

Prévention des blessures et des souffrances

Santé des animaux

Alimentation et abreuvement

Animaux placés à l'extérieur

Hébergement des porcs

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Directive 98/58/CEE du 20 juillet 1998

Directive 91/269/CEE du 19 novembre 1991 : **normes spécifiques pour veaux**

Directive 91/630/CEE du 19 novembre 1991 : **normes spécifiques pour porcs** (Remarque : les élevages de porcs en plein air ne sont concernés que par les règles générales de la directive 98/58/CEE)

Recommandations du conseil de l'Europe adoptées par le comité permanent de la Convention européenne sur la protection des animaux dans les élevages (T-AP)

1. Recommandation concernant les Dindes (adoptée par le T-AP le 21 juin 2001)
2. Recommandation concernant les Animaux à Fourrure (adoptée par le T-AP le 22 juin 1999)
3. Recommandation concernant les Canards de Barbarie et les hybrides de Canards de Barbarie et de Canards domestiques (adoptée par le T-AP le 22 juin 1999)
4. Recommandation concernant les Oies domestiques (adoptée par le T-AP le 22 juin 1999)
5. Recommandation concernant les Canards domestiques (adoptée par le T-AP le 22 juin 1999)
6. Recommandation concernant les Ratites (adoptée par le T-AP le 22 avril 1997)
7. Recommandation concernant les Poules Domestiques (adoptée par le T-AP le 28 novembre 1995)
8. Recommandation concernant les Chèvres (adoptée par le T-AP le 6 novembre 1992)
9. Recommandation concernant les Moutons (adoptée par le T-AP le 6 novembre 1992)
10. Recommandation concernant les Bovins (adoptée par le T-AP le 21 octobre 1988)

FILIÈRE ANIMALE

Conditions d'utilisation des produits phytopharmaceutiques

Utilisation des produits phytopharmaceutiques bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM)

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Code rural : Articles L253-1 et suivants. Ces articles sont issus de modifications apportées par la loi d'orientation agricole n°99-574 du 9 juillet 1999 complétée par la loi n°2006-11 du 5 janvier 2006 dans la loi n°525 du 2 novembre 1943. Cette loi a été codifiée dans le code rural en 2001 et en 2006 sous la rubrique L253

Stockage des substances et/ou des préparations dangereuses dans des locaux ou des armoires fermées à clef

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Code de la santé publique, articles R5162 et R5170

Prévention, matériel de protection, formation, surveillance médicale...

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Décret du 27 mai 1987 (JO du 3/06/1987) relatif à la protection des travailleurs exposés aux produits parasitaires à usage agricole, applicable aux établissements agricoles mentionnés à l'article L.231-1 du Code du Travail

Protection des eaux contre toute pollution

Assurer la traçabilité des ventes des produits phytosanitaires et renforcer le contrôle
 Contrôler les pulvérisateurs (art. 41)
 Redevance pour pollution de l'eau par les activités d'élevage (Article R213-48-12)
 Biocides : Art L 522-2 à L 522-19 du Code de l'environnement

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Loi sur l'eau 92-3 du 3 janvier 1992 et ses arrêtés est abrogée : **loi 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques (JO du 31/12/2006)** puis codifiée dans le code de l'environnement sous les articles L.213-10-1 et suivants

FILIÈRE ANIMALE

RÉGLEMENTATIONS ICPE OU RSD

Le régime administratif d'un élevage est basé sur le nombre d'animaux en animal-équivalent AE (voir tableau ci-après). Les exigences réglementaires correspondantes vont par conséquent varier selon ce régime.

Les éléments suivants sont extraits du MÉMENTO ÉLEVAGE : Réglementations à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage (document DAF Réunion - mise à jour novembre 2008)

ICPE

Code de l'environnement

Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances

Titre I : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Sécurité alimentaire en production animale

Chapitre I^{er} : Dispositions générales

Art. L511-1 à L511-2

Chapitre II : Installations soumises à autorisation, à enregistrement ou à déclaration

Section 1 : Installations soumises à autorisation (Articles L512-1 à L512-6-1)

Section 2 : Installations soumises à enregistrement (Articles L512-7 à L512-7-7)

Section 3 : Installations soumises à déclaration (Articles L512-8 à L512-13)

Section 4 : Dispositions communes à l'autorisation, à l'enregistrement et à la déclaration (Articles L512-14 à L512-20)

Régime administratif	Effectif des élevages : nombre d'animaux ou d'animaux équivalents (AE) (entre parenthèses) : seuils pour les zones agglomérées ou résidentielles								Service de l'État concerné	
	Porc	Bovins			Volaille, gibiers à plume	Lapins (animaux de + de 1 mois)	Ovins, caprins	Chevaux		Chiens
		Veaux de boucherie et/ou bovins à l'engrais	Vaches laitières et/ou mixtes	Vaches allaitantes						
RSD sans déclaration = élevage familial	≤ 6 (3)	≤ 6 (3)	≤ 6 (3)	≤ 6 (3)	≤ 100 (50)	≤ 100 (50)	≤ 10 (5)	≤ 6 (3)	-	DRASS
RSD déclaration en mairie	7 (4) – 49	7 (4) – 49	7 (4) – 49	7 (4) – 49	101 (51) – 4 999	101 (51) – 1 999	> 10 (5)	> 6 (3)	-	
ICPE Déclaration en Préfecture	50 – 450	50 – 400	50 – 100	≥ 100	5 000 – 30 000	2 000 – 6 000	-	-	10 – 50	
ICPE déclaration en Préfecture soumis au contrôle périodique	-	201 – 400	-	-	20 001 – 30 000	-	-	-	-	DSV
ICPE autorisation	> 450	> 400	> 100	-	> 30 000	> 6 000	-	-	> 50	

Vaches laitières, mixtes et allaitantes :

- Vaches ayant vêlé au moins une fois. Pour les troupeaux mixtes, il s'agit de la somme des vaches des deux troupeaux

- 1 poulet lourd = 1,15 AE
- 1 canard à rôtir, canard prêt à gaver, canard reproducteur = 2 AE
- 1 dinde légère = 2,20 AE
- 1 dinde médium, dinde reproductrice = 3 AE
- 1 dinde lourde = 3,50 AE
- 1 palmipède gras en gavage = 7 AE

FILIÈRE ANIMALE

RÉGLEMENTATIONS ICPE OU RSD

Le régime administratif d'un élevage est basé sur le nombre d'animaux en animal-équivalent AE (voir tableau ci-après). Les exigences réglementaires correspondantes vont par conséquent varier selon ce régime.

Les éléments suivants sont extraits du **MÉMENTO ÉLEVAGE** :
Réglementations à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage (document DAF Réunion - mise à jour novembre 2008)

ICPE - Arrêté ministériel du 7 février 2005

Installations soumises à autorisation : Art 4-5
Installations soumises à déclaration : Annexe I.2.1

L'implantation des bâtiments et de leurs annexes (notamment les ouvrages de stockage des effluents d'élevage) doit être conforme aux **documents d'urbanisme** (voir le règlement du zonage au POS ou au PLU, consultable au service urbanisme de la commune).

Les bâtiments renfermant des animaux à demeure ou en transit ne doivent pas être à l'origine d'une pollution des ressources en eau. Leur implantation doit respecter les **prescriptions** liées aux **périmètres de protection** des sources, puits, captages ou prises d'eau.

Dans une optique de protection du voisinage, la conception et le fonctionnement du bâtiment d'élevage ne doit pas constituer une nuisance excessive ou présenter un caractère permanent pour le voisinage.

Distances d'implantation de bâtiments d'élevage relevant de la réglementation ICPE

Schéma résumant les cas généraux. Pour le détail, se reporter aux arrêtés du 7 février 2005
Annexe I.2.1. pour les déclarations, Art. 4-5 pour les autorisations.



Distances d'implantation des bâtiments d'élevage selon le régime réglementaire (ICPE/RSD) :
Schémas issus du **MÉMENTO ÉLEVAGE** : Réglementations à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage (document DAF Réunion - dernière mise à jour novembre 2008)

FILIERE ANIMALE

RÈGLEMENTATIONS ICPE

MÉMENTO ÉLEVAGE: Règlementations à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage (document DAF Réunion - dernière mise à jour novembre 2008)

ICPE - Arrêté ministériel du 7 février 2005

Déclaration : Annexe I.5.5. - Autorisation : Art. 11

Stockage des effluents

Les ouvrages de stockage d'effluents d'élevage sont indissociables du bâtiment d'élevage. La note de calcul concernant les besoins de stockage des effluents d'élevage doit obligatoirement être présentée en se basant sur l'effectif maximal d'animaux susceptibles d'être hébergés (application de la circulaire DEPSE/SDEA/C2001-7047 du 20 décembre 2001) et doit comporter les précisions nécessaires relatives au choix des références utilisées. Les ouvrages de stockage mis en place doivent être adaptés à ces besoins.

Les ouvrages de stockage des effluents sont dimensionnés et exploités de manière à éviter tout déversement dans le milieu naturel.

De façon générale, les durées de stockage doivent au moins permettre que les épandages d'effluents sur les terres agricoles soient réalisés aux périodes les plus favorables du point de vue des risques de pollutions des eaux, principalement par les nitrates. Les durées minimales qui s'appliquent systématiquement en la matière sont celles prévues par la réglementation. Cependant, des durées de stockage plus élevées peuvent être exigées en fonction de contraintes agronomiques particulières, notamment dans le cas d'épandages sur des parcelles ne permettant pas un second passage avant la récolte (plan d'épandage comportant uniquement des parcelles exploitées en cannes à sucre par exemple).

Déclaration : Annexe I.5.8 - Autorisation : Art. 14-17

Épandage des effluents

Tout épandage d'effluents d'élevage relevant des ICPE **est subordonné à la production d'un plan d'épandage**. Les apports azotés sur les terres faisant l'objet d'un épandage tiennent compte de la nature particulière des terrains et de la rotation des cultures. La fertilisation doit être équilibrée et correspondre aux capacités exportatrices réelles de la culture ou de la prairie concernée. En aucun cas la capacité d'absorption des sols ne doit être dépassée, de telle sorte que ni la stagnation prolongée sur les sols, ni le ruissellement en dehors du champ d'épandage, ni une percolation rapide vers les nappes souterraines ne puissent se produire. Le schéma ci-après indique les distances à respecter lors de l'épandage d'effluents.

Déclaration : Annexe I. 5.9.1 - Autorisation : Art. 18 ; 25

Plan d'épandage

Le plan d'épandage doit comprendre les éléments suivants :

- L'identification des parcelles
- L'identité et l'adresse de l'exploitant et des prêteurs de terres qui ont souscrit un contrat écrit avec l'exploitant
- La localisation sur une représentation cartographique à une échelle comprise entre 1/12500 et 1/5000 des parcelles concernées et des surfaces exclues de l'épandage en les différenciant et en indiquant les motifs d'exclusion
- Les systèmes de cultures envisagés (cultures en place et principales successions)
- La nature, la teneur en azote avec indication du mode d'évaluation de cette teneur (analyses ou références) et la quantité des effluents qui seront épandus
- Les doses maximales admissibles par type d'effluent, de sol et de culture en utilisant des références locales ou toute autre méthode équivalente
- Le calendrier prévisionnel d'épandage rappelant les périodes durant lesquelles l'épandage est interdit ou inapproprié

Cahier d'épandage

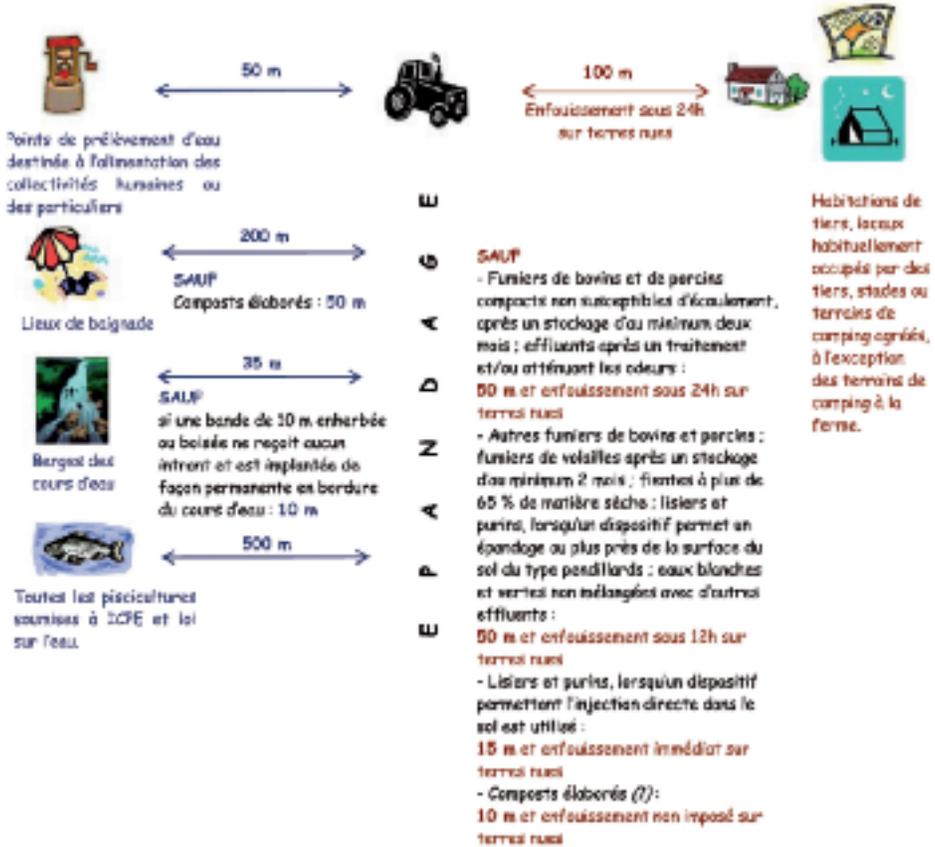
Le cahier d'épandage doit regrouper les informations suivantes relatives aux effluents d'élevage issus de l'exploitation :

- Le bilan global de fertilisation
- L'identification des parcelles (ou îlots) réceptrices épandues
- Les superficies effectivement épandues
- Les dates d'épandage
- La nature des cultures
- Les volumes par nature d'effluent et les quantités d'azote épandues, **en précisant les autres apports d'azote organique et minéral**
- Le mode d'épandage et le délai d'enfouissement
- Le traitement mis en œuvre pour atténuer les odeurs (s'il existe)

En outre, chaque fois que des effluents d'élevage produits par une exploitation sont épandus sur des parcelles mises à disposition par des tiers, le cahier d'épandage doit comprendre un bordereau cosigné par le producteur des effluents et le destinataire. Ce bordereau est établi au plus tard à la fin du chantier d'épandage ; il comporte l'identification des parcelles réceptrices, les volumes par nature d'effluent et les quantités d'azote épandues.

Distances d'épandage d'effluents produits par des élevages relevant de la réglementation ICPE et délais d'enfouissement sur terres nues

Schéma résumant les cas généraux. Pour le détail, se reporter aux articles du 7 février 2005 Annexe I.5.8. pour les déclarations, Art. 14-17 pour les autorisations.



Autres règles d'épandage

Interdiction d'épandre :

Sur des terrains en forte pente (sauf s'il est mis en place des dispositifs prévenant tout risque d'écoulement et de ruissellement vers les cours d'eau),

Sur des sols inondés ou détrempés,

Pendant les périodes de fortes pluviosités,

Sur les sols non utilisés en vue d'une production agricole,

Par aérosolisation sauf pour les eaux issues du traitement des effluents.

Sur les légumineuses (sauf la luzerne) et les prairies d'association graminées-légumineuses)

(1) Les distances minimales définies ci-dessus s'appliquent aux composts élaborés, préalablement à leur épandage, dans les conditions suivantes :

- les andains font l'objet d'au minimum deux retournements ou d'une aération forcée ;
- la température des andains est supérieure à 55 °C pendant 15 jours ou à 50 °C pendant six semaines.

L'élévation de la température est surveillée par des prises de température hebdomadaires, en plusieurs endroits en prenant la précaution de mesurer le milieu de l'andain.

Les résultats des prises de températures sont consignés sur un cahier d'enregistrement où sont indiqués, pour chaque site de compostage, la nature des produits compostés, les dates de début et de fin de compostage ainsi que celles de retournement des andains et l'aspect macroscopique du produit final (couleur, odeur, texture)

FILIÈRE ANIMALE

RÈGLEMENTATIONS RSD

MÉMENTO ÉLEVAGE: Réglementations à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage (document DAF Réunion - dernière mise à jour novembre 2008)

RSD - titre VIII de l'arrêté 798 DASS/SAN.1 du 28 mars 1985, mise à jour 1992

Le dossier de déclaration pour l'implantation d'un élevage est à déposer en mairie (Art 153.1)

Le dossier doit comprendre :

- un plan de masse à l'échelle du cadastre sur lequel doivent figurer notamment :
 - le ou les points de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation humaine ou animale ou à l'arrosage des cultures maraîchères et situés dans un rayon de 100 mètres autour de l'installation.
 - l'emplacement des immeubles habités ou occupés habituellement par des tiers, des zones de loisirs et de tout établissement recevant du public dans un rayon de 100 mètres.
- un plan détaillé de l'installation d'élevage (échelle 1/100) précisant notamment l'emplacement des stockages de déjections et des installations de traitement.
- une note explicative précisant la capacité maximale instantanée de l'établissement d'élevage, les volumes de stockage des déjections, les moyens utilisés pour réduire les odeurs et, éventuellement, le lieu de rejet de l'effluent traité dans le milieu naturel.
- le cas échéant, le plan d'épandage des eaux résiduaires et des déjections.

L'implantation des bâtiments et de leurs annexes (notamment les ouvrages de stockage des effluents d'élevage) doit être conforme aux **documents d'urbanisme** (voir le règlement du zonage au POS ou au PLU, consultable au service urbanisme de la commune).

Les bâtiments renfermant des animaux à demeure ou en transit ne doivent pas être à l'origine d'une pollution des ressources en eau.

Leur implantation doit respecter les **prescriptions liées aux périmètres de protection** des sources, puits, captages ou prises d'eau.

Dans une optique de protection du voisinage, la conception et le fonctionnement du bâtiment d'élevage ne doit pas constituer une nuisance excessive ou présenter un caractère permanent pour le voisinage.

Les distances à respecter sont schématisées ci-après :

Art. 155 ; 156

Stockage des effluents

Les ouvrages de stockage d'effluents d'élevage sont indissociables du bâtiment d'élevage. La note de calcul concernant les besoins de stockage des effluents d'élevage doit obligatoirement être présentée en se basant sur l'effectif maximal d'animaux susceptibles d'être hébergés (application de la circulaire DEPSE/SDEA/C2001-7047 du 20 décembre 2001) et doit comporter les précisions nécessaires relatives au choix des références utilisées. Les ouvrages de stockage mis en place doivent être adaptés à ces besoins.

Les ouvrages de stockage des effluents sont dimensionnés et exploités de manière à éviter tout déversement dans le milieu naturel.

De façon générale, les durées de stockage doivent au moins permettre que les épandages d'effluents sur les terres agricoles soient réalisés aux périodes les plus favorables du point de vue des risques de pollutions des eaux, principalement par les nitrates.

Les durées minimales qui s'appliquent systématiquement en la matière sont celles prévues par la réglementation.

Cependant, des durées de stockage plus élevées peuvent être exigées en fonction de contraintes agronomiques particulières, notamment dans le cas d'épandages sur des parcelles ne permettant pas un second passage avant la récolte (plan d'épandage comportant uniquement des parcelles exploitées en cannes à sucre par exemple).

Art. 155 ; 156

Épandage des effluents

Dans le cas d'un plan d'épandage approuvé par l'autorité sanitaire (DRASS) les règles représentées sur le schéma ci-après s'appliquent.

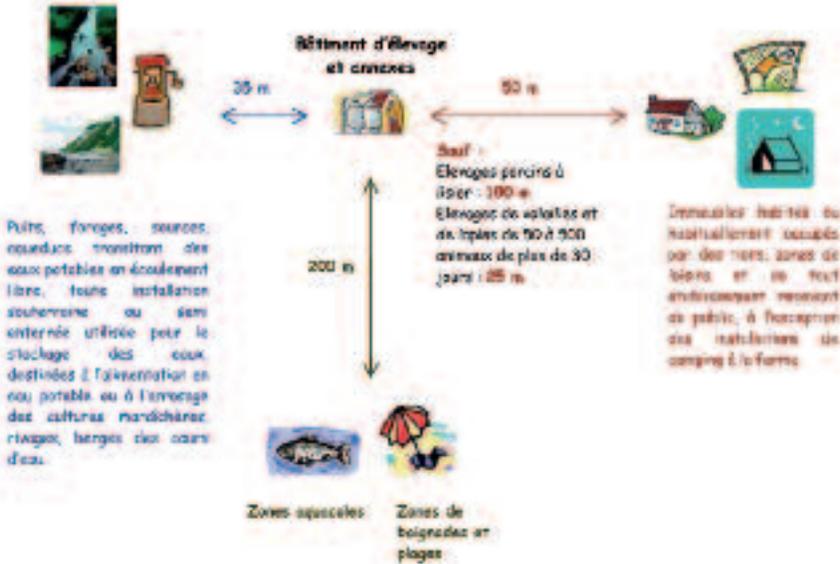
En l'absence de plan d'épandage :

- L'épandage de lisiers, purins, eaux résiduaires de lavage des bâtiments d'élevage et d'eaux usées d'origine domestique est interdit sur cultures maraîchères ou sur les terrains qui seront affectés à cette culture dans un délai d'un an ;
- L'épandage de lisier, purins, eaux résiduaires de lavage des bâtiments d'élevage et d'eaux usées d'origine domestique est interdit à moins de 200 m des cours d'eau si la pente du terrain est supérieure à 7 %.
- Les lisiers ne peuvent être épandus sur les pâturages, que s'ils ont subi soit un stockage répondant aux prescriptions de l'article 156 d'une durée minimale de 30 jours en saison chaude et de 60 jours en saison froide, soit un traitement approprié (digestion, traitement par aération d'une durée minimale de 3 semaines). La remise à l'herbe des animaux se fera au plus tôt 30 jours après l'épandage.

En aucun cas la capacité d'absorption des sols ne devra être dépassée afin d'éviter que la stagnation prolongée sur le sol, le ruissellement en dehors du champ d'épandage ou une percolation rapide ne puisse se produire. Ainsi la nature, les caractéristiques et les quantités des produits épandus devront rester compatibles avec une protection sanitaire et agronomique du milieu.

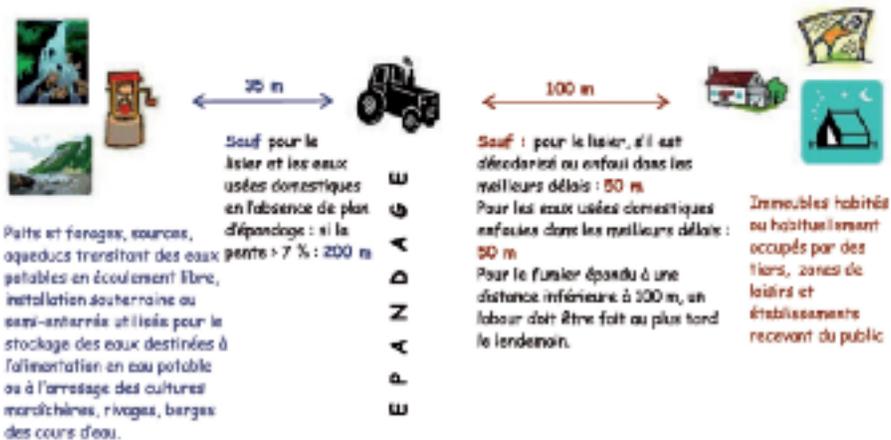
Distances d'implantation de bâtiments d'élevage relevant du titre VIII du RSD

Schéma résumant les cas généraux. Pour le détail, se reporter à l'article 153 du Titre VIII.



Distances d'épandage d'effluents produits par des élevages relevant du titre VIII du RSD

Schéma résumant les cas généraux. Pour le détail, se reporter à l'article 153 du Titre VIII.



Interdictions d'épandage

Sur les zones et pendant les périodes définies par arrêtés municipaux.

En période de fortes pluies.

En dehors des terres régulièrement exploitées ou destinées à une remise en exploitation ou faisant l'objet d'opération de reconstitution des sols.

L'épandage par sauto-épandage est interdit en l'absence de plan d'épandage approuvé par l'autorité sanitaire. Seul l'emploi d'appareils basés (bennes à lisier) est autorisé, sous réserve que le pétitionnaire s'engage par écrit à ne pas mettre en œuvre cette pratique lorsque les conditions atmosphériques (vent) sont favorables à l'entraînement des aérosols.

L'épandage de fumier est suivi d'un labour le plus tôt possible.

Schémas issus du MÉMENTO ÉLEVAGE: Réglementations à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage (document DAF Réunion - dernière mise à jour novembre 2008)

Réglementations liées à des territoires ou à des zones spécifiques

Zones sensibles, aires de captage, MAE

Protection des eaux contre toute pollution

3 enjeux :

- Prévention de l'érosion
- Protection des zones humides
- Protection des aires d'alimentation de captages

Dispositif :

- Délimitation des zones d'action : inventaire des captages prioritaires : consultation et validation par arrêté préfectoral (5 aires d'alimentation représentant 9 captages)
- Définition d'un plan d'actions partenarial et sur l'ensemble des pressions identifiées (urbaines et agricoles) : consultation et validation par arrêté préfectoral
- Passage à un plan d'actions obligatoires : consultation et validation par arrêté préfectoral

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

Décret du 14 mai 2007 relatif à certaines Zones Soumises à Contraintes Environnementales (ZSCE)

- Art 21 / Art L.211-3 du Code de l'environnement

Circulaire du 30 mai 2008

Réglementations liées :

- Loi du 30/12/2006 sur l'eau et les milieux aquatiques
- Loi du 23/02/2005 relative au développement des territoires ruraux
- Loi du 30/07/2003 relative à la prévention des risques

Code de l'environnement / partie réglementaire/ Livre II : Milieux physiques /

Titre Ier : Eau et milieux aquatiques / Chapitre Ier : Régime général et gestion de la ressource /

Section 3 : Zones soumises à des contraintes environnementales

- Sous-section 1 : Zones d'alerte (Articles R211-66 à R211-70)
- Sous-section 2 : Zones de répartition des eaux (Articles R211-71 à R211-74)
- Sous-section 3 : Zones vulnérables aux pollutions par les nitrates
- Paragraphe 1 : Délimitation des zones vulnérables. (Articles R211-75 à R211-79)
- Paragraphe 2 : Programmes d'action en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates (Articles R211-80 à R211-85)
- Paragraphe 3 : Indemnité compensatoire de couverture des sols (Articles D211-86 à D211-93)
- Sous-section 4 : Zones sensibles (Articles R211-94 à R211-95)
- Sous-section 5 : Servitudes d'utilité publique instituées pour la création, la préservation ou la restauration de certaines zones (Articles R211-96 à R211-106)
- Sous-section 6 : Zones d'érosion (Article R211-107)
- Sous-section 7 : Zones humides (Articles R211-108 à R211-109)
- Sous-section 8 : Zones de protection des aires d'alimentation des captages (Article R211-110)

Périmètre de protection des captages : arrêtés préfectoraux spécifiques à chaque périmètre

La réglementation est plus restrictive et s'ajoute aux conditions fixées par le RSD et les ICPE. Ainsi, la commune concernée par le périmètre de protection doit subventionner l'agriculteur qui s'est installé avant la mise en place du périmètre pour l'aider à se mettre aux normes de cette nouvelle réglementation.

3 types de zones :

- zone de protection immédiate interdite à toute activité, rayon de 10 m autour du point de captage
- zone de protection rapprochée : avec cahier des charges proposé par un hydrogéologue agréé et validé par la Préfecture après enquête publique
- zone de surveillance renforcée : contrôler les activités polluantes sans réglementation particulière et sans contrainte supplémentaire

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

- Art L1321-1 et L1321-2 du code de la santé publique

Réglementations liées à des territoires ou à des zones spécifiques

Zones sensibles, aires de captage, MAE

MAE Système et Territorialisées

Règlement CE n°1698/2005

Règlement CE n°1974/2006

Programme de Développement Rural de La Réunion 2007-2013 • Prévention de l'érosion

- Engagement sur une durée de 5 ans.
- Tenir à jour les cahiers d'enregistrement de l'utilisation des produits phytosanitaires et de l'utilisation de produits fertilisants.
- Être en règle vis-à-vis du schéma départemental des structures du département de La Réunion.
- Respecter en permanence les exigences liées à la conditionnalité des aides : à partir de 2007, le champ des aides concernées en cas d'anomalie au titre de la conditionnalité a été élargi, notamment aux MAE.
- Respecter en permanence les exigences complémentaires relatives aux pratiques de fertilisation et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques :
 - Enregistrement des apports fertilisants (azote et phosphore) sur l'ensemble de l'exploitation
 - Extension à toutes les cultures, notamment non alimentaires, des enregistrements des pratiques phytosanitaires
 - Participation aux opérations de collecte des emballages vides et des restes non utilisés de produits phytopharmaceutiques, lorsqu'un tel réseau est accessible
 - Contrôle périodique du pulvérisateur (au moins une fois tous les 3 ans)
 - Respect des dispositions réglementaires en matière de zone non traitée le long des cours d'eau et ravines
 - Achat des produits phytopharmaceutiques auprès de distributeurs agréés et, en cas d'application des produits par des prestataires extérieurs, agrément de ces derniers.
- Respecter pendant toute la durée du contrat le cahier des charges de chacune des mesures agroenvironnementales souscrites sur chacun des éléments engagés dans la mesure.
- Déposer chaque année, pour toute la durée de l'engagement, une déclaration de surfaces et une déclaration annuelle de respect des engagements souscrits, réactualisées le cas échéant.
- Permettre l'accès de l'exploitation aux autorités en charge des contrôles et faciliter la réalisation de ces contrôles.

ANNEXES III

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES PRINCIPALES FILIÈRES DE DÉCHETS INDUSTRIELS À LA RÉUNION (CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA RÉUNION, 2010)

LES DÉCHETS INDUSTRIELS BANALS = DÉCHETS NON DANGEREUX				
Nature déchet	Composition	Entreprise récupération	Coût	Conditions d'acceptation
Les déchets métalliques (ferrailles, tôle, pièces d'outils usagés, engins agricoles...)	Les métaux ferreux UNIQUEMENT	CRMM (Centre de Récupération des Métaux de La Mare ; Ste-Marie) 0262 53 17 60	Dépôt sur site : gratuit Collecte chez l'agriculteur : coût de transport	Absence de polluant et de métaux non ferreux Si mélange de métaux : facturation entre 113 et 161 €/tonne
	Les métaux ferreux et non ferreux	MÉTAL RÉUNION (Le Port) 0262 71 85 17	Dépôt sur site : gratuit Collecte chez agriculteur : coût de transport Rachat des métaux non ferreux	Métaux propres, triés et séparés
Les pneumatiques	Tous types de pneu	SOLYVAL (Le Port) 0262 38 88 78	Non communiqué	
Les déchets verts		DÉCHETTERIES	Gratuit	Volume inférieur à 2 m ³ /semaine
Le bois (palettes, cagettes, poutres, planches...)	Palettes uniquement	MÉTAL RÉUNION (Le Port) 0262 71 85 17	100 € HT/tonne	Absence de polluants
	Autres bois (cagettes, poutres, planches...)	DÉCHETTERIES	Gratuit	Volume inférieur à 2 m ³ /semaine
Les Films Plastiques Agricoles Usagés (bâches de serres, bâches de paillage, bâches d'ensilage et d'enrubannage, tuyaux d'irrigation...) Big bag (plastique tissé en polypropylène...)	Plastiques propres	CENTRE DE TRI : CYCLEA (Le Port) 0262 55 23 70 VALOI (Ste-Marie) 0262 23 74 01 CIVIS (Pierrefonds) 0262 22 41 67	Entre 25 et 46 €/tonne	Absence de terre et de débris végétaux
	Plastiques souillés	Centre d'Enfouissement Technique : CIVIS (Rivière St-Étienne) 0262 49 96 00 CINOR (Ste-Suzanne) 0262 52 18 65	Entre 150 et 165 €/tonne	
Les gravats (blocs de bétons, pierres...)	Volume inférieur à 2 m ³	DÉCHETTERIES (fonction du lieu de résidence)	Gratuit	Absence d'engins agricoles sur le site
	Volume supérieur à 2 m ³	LAFARGE (Le Port) 0262 42 69 69		

LES DÉCHETS INDUSTRIELS DANGEREUX = DÉCHETS DANGEREUX

Nature déchet	Composition	Entreprise récupération	Coût	Conditions d'acceptation
Les huiles usagées : Les huiles de vidanges	Volume supérieur à 600 litres	STARDIS 0262 47 35 50	Collecte et traitement gratuit	Absence de polluant Absence d'eau (inférieure à 3 %)
	Volume inférieur à 600 litres		Prestation payante	
Les batteries		ATBR (Association de Traitement des Batteries à La Réunion, St-Denis) 0262 21 26 73	800 €/tonne (mise à disposition de bac, collecte et traitement)	Regroupement d'agriculteurs conseillé
Les Produits Phytopharmaceutiques Non Utilisés (PPNU)	Produits dans emballage d'origine, avec ou sans étiquette	Chambre d'Agriculture 0262 94 25 94	Gratuit (une collecte annuelle)	
Les Emballages Vides de Produits Phytopharmaceutiques (EVPP) (bidons plastiques vides d'herbicide, insecticide, fongicide...)	Bidons en plastique vide d'une capacité inférieure ou égale à 30 litres	Chambre d'Agriculture 0262 94 25 94	Gratuit (une collecte annuelle)	Bidons parfaitement rincés et séchés Absence de traces et de fond de produit
Les médicaments non utilisables	les retourner au fournisseur (vétérinaire, pharmacie, groupement...)			
Les DEEE (Déchets d'équipement Électriques et Électroniques)	INTER'VAL (La Possession) 0262 42 76 20		Entre 1,2 et 1,4 €/kg ; dépôt sur site ou collecte	
	RVE (Réunion Valorisation Environnement, St-André) 0262 30 66 03		Demande de devis (collecte et traitement)	
Véhicule Hors d'Usage (VHS)	CUB Ac CASSE Auto (St-Paul) 0262 45 58 58			Présence des papiers du véhicule pour démolition
Autres déchets dangereux (solvant, peintures...)	STARDIS (St-André) 0262 47 35 50			