Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Conférences régionales CGAAER

Agriculture, forêts et sols font partie de la solution climatique

I. Le changement climatique et les enjeux de la COP 21

II. Présentation du rapport du CGAAER

III. Exemples de solutions dans différents contextes

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

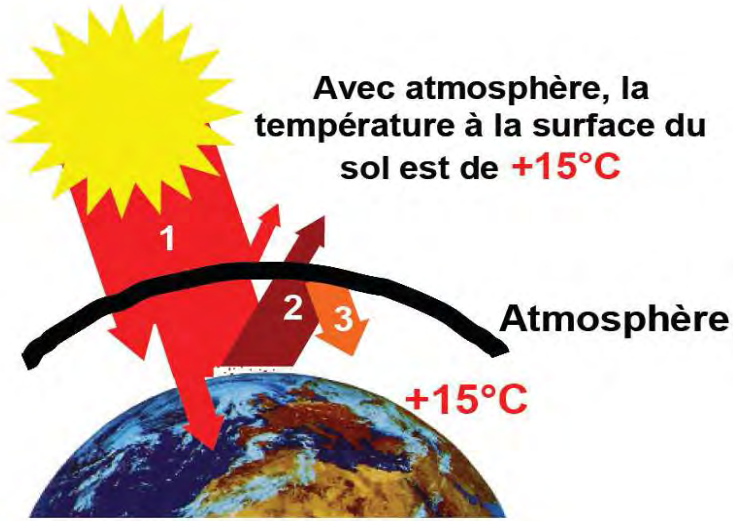
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

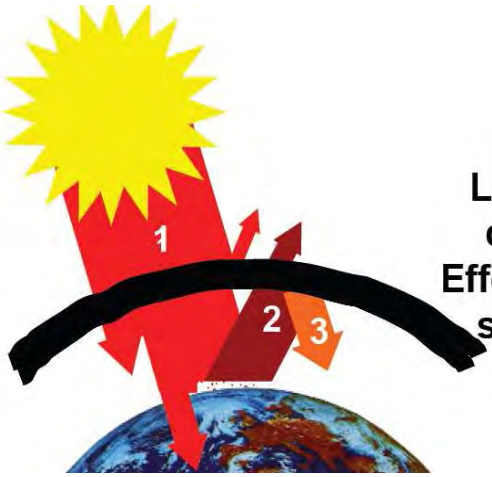
CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

I. Le changement climatique / les fondamentaux

L'effet de serre



Une nouvelle ère a commencé : l'*anthropocène*

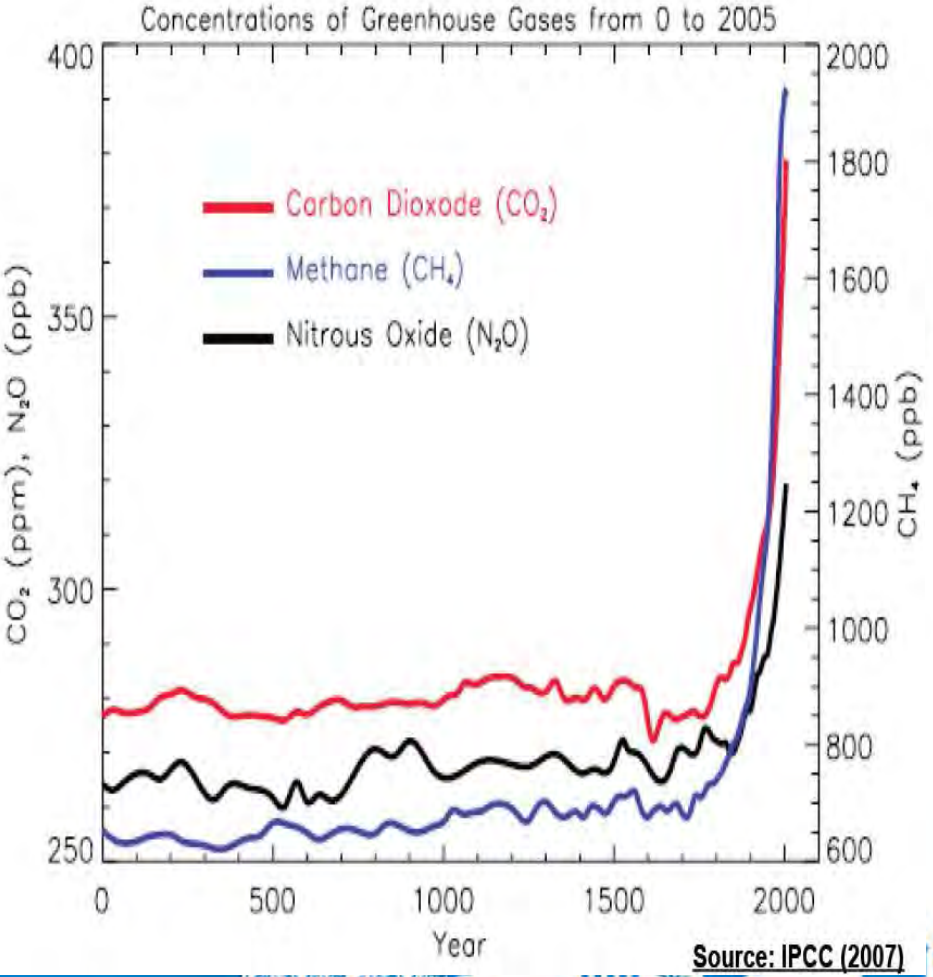


La couche de Gaz à Effet de Serre s'épaissit du fait de l'homme

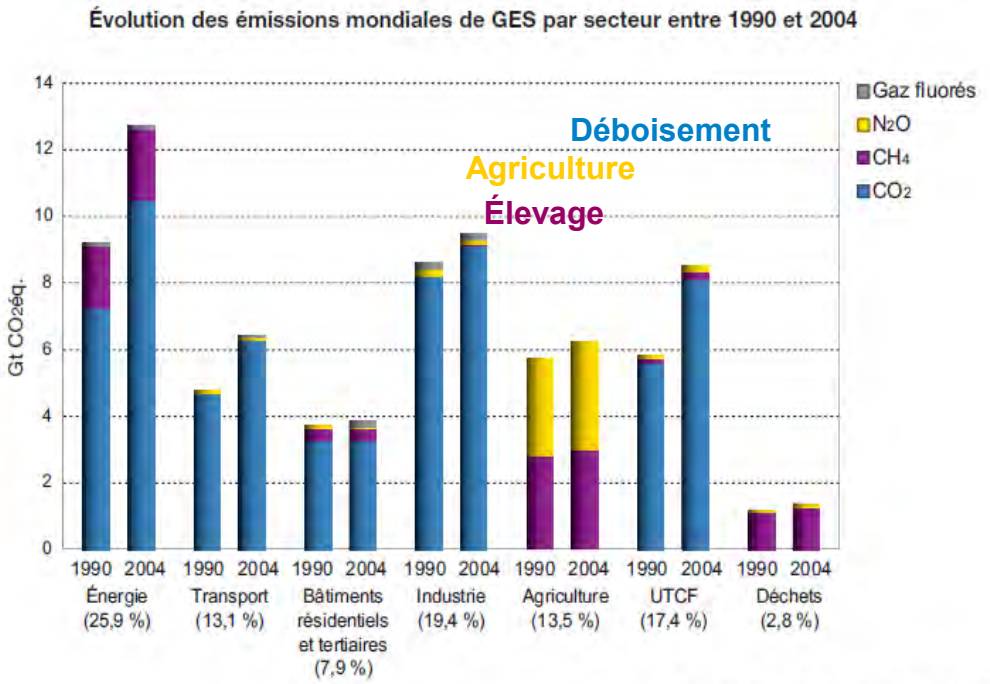
agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

Une concentration de GES sans précédents

Une responsabilité de l'homme « clairement établie » (GIEC, 2014)



Source: IPCC (2007)



Source : Giec, 3e groupe de travail, 2007

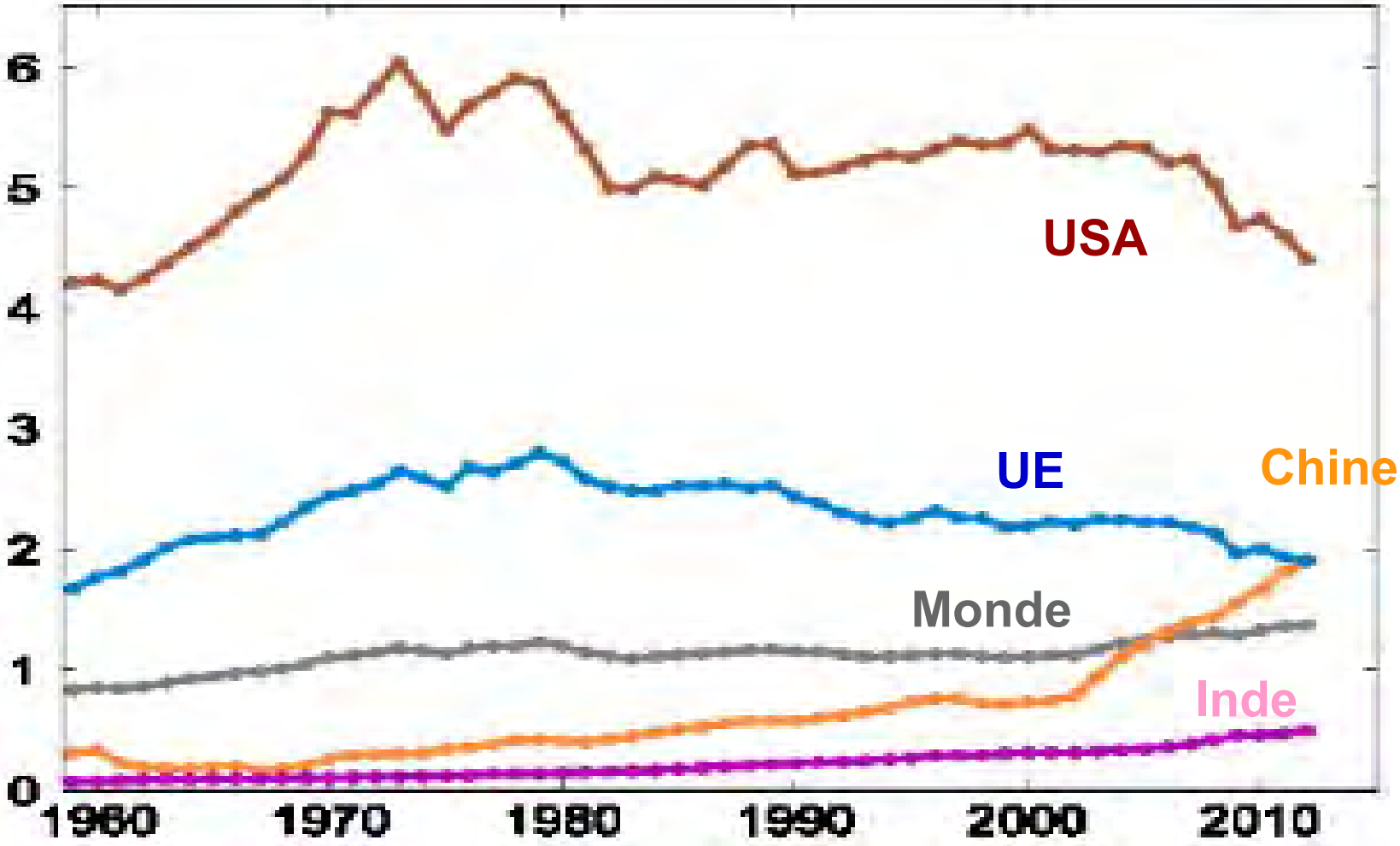
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER

CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

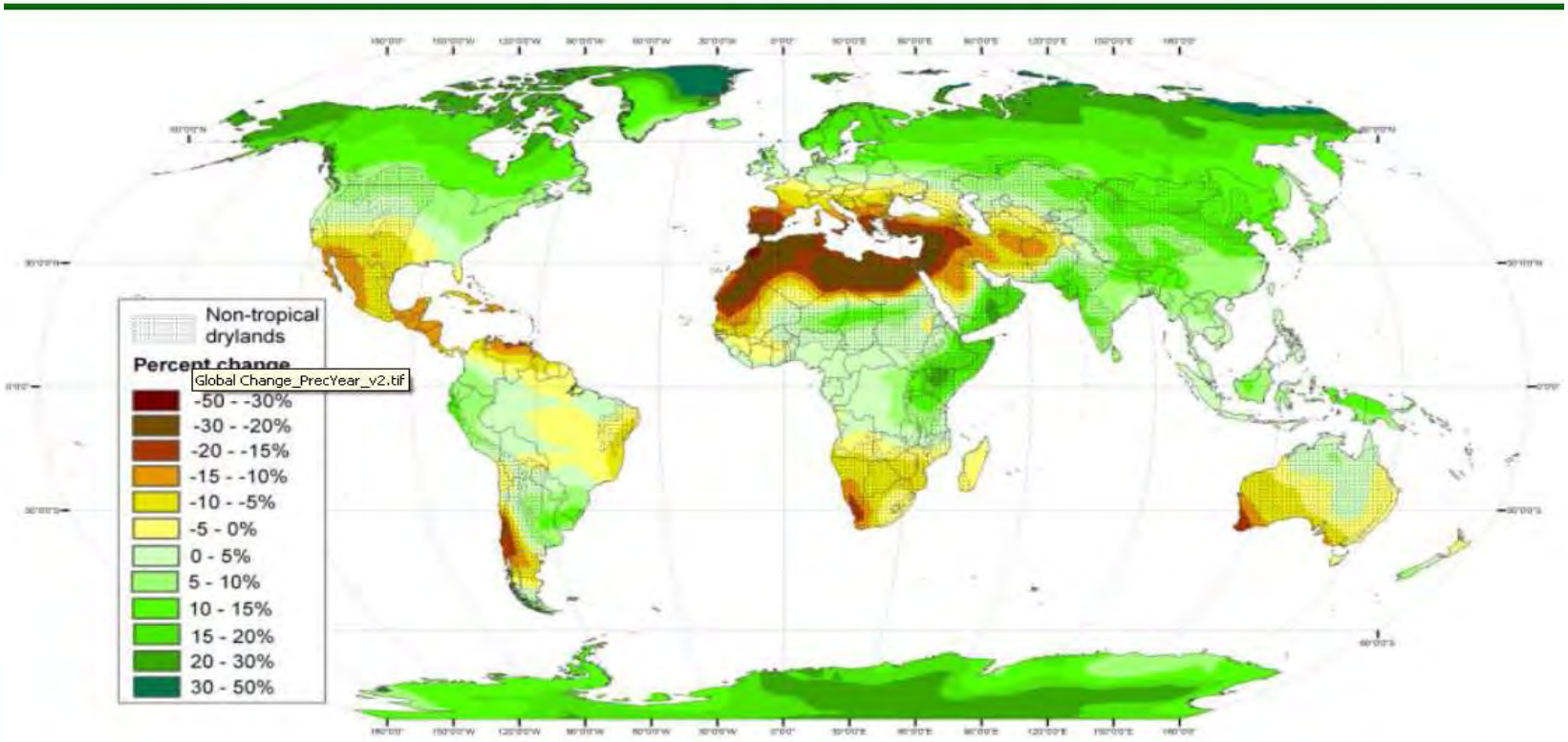
Émissions de GES par habitant et par pays
(en tonne de carbone équivalent CO2 /hab/an)



agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

- 20 à - 50 % de pluies en Méditerranée à la fin du siècle ?

Climate Change: Relative change in mean annual precipitation
1980/1999 to 2080/2099



Relative change of mean annual precipitation 1980/1999 to 2080/2099, scenario A1b, average of 21 GCMs (compiled by GIS Unit ICARDA, based on partial maps in Christensen et al., 2007)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Les principaux risques identifiés par le GIEC

Inondations

Sécheresses, variabilité des pluies / ruptures des systèmes alimentaires

Baisse de productivité agricole / accès insuffisant à l'eau d'irrigation

Pertes de moyens de services écosystémiques / pêche

Événements météo extrêmes

… migrations, États faillis, instabilités

Donc des enjeux relatifs d'abord à :

Eau / Sécurité alimentaire / développement urbain

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

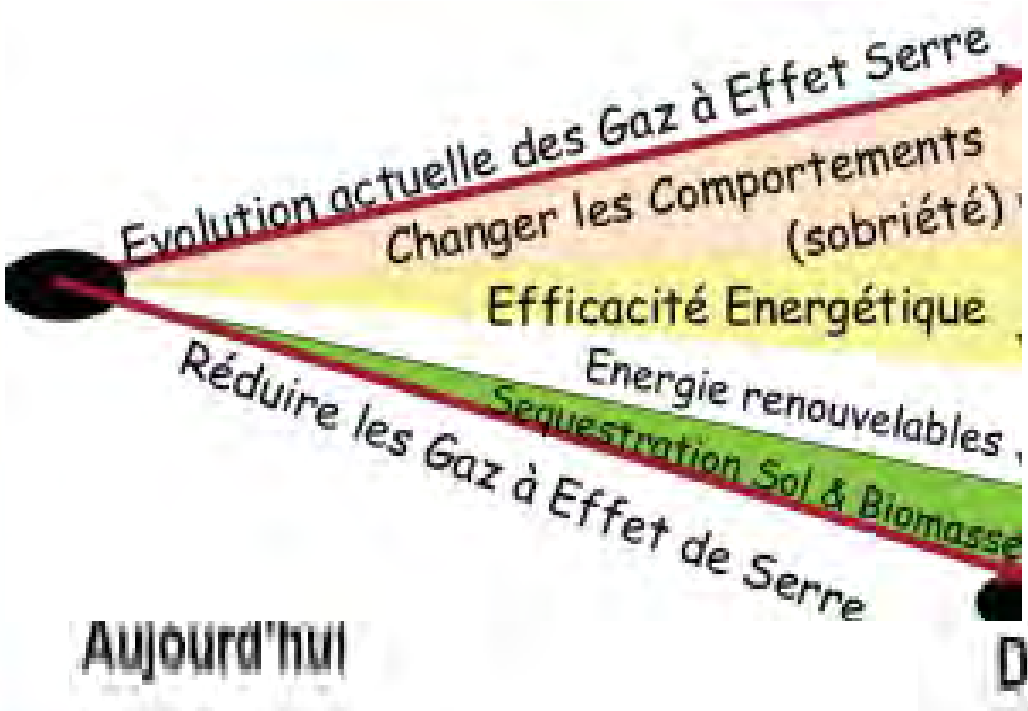
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Réussir l'atténuation = réduire les émissions de 40 à 70 % d'ici 2050 par rapport à 2010

= « Une évolution à grande échelle de nos systèmes énergétiques et du secteur des terres » (GIEC)



Urbain :
Décarboner l'économie

+

Rural :
Recarboner la biosphère
(photosynthèse)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

L'enjeu de la COP 21

Une **échéance cruciale** : aboutir à un nouvel accord international sur le climat, universel, ambitieux, flexible, équilibré et dynamique, pour **maintenir le réchauffement mondial en deçà du seuil de + 1,5 à + 2°C**.

Une « **Alliance de Paris** » s'appuyant sur **quatre volets** :

- un **accord juridique universel / MRV : ** mesurer, rendre compte, vérifier
- des **engagements nationaux** (atténuation, adaptation..) / approche « bottom up »
- un **volet financier :** solidarité envers les pays les plus vulnérables
- un « **Agenda des solutions** » (« *Plan d'action Lima-Paris* ») pour mettre en œuvre les accélérateurs de progrès plus ambitieux.

Des risques : engagements insuffisants

Enjeu : créer un système dynamique et vertueux dans la durée pour rapprocher les engagements de l'objectif du + 2°C maximum

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER

CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

La COP 21 et la difficile question agricole

1. **Demande de plusieurs grands pays de limiter la discussion agricole au seul volet « adaptation ». Crainte pour la sécurité alimentaire et l'emploi ou/et pour le développement de l'export.**

2. **Nécessité de raisonner les inter-relations en termes de solutions. Exemples :**

   Pas de développement possible à grande échelle des bioénergies sans progrès agricole global assurant la sécurité alimentaire. Besoin de politiques agricoles

   Réduire la production en Europe serait une absurdité climatique (amplification indirecte de la déforestation et des émissions de GES), sociale (emploi) et alimentaire. Pas de stratégies d'adaptation ou d'atténuation malthusienne. Pas d'action locale ne prenant pas en compte les enjeux globaux (climat et alimentation)

   L'Afrique pourrait avoir intérêt à utiliser davantage d'engrais / accroître ses émissions agricoles de N20 pour à la fois assurer sa sécurité alimentaire, stocker du carbone dans les sols et réduire une déforestation bien plus émissive

3. **Besoin de repositionner positivement la question agricole**

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

L'initiative « 4 pour 1000 : des sols pour la sécurité alimentaire et le climat »

Montrer que l'agriculture, la forêt et les sols sont une clef de la solution, bien plus qu'un problème.

Prendre soin des sols et de l'eau / enjeu crucial :

• Plus de matière organique = plus de fertilité/productivité, de résistance à l'érosion, de rétention en eau, de biodiversité, de séquestration de carbone

• De nombreuses terres sont très dégradées dans le monde (rétrogradation)

• Le potentiel technique de séquestration du carbone dans la biosphère terrestre est considérable : **3,8 GtC/an dans les sols et la biomasse, dont 1,7 dans les sols agricoles**, même si il se réduira dans le temps.

• Le stockage : **un « pont » pour la survie de l'humanité.**

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

4 pour 1000 : une initiative multi-partenariale inscrite à l'« Agenda des solutions » de la COP 21

2 volets :

- Un programme international de recherche et coopération scientifique

- Une alliance d'acteurs s'engageant à lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté / développer des pratiques agricoles et de gestion des milieux favorables au stockage du C

Pourquoi le chiffre « 4 pour 1000 » ?

4 pour 1000 = stockage annuel de carbone dans les sols (agricoles, pastoraux, forestiers, autres..) qui permettrait de compenser l'ensemble des émissions anthropiques de CO2

0,4 % = 3,5 GtC (8,9 GtC d'émissions annuelles de carbone fossile – 5,4 GtC de séquestration dans les océans et la biosphère terrestre) / 820 GtC (stock mondial de carbone organique dans les sols superficiels de 0 à -40 cm)

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

II. Agriculture, forêts et sols font partie de la solution

Présentation du rapport du CGAAER

CGAAER

Rapport n°14056

Les contributions possibles
de l'agriculture et de la forêt
à la lutte contre le changement climatique

Etabli sous la coordination de
Marie Laurence Madignier, Guillaume Benoit et Claude Roy
Avec la participation de
Barbara Bour Desprez, Jean-Pierre Chomienne, Michel de Galbert, Jean Gault,
Max Magrum, Yves Marchal, Yves Riou, Jean-Marie Seillan et Jacques Teyssier d'Orfeuil
Membres du CGAAER

février 2015

Une commande du Ministre
Stéphane Le Foll en vue de la COP 21

II.1. La problématique mondiale du secteur des terres

II.2. Émissions, stockage, substitution et potentiel d'atténuation en France

II.3. Risques et solutions : vers des territoires intelligents face au climat

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

II.1. La problématique mondiale du secteur des terres (agriculture, forêts et sols)

24 % des émissions mondiales de GES (agriculture : 10 %, déforestation : 11%)

Un **secteur très menacé** par le dérèglement
alors que + 60% de production agricole nécessaire d'ici 2050 (FAO)

Un **secteur vital pour réussir l'atténuation** : rôle de « **pompes à carbone** » des bois et des champs (stockage et substitution)

Un **secteur vital pour ses autres rôles multiples** : alimentation, emplois, équilibre urbain/rural, gestion de l'eau, des sols, de la biodiversité...

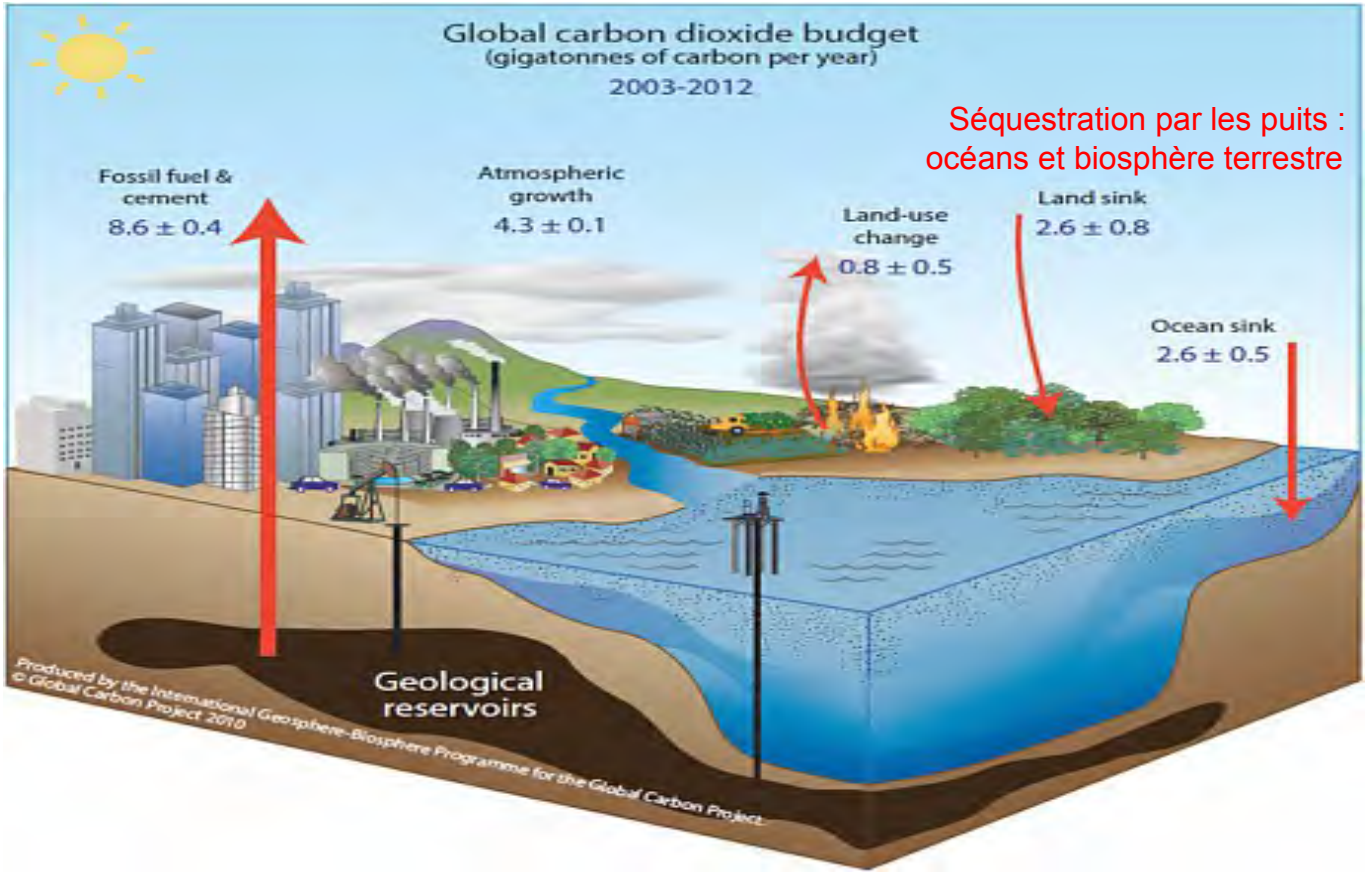
Une spécificité enfin reconnue par le GIEC (2014) :

AFOLU : Agriculture, Forestry and Other Land Use

Enjeu = conjuguer adaptation + sécurité alimentaire + atténuation

Des émissions de GES, mais aussi de l'absorption et de la séquestration du carbone

Perturbation du cycle de carbone à cause des activités humaines, de 2003 à 2012
(milliards de tonnes de C par an)



Sans la « pompe à carbone » océanique (plancton..) et terrestre (forêts, toundras, pâturages, cultures agricoles…), **les émissions nettes de CO2 seraient doublées**

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

Secteur des terres : « 20 à 60 % du potentiel mondial d'atténuation à l'horizon 2030 » (GIEC, 2014)

On peut en effet agir sur 3 grands axes complémentaires :

Réduire les émissions directes et indirectes du secteur des terres	**Stocker** davantage de carbone dans la biosphère terrestre (sols,biomasse) **= émissions compensées**	**Substituer** des produits bio-sourcés à des produits conventionnels **= émissions évitées** (dans d'autres secteurs)
Economiser l'énergie consommée directe (tracteurs, serres) et indirectes (gaspillages alimentaires..) Réduire les émissions de CH4 et N2O (agriculture et élevage)	Stocker davantage dans les sols (carbone organique) et dans la biomasse (bois..) Réduire les déstockage (dégradation des terres, déforestation, artificialisation des sols) *Illustration : Börner et al.* **Stock en forêt**	Innover et produire davantage pour substituer des produits bio-sourcés (chimie verte, bois, bioénergies…) à des produits très émissifs de GES (ciment, pétrole, gaz…) **Substitution énergie**

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

II.2. Le secteur des terres en France

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Agriculture et élevage

Émissions agricoles de GES (2012) :
101 MtCO2eq/an (20 % du total français) dont :

- **N2O : 52 MtCO2eq/an**
- **CH4 : 37,7 MtCO2eq/an**
- **CO2 : 11,4 MtC02/an** **(énergie fossile consommée en agriculture + pêche+ sylviculture)**

Total potentiel d'atténuation 2030 :

(scénario d'amélioration des systèmes sans réduction de la production agricole nationale) :

Étude INRA : 26 actions techniques /gain cumulé possible de 28,5 MtCO2eq/an

Scenario CGAAER : réduction de 12 à 15 MtCO2eq/an (sur les 28,5 de l'étude INRA)

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

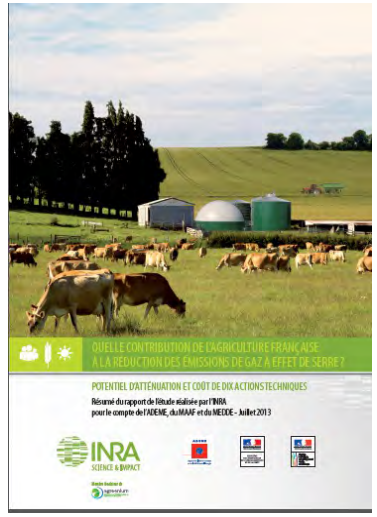
agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

Agriculture et élevage : les gains de l'agro-écologie (suite)

Agriculture : gains d'émissions 2030 (scénario CGAAER)

1/ Gestion fertilisation (azote) : 5,1 MtCO2eq

- Optimisation des apports d'azote minéral
- Substitution azote organique/minéral
- Recours accru aux légumineuses
- Techniques innovantes : inhibiteurs de nitrification



2/ Sobriété énergétique (tracteurs, serres) : 1,6 MtCO2

3/ Séquestration du carbone dans les sols : 3,3 MtCO2

- Techniques sans labour
- Agroforesterie et haies
- Cultures intermédiaires
- Optimisation gestion des prairies

Agriculture et élevage : les gains de l'agro-écologie (suite)

Élevage

Émetteur de GES mais :

- Valorise l'herbe
- Le stockage de carbone par les prairies (systèmes allaitants) compense les émissions à hauteur de 25 à 50%
- Gain important possible par la génétique et les bonnes pratiques

réduction émissions 2030 :
(scénario CGAAER)
= 4 à 6,5 MtCO2eq/an

- Pratiques d'alimentation
  amélioration de la ration, génétique..
- Gestion des effluents :
  couverture des fosses, aération du fumier, torchères
- Autonomie énergétique
  méthanisation, agro-pellets, amélioration bâtiments

La bio-économie non alimentaire : les gains d'une gestion dynamique de la forêt et de l'innovation (chimie du végétal, bioénergies...)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

La forêt française en 2012

- 35 mds € / 170.000 emplois
- forte croissance annuelle (134 M m³/an) et forte sous exploitation (69 M m³)

Chimie verte et biocarburants en 2012 : 13 mds € / 70.000 emplois, fort potentiel innovation

Hypothèse scénario 2030 du CGAAER :

- 50.000 ha reboisés/an, meilleure mobilisation du gisement
- Part de marché de la bioéconomie dans le total « chimie, énergie et matériaux » : 10 % (contre 5 % en 2012)

Bilan 2012 et gain de GES en 2030 (en MtCO2eq/an)

	Stockage de carbone		Substitution (émissions évitées dans d'autres secteurs)		
	en forêt	en aval (filière bois)	bois d'œuvre	bois énergie	chimie verte et biocarburants
Bilan 2012	69	5	25	30	10
Scénario 2030	64	15	35	46	14
Gains GES 2030/2012	5		30		
Gain total	35				

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Gains par la réduction des pertes et gaspillage

	2012		2030	
	Pertes annuelles	**Emissions GES**	**Scénario** CGAAER	**Gain GES** (MtCO2eq/an)
Terres agricoles (artificialisation)	< 70.000 ha/an (en baisse)	14 MtCO2eq/an	-30%	**8 à 10**
Prairies permanentes (retournement)	< 57.000 ha/an	13,8 MtCO2eq/an	-30%	
Aliments (gaspillages)		750 kgCO2eq/hab/an	-20%	**8 à 10**

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

Synthèse potentiel d'atténuation 2030 et leviers

Action	Attenuation 2030 (MtCO2eq/an) Scenario CGAAER	Leviers (actuels et futurs)
Agriculture et élevage : Transition agro-écologique	**12 à 15**	• Evolution R et D, formation, conseil … • Acteurs économiques : agriculteurs pionniers, GIEE, coopératives, industriels… • PAC, paiements services environnementaux, aides méthanisation… • « 4 pour 1000 »
Gestion dynamique forêt, filière bois et bioéconomie • Stockage carbone • Substitution bio-produits	**28 à 35**	• Promotion bois dans la construction • Politique reboisement et mobilisation gisement • Paquet énergie climat et stratégie bas carbone : appui biocarburants 2ème génération et chimie du végétal, fiscalité, aides et tarification
Préservation terres et prairies	**8 à 10**	• Outils politique agricole : CDCEA, ZAP, évolution PAC, SIE.., labels viande élevée à l'herbe, paiements services environnementaux • Outils urbanisme : SAR, SCOT, PLU
Réduction gaspillage alimentaire	**8 à 10**	Ex : accords GMS / associations pour récupération des invendus, restauration collective…
TOTAL	**56 à 70**	

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

Le secteur des terres pourrait donc représenter jusqu'à la moitié de l'atteinte de l'objectif national 2030 d'atténuation de GES

	1990	2012	Objectif 2030
Émissions GES France	529 MtCO2eq	446 MtCO2eq	- 40% par rapport à 1990 Soit : < 317 MtCO2 = **- 129 MtCO2eq/an** / 2012
Réduction GES 2030/2012 AFOLU / scénario CGAAER			**50 à 76 MtCO2eq/an en 2030**, dont : ➢ Réductions directes et indirectes : 24 à 31 ➢ Stockage C (sols et biomasse) : 7 à 9 ➢ Substitution : 25 à 30

AFOLU = jusqu'à 50 % de l'objectif d'atténuation GES France 2030

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

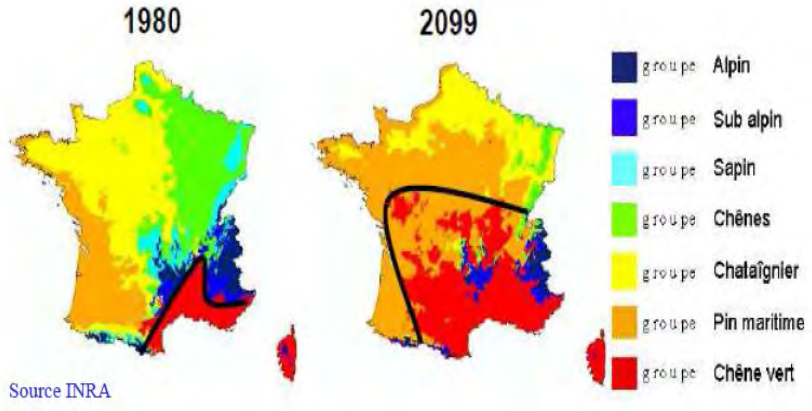
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

II.3. Une condition : réussir l'adaptation

Méditerranéïsation : ex forêt



GIEC : 3 risques pour l'Europe

- **Relation eau et agriculture :**
  - augmentation des besoins en eau
  - des étiages + sévères et + longs
- **Mal-urbanisation / inondations**
- **Canicules / santé et productivité**

= Besoin infrastructures hydrauliques + extension et efficience de l'irrigation pour prévenir les risques, sécuriser les systèmes

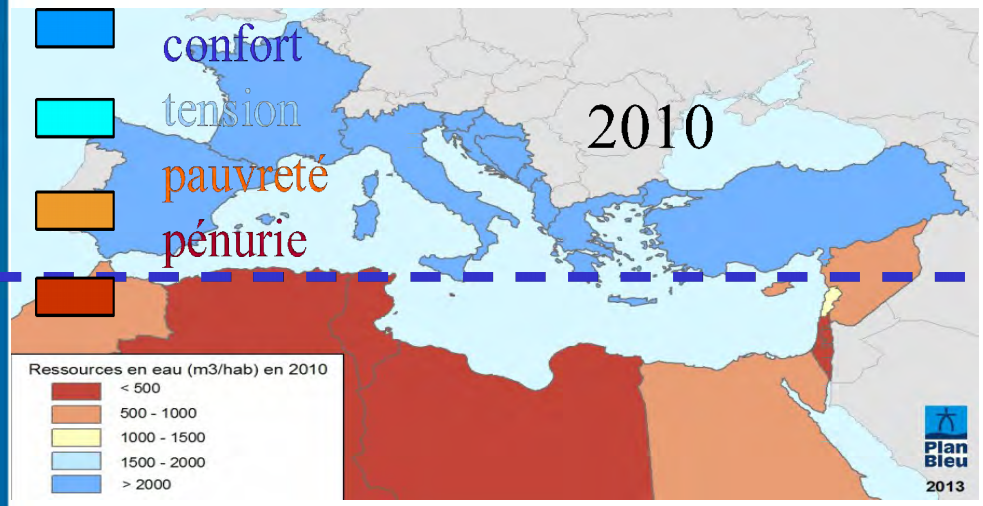
Adaptation secteur des terres =

- **Eau**
- **Agro-écologie**
- **Autres : accès à semences adaptées, raccourcissement des cycles (forêts)...**

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

Des ressources en eau inégalement réparties

290 millions de méditerranéens en pénurie en 2050 (64 en 2010) ?



Nord* :
90% des ressources eau
Demande en eau = 138 km3
= 13% des ressources conv. potentielles

Sud :**
10% des ressources eau
Demande en eau = 116 km3
= 105% des ressources c. p.

La France a la chance de disposer d'une ressource en eau abondante, encore très peu stockée :

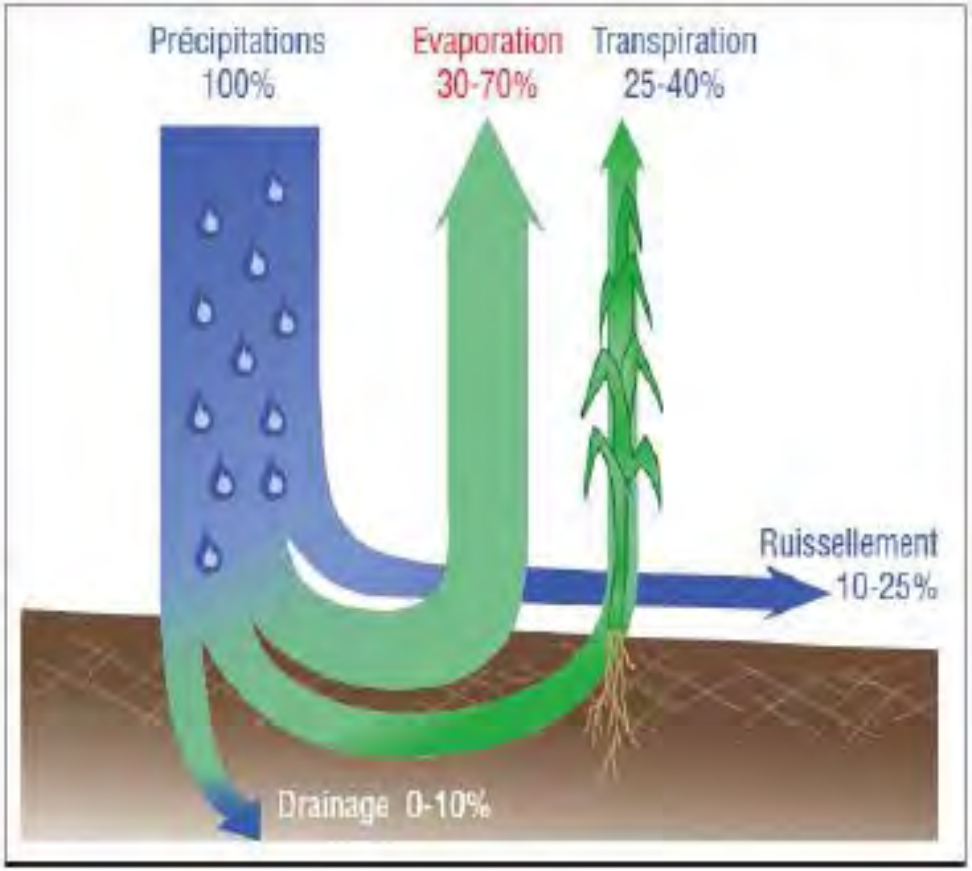
- Total « consommé » = 5,35 km³/an
- Total ressource mobilisable = 175 km³/an
- Part consommé/écoulements = 3 %
- Capacité stockage env 3 % contre 50 % Ebre (Espagne) et 200 % Oum er Rbia (Maroc)

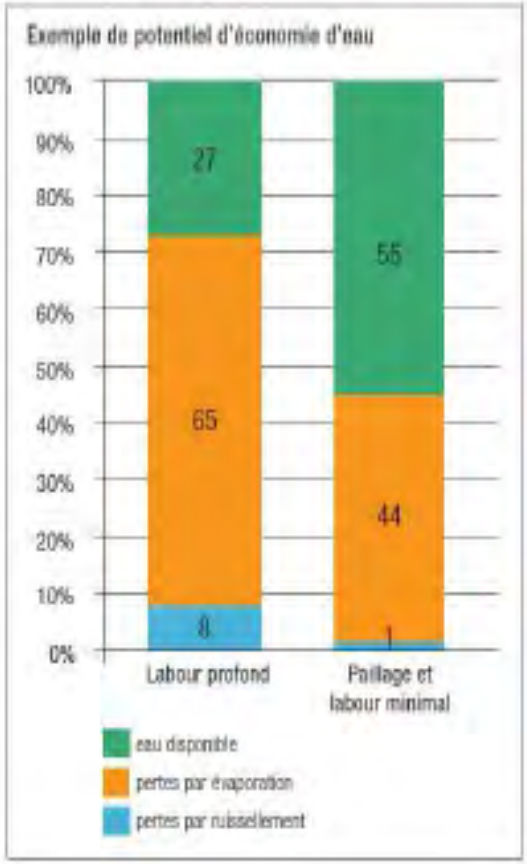
Les pays riches en eau devront contribuer à sécuriser (commerce) les approvisionnements alimentaires croissants des pays en pénurie

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

Eau bleue / eau verte
Agro-écologie et productivité/résilience
Mieux valoriser aussi l'eau verte





Source : La pratique de la gestion durable des terres ; TerrAfrica, FAO, WOCAT, 2011

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

CONCLUSION : vers des « territoires climato-intelligents »

A chaque territoire de développer sa propre solution, réussir le triple gain production / adaptation / atténuation

1. Quels risques, quelles solutions d'adaptation ?

2. Quel potentiel d'atténuation ? Quel potentiel de production ?

3. Comment mieux gérer/valoriser les ressources rurales / réussir le « triple gain », agir « local » en tenant compte du « global » (climat et alimentation) **?**

- **Agro-écologie :** rétention eau/enrichissement des sols (4 pour1000), diversification, légumineuses, autonomie, gestion prairies, élevage… + préservation des prairies + sélection variétale, génétique
- **Eau = stockage, transferts, extension/efficience de l'irrigation** (dans le respect de la directive européenne cadre sur l'eau)
- **Forêts / filière bois** : reboisement, mobilisation du gisement, transformation, utilisation du bois dans la construction
- **Nouvelles biofilières agricoles** (chime du végétal...), **innovation**,..
- **Réduction gaspillages en terres** (étalement urbain) **et en aliments**

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

III. Des exemples de solutions dans différents contextes

1. Agro-foresterie

Ex : Niger sud

• 5 millions ha régénérés par 1 million de paysans depuis 1985

• + 500.000 t de grains (de quoi nourrir 2,5 millions hab en plus)

En Zambie, au Mali (plaine du Seno), au Malawi. Des rendements qui peuvent doubler

+ 20 à 60m3 bois/ha/an + 2 à 6 tonnes de fourrage

Système agro-forestier au Niger
à haute densité de Faiderbia albida

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

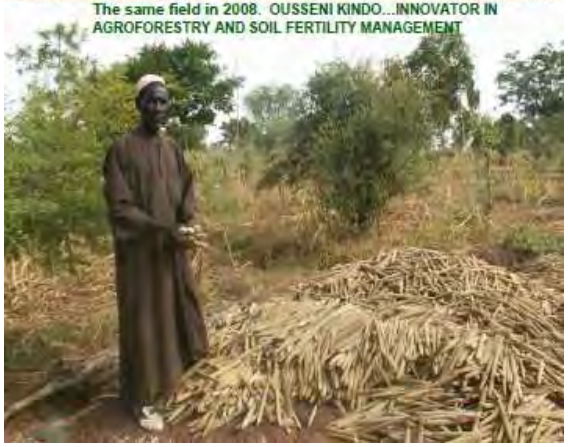
MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER

CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

2. Recueil des eaux de pluie / technique du zaï (améliorée par Ousseni Kindo)

500.000 paysans Burkina et Mali engagés depuis 1985 :



Avec micro-dosage (apports ciblés d'engrais en très faible dose) : rendements millet et sorgho doublés, revenus accrus de 50 à 130 %

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

3. Aménagement des terroirs

Ex de La région du Tigré en Ethiopie

- la + sèche du pays
- de terribles famines dans les années 1980
- devenue depuis la plus sûre en eau du pays !

- 1 million ha restaurés depuis les années 1990
- Reboisements + terrasses et 1/2 lunes
  + création de centaines de petits barrages et puits
- 90 millions de tonnes de sols et pierres transportées à la main
- Irrigation passée de 40 ha à 40.000 ha depuis 1990
- Autosuffisance alimentaire recouvrée depuis 2007

4. Restauration des terres dégradées par semis de légumineuses

De très grandes étendues dégradées en Méditerranée (Maghreb, Levant, Turquie, Espagne, Portugal, Italie…) avec forte perte de productivité / déprise et feux

Une restauration exemplaire au **Portugal** par recours à la **biodiversité locale (semis légumineuses)** + apports phosphore

· 500.000 ha restaurés en 20 ans

• Productivité et séquestration carbone doublées

• Des co-bénéfices majeurs : eau, biodiversité, paysages

5. Agriculture de conservation / grandes cultures

Nées années 1930 aux USA en réponse aux sécheresses, tempêtes de sable

105 millions ha au niveau mondial dont 25 au Brésil
rendements : + 20 à 120 %
· eau : - 20 à - 50 %

Exemple de l'exploitation de M Brandt en Ohio (USA) :

· 1150 acres
· Non labour depuis 1971
· Semis SCV depuis 1978
· Cultures dérobées, associées. Fort recours aux légumineuses.
. Élimination des cultures intermédiaires par roulage
· Innovation continue

· Taux de matière organique passé de 0,5 à 8 % de 1971 à 2015
· Baisse de consommation de pesticides jusqu'à 90 %
· Rendements : + 15 % (maïs) à + 45 % (soja) / moyenne locale
· Coûts de production 210 $/acre (moyenne locale 480$)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

CGAAER

CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

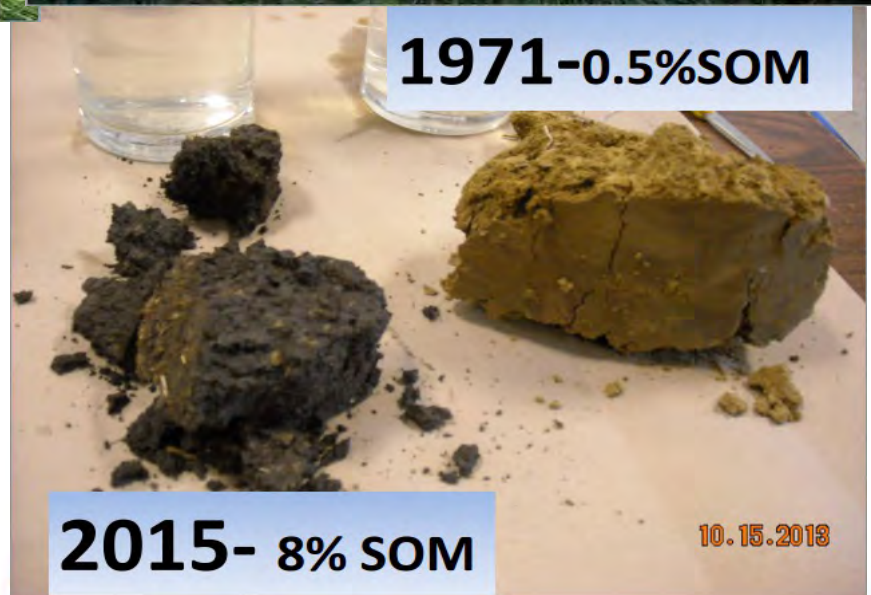
agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

Rolling Rye after planting, effective plant termination without herbicide

Can be done on small scale for vegetable growers

05.24.2015

Innovative Seeding Methods for Corn and Bean Farmers



1971-0.5%SOM

2015- 8% SOM

10.15.2013

6. Systèmes associés agriculture/forêt/élevage au Brésil

Objectif 2030 du Brésil (INDC COP 21) :

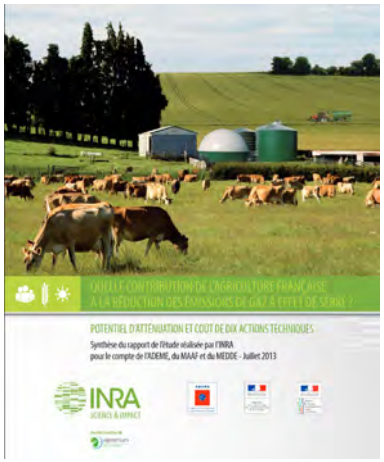
- restauration des terres dégradées : + 15 millions ha
- zéro déforestation (déjà -85 % depuis 2005) ; reboisement
- 18 % biomasse (biofuel durable) dans le mix énergétique contre 5,6 % en 2012
- zéro labour, gestion de l'azote et des fumures, recours aux légumineuses
- intégration élevage/forêt/cultures

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DES ESPACES RURAUX

Merci pour votre attention



Pour en savoir plus:

Rapport du CGAAER n°14056

http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/rapport_agriculture_14_fev_2015_version_finale_cle45a8c5.pdf

Étude INRA

http://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/237958-637ec-resource-etude-reduction-des-ges-en-agriculture-synthese-90-p-.html

Initiative 4 pour 1000

http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/1509-climat-4pour1000-fr-bd.pdf

agriculture.gouv.fr
alimentation.gouv.fr

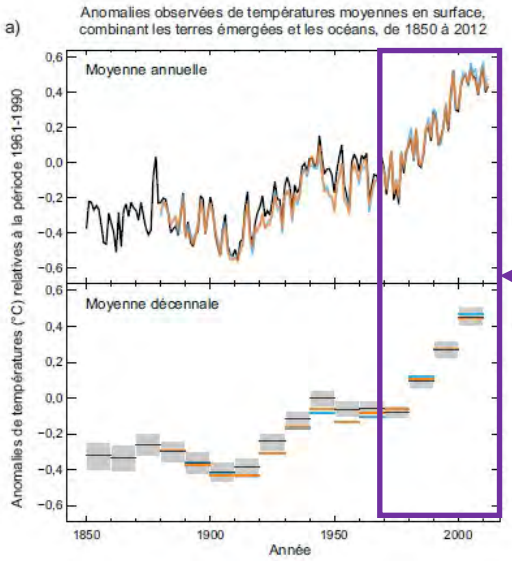
La Réunion face au changement climatique : constat et projections

Conférence-débat sur le changement climatique et le monde agricole
Saint-Joseph le 04/11/2015

François BONNARDOT
Responsable du service Etudes et Climatologie
de Météo-France
pour l'Océan Indien

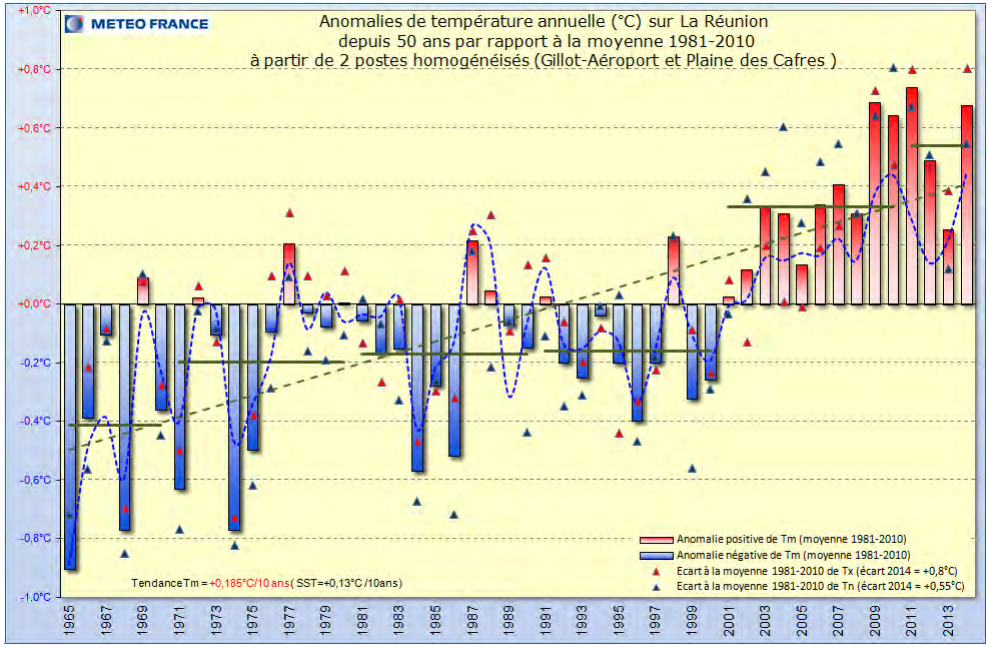
Quelle tendance sur les températures?

Global



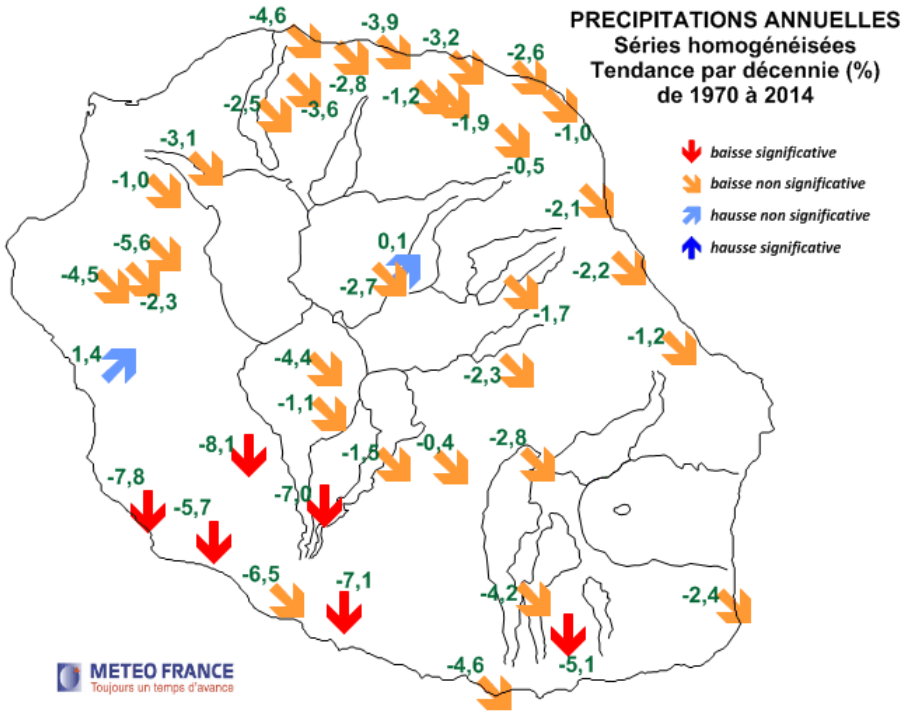
Tiré du 5ème rapport GIEC : Anomalies observées de températures moyennes en surface, combinant les terres émergées et les océans, de 1850 à 2012, tirées de trois ensembles de données. Partie supérieure: valeurs moyennes annuelles. Partie inférieure: valeurs moyennes décennales comprenant l'estimation d'incertitude pour un ensemble de données (noir). Les anomalies sont relatives à la moyenne sur la période 1961−1990

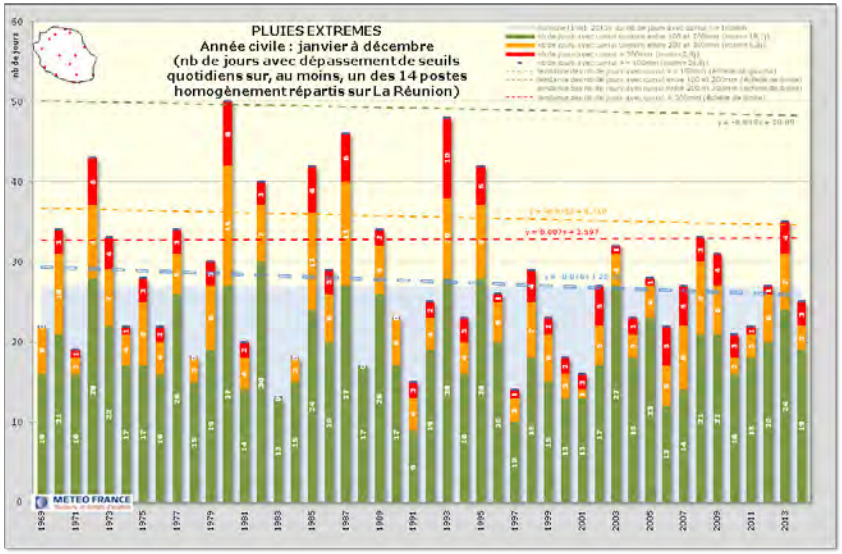
La Réunion



Le diagnostic sur l'évolution de la température à La Réunion est réalisé à partir des données issues de 6 postes possédant des mesures depuis au moins 40 ans, situés à diverses altitudes et sur différents secteurs de l'île. L'analyse des tendances révèle une hausse significative des températures moyennes sur l'ensemble de ces postes de l'ordre de 0,15°C à 0,2°C par décennie (soit un peu moins d'1°C en un demi-siècle).

Et les pluies?

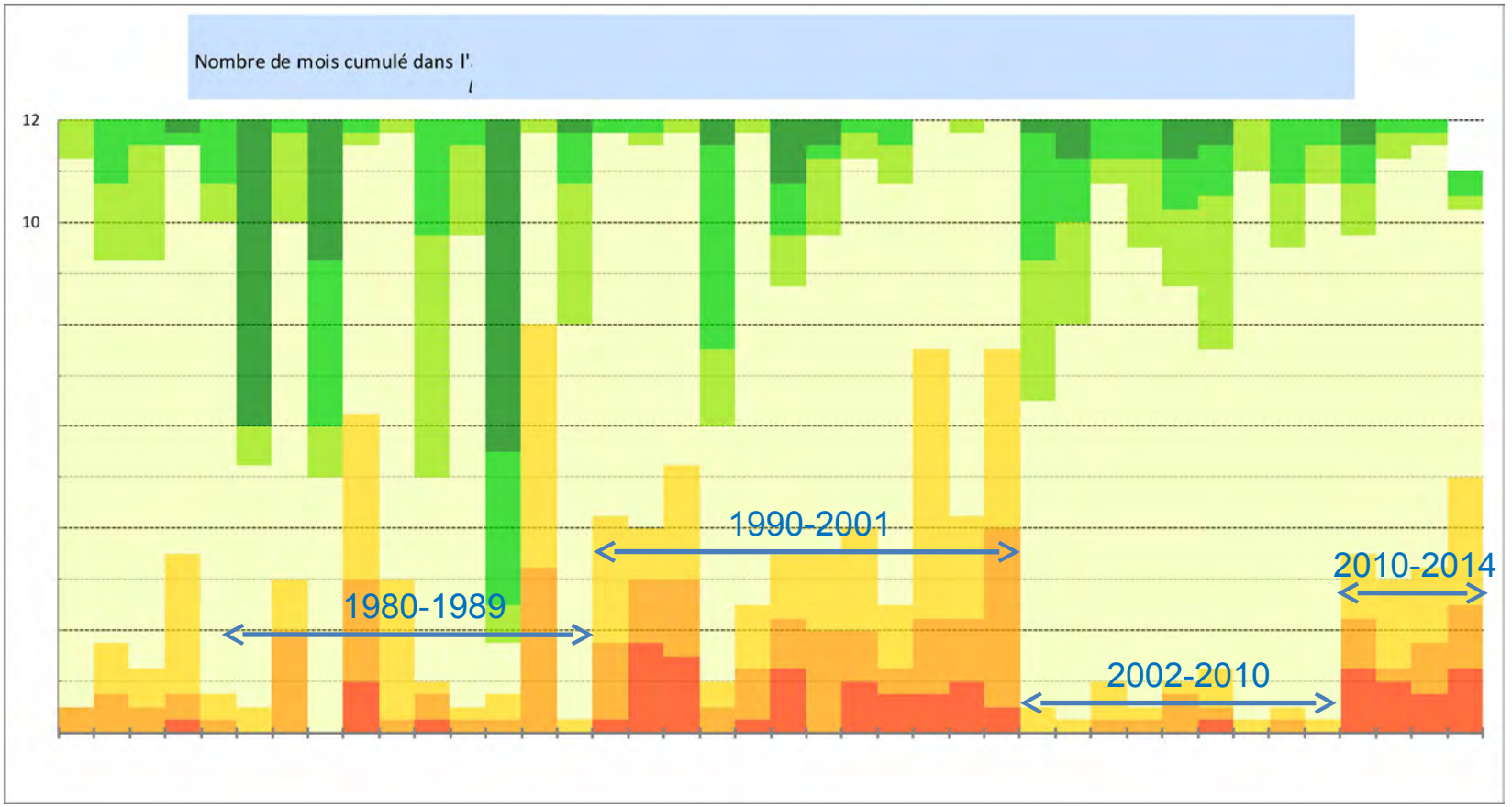




L'élaboration de tendances climatiques sur les phénomènes extrêmes tels que les fortes pluies ou encore les sécheresses est complexe du fait des échantillons trop limités marqués par une forte variabilité interannuelle et interdécennale. Pas de tendance visible sur l'occurrence des épisodes de pluies intenses à la Réunion.

Tendance significative à la baisse sur le cumul annuel des précipitations du sud-ouest de l'ile (-6 à -8 % par décennie depuis 1970). Ailleurs, signal peu significatif.

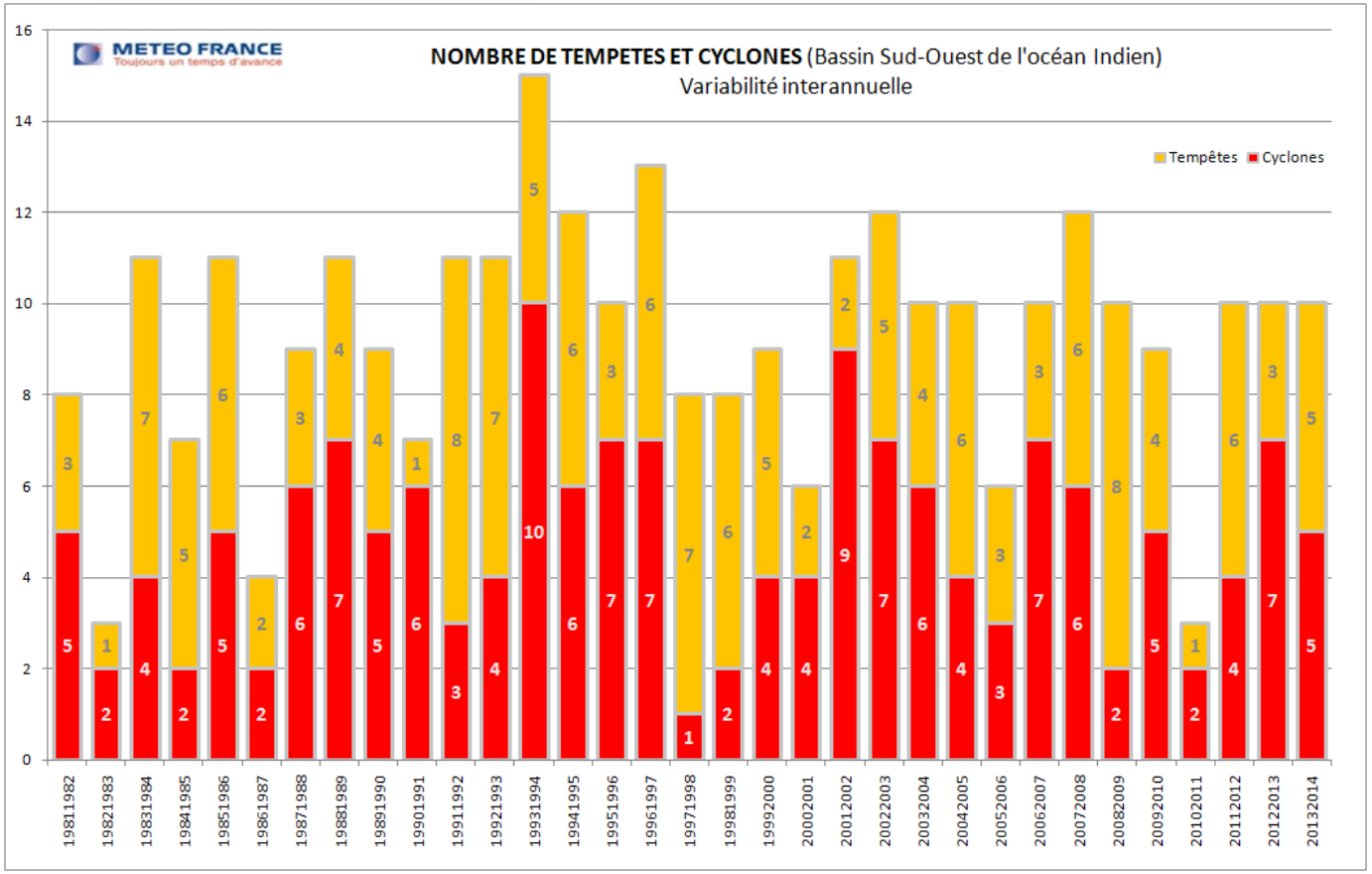
La sécheresse?



Aucune tendance significative de long terme sur l'intensité des sécheresses à La Réunion

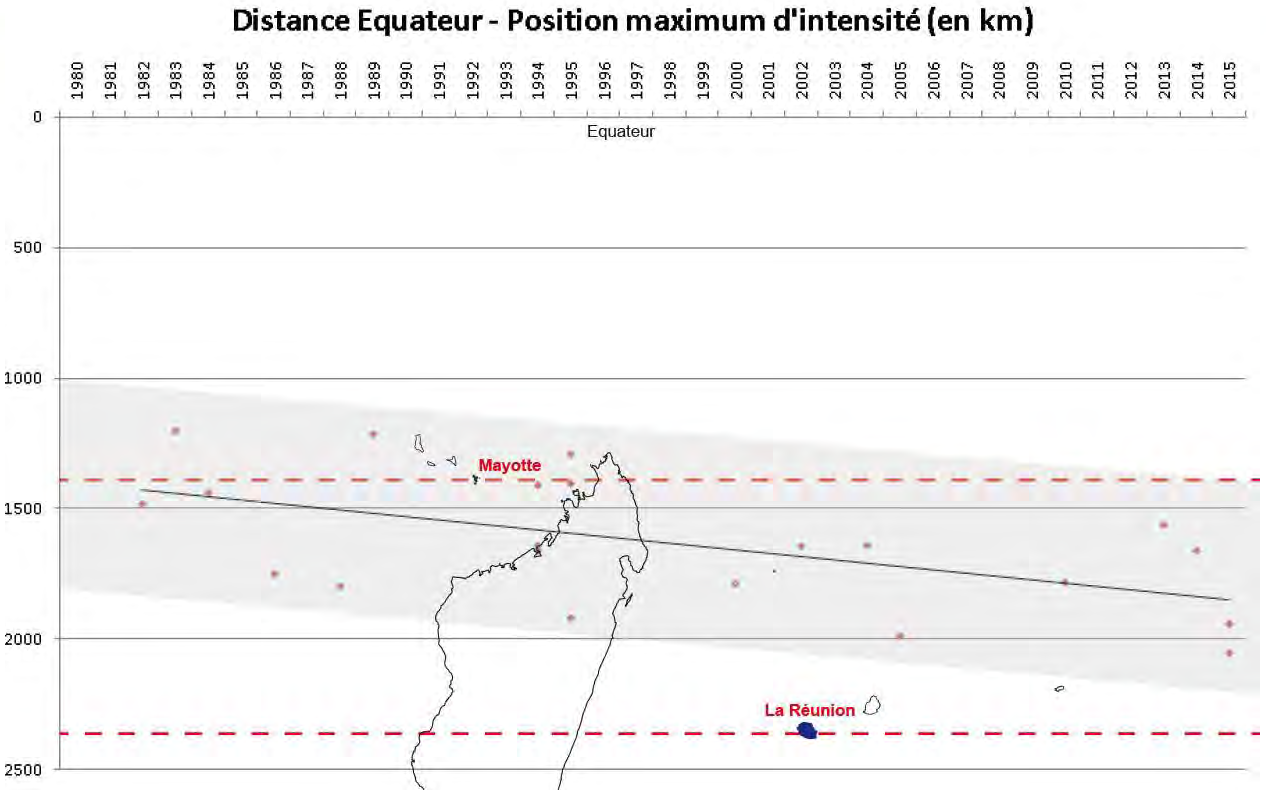
- Échantillon trop court (seulement 40 ans)
- Phénomène marqué par une forte variabilité interannuelle avec des cycles décennaux marqués…

L’activité cyclonique



L’activité cyclonique sur le bassin sud-ouest de l’océan Indien présente une forte variabilité interannuelle et inter décennale. Aucune tendance n’est, dans l’état actuel des connaissances, décelable sur le nombre de systèmes tropicaux affectant notre région durant les 40 dernières années.

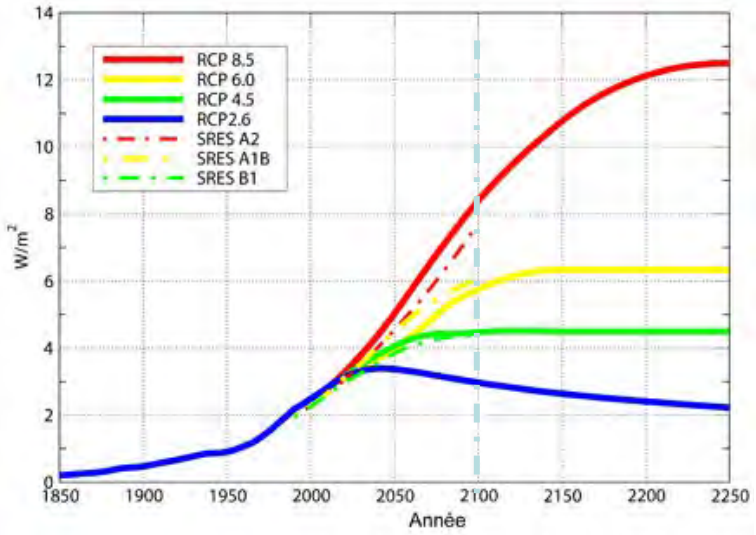
L'activité cyclonique



Les travaux en cours à la DIROI (ré-analyse de données cyclones) mettent en évidence une migration significative des pics d'intensité des cyclones intenses vers le sud depuis 30 ans. Cette tendance confirme les récents travaux publiés par Kossin & al à l'échelle globale.

Changement climatique à l'échelle globale
Simulations du GIEC

➢ 4 trajectoires d'émissions de gaz à effet de Serre… et de hausse globale des températures

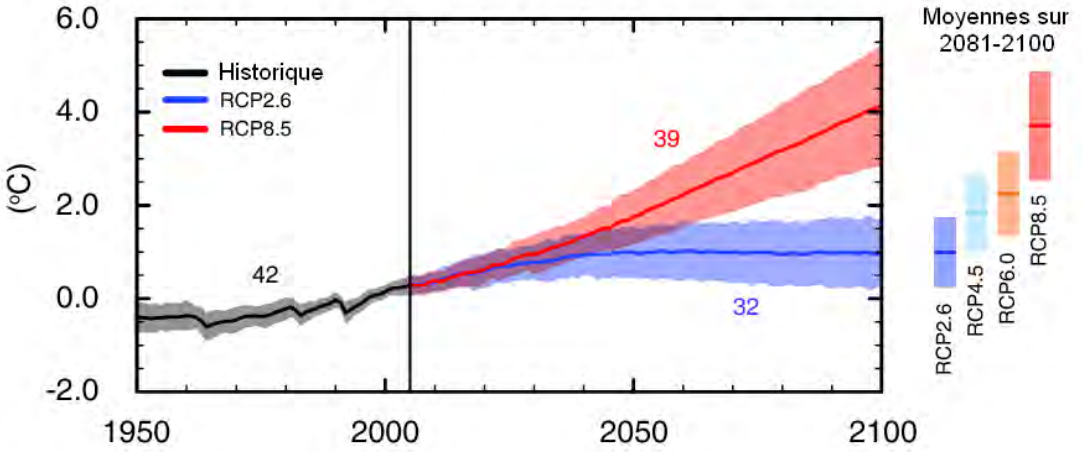


→ **RCP 8.5** ~ poursuite de la croissance démographique et développement non-coordonné sans rupture technologique

→ **RCP 6.0** ~ plafonnement de la croissance démographique à 9 milliards d'individus, développement homogène et innovations technologiques

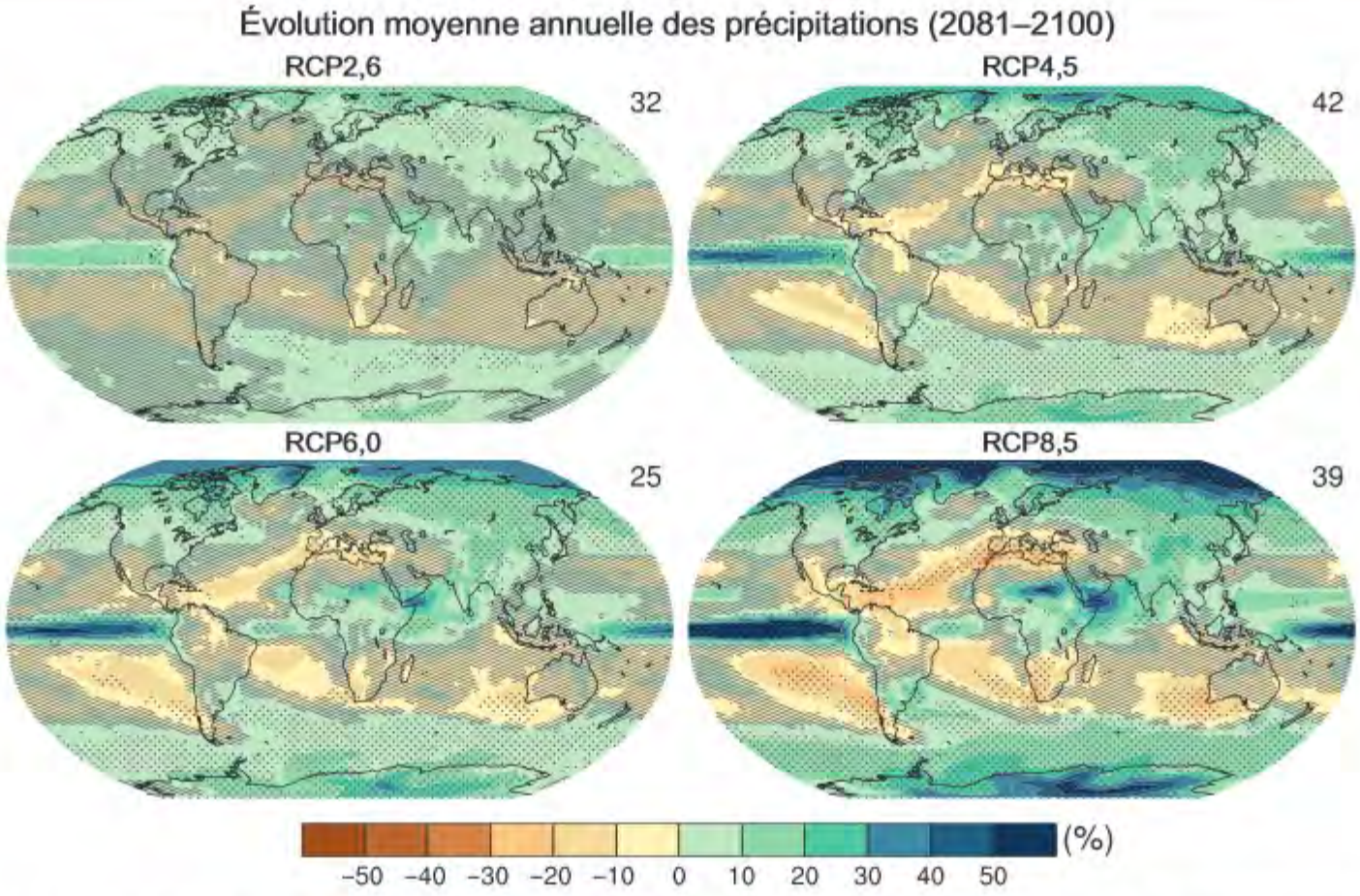
RCP 4.5 ~ plafonnement de la croissance démographique à 9 milliards d'individus, développement coordonné, transition économique, généralisation de technologies énergétiquement efficaces

RCP 2.6 ~ intégration des effets de politiques de réduction des émissions susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C



Changement climatique à l'échelle globale
Simulations du GIEC

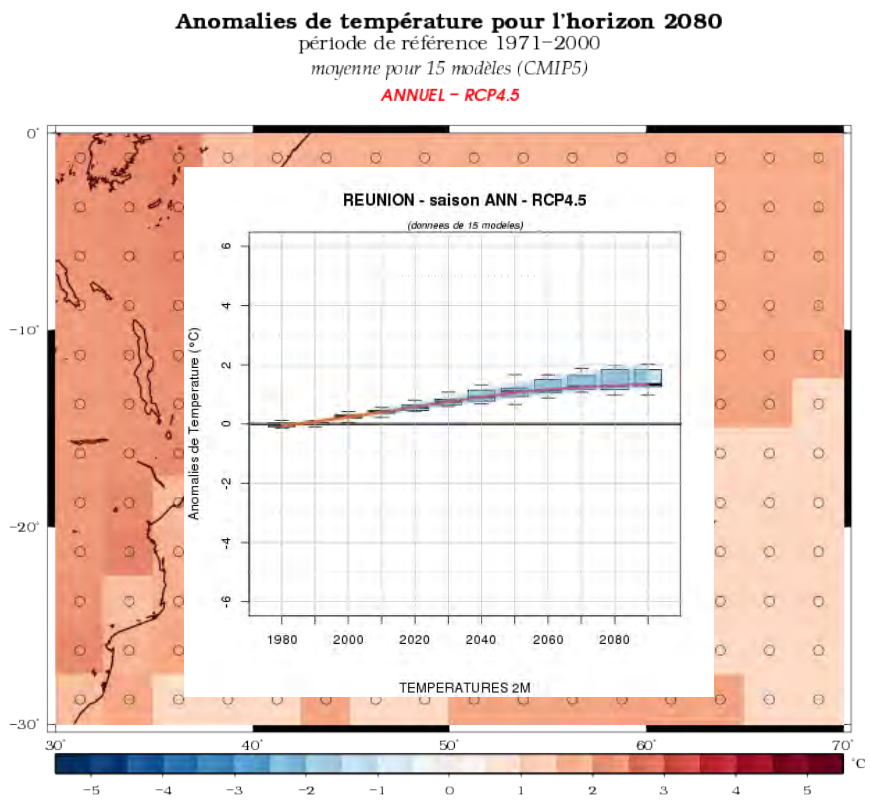
- Effets très incertains sur les pluies



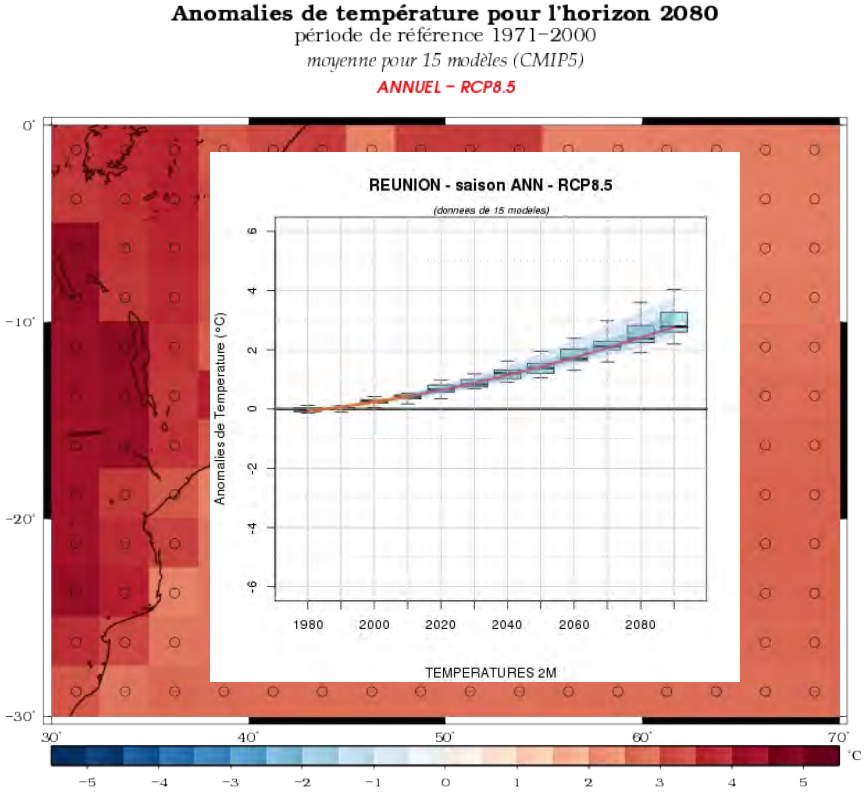
Programme CMIP5
Simulations globales exploitées pour le 5ème rapport du GIEC

La réponse climatique sur l'océan Indien (sud-ouest) à l'horizon 2080 les températures

- L'ensemble des simulations (CMIP5) prévoient la poursuite du réchauffement sur notre région

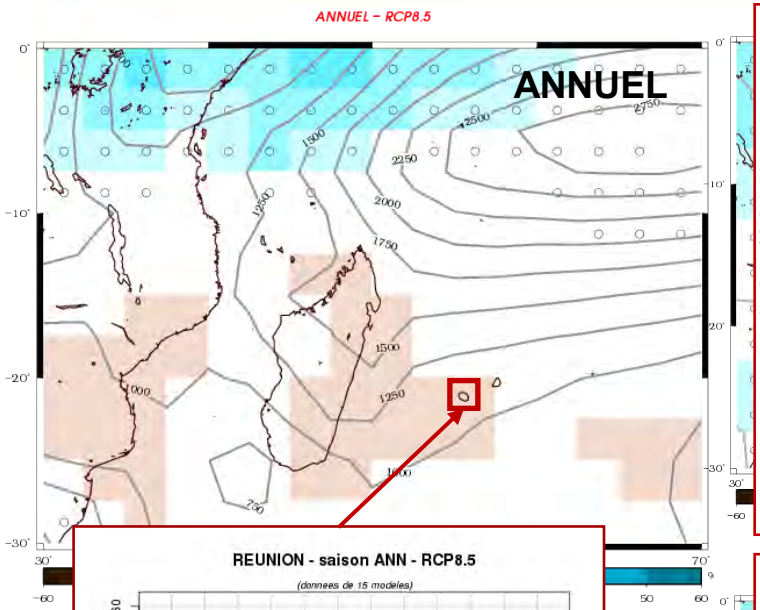


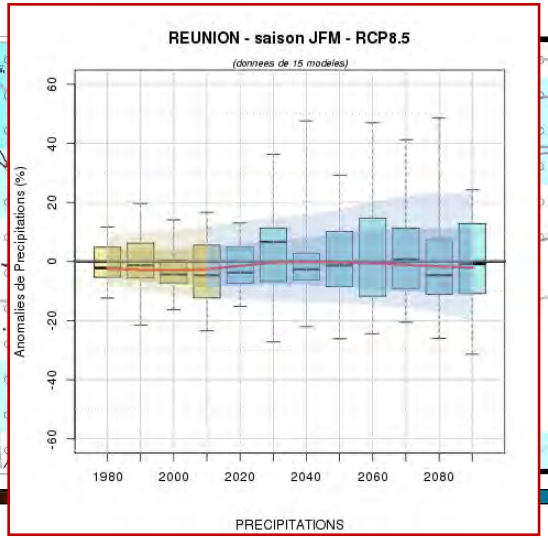
RCP4.5 : plafonnement du réchauffement dans la deuxième moitié du XXIème siècle (<2°C)

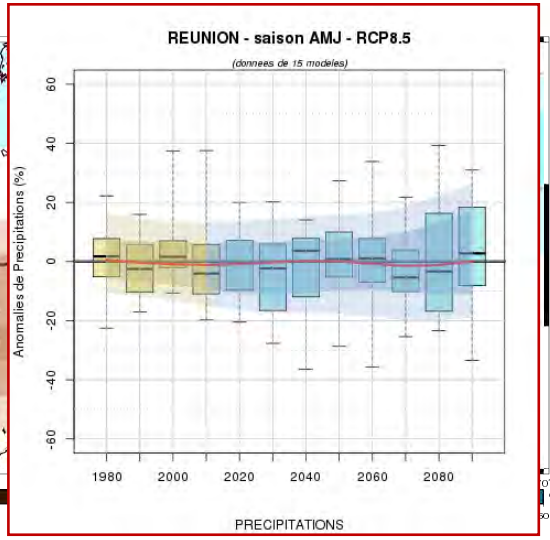


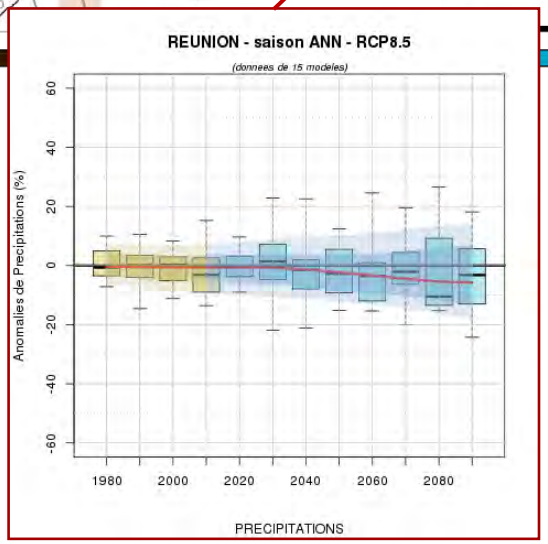
RCP8.5 : accentuation du réchauffement dans la deuxième moitié du XXIème siècle (>2°C)

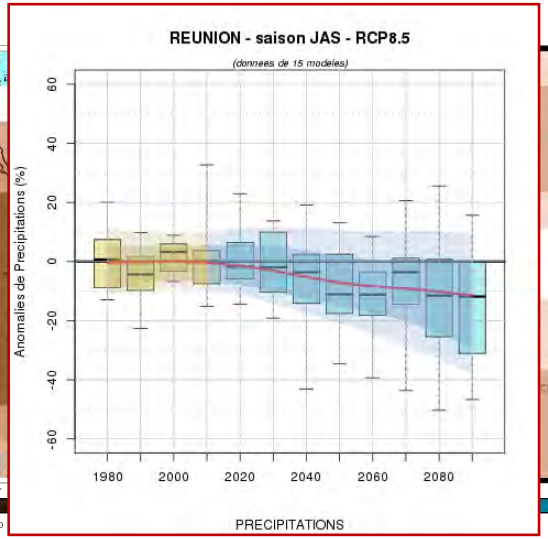
Précipitations – RCP85 – Horizon 2080
Anomalie moyenne pour 15 modèles (CMIP5)

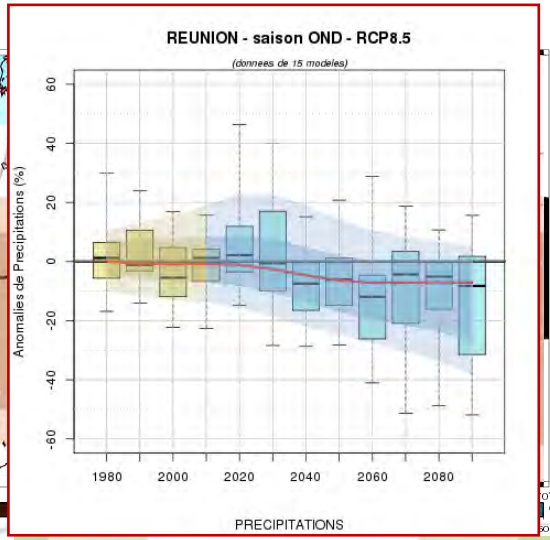






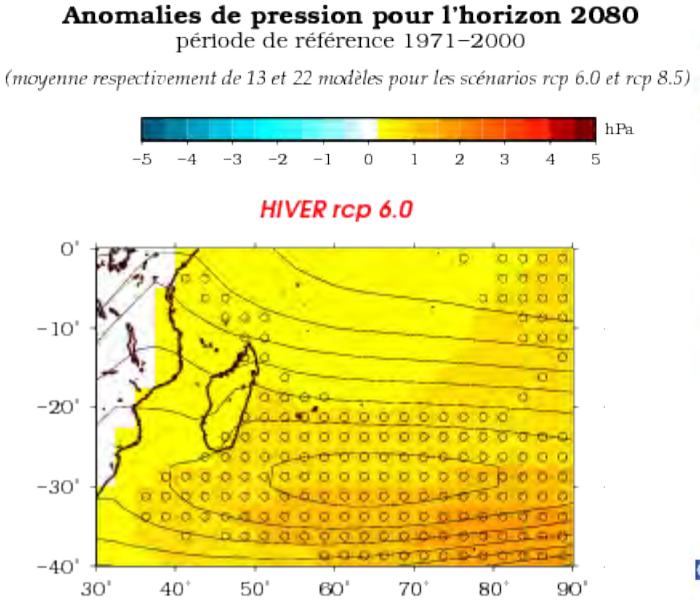


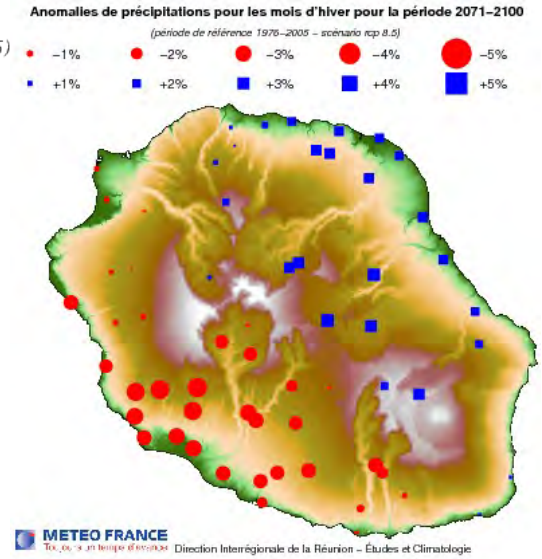




Besoin de détailler l'impact réel à l'échelle des multiples climats de La Réunion → **descente d'échelle**

- Forts contrastes climatiques à La Réunion du fait de son relief marqué
- Réponse aux changements globaux probablement différente selon les secteurs (notamment vis à vis des précipitations)
- Les modèles climatiques globaux du GIEC ont une résolution trop grossière pour appréhender les interactions du relief avec le climat de grande échelle
- Mise en œuvre de méthodes de descente d'échelle climatiques :



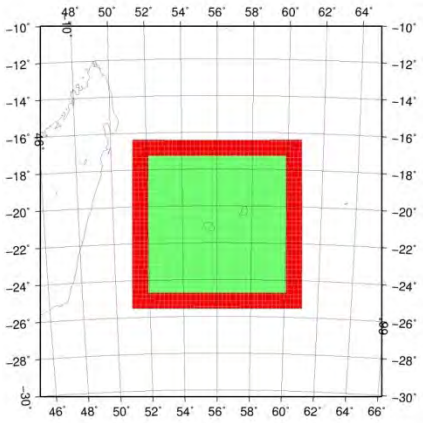


Le renforcement de l'anticyclone des Mascareignes pendant l'hiver austral devrait se traduire par un renforcement du flux d'alizé

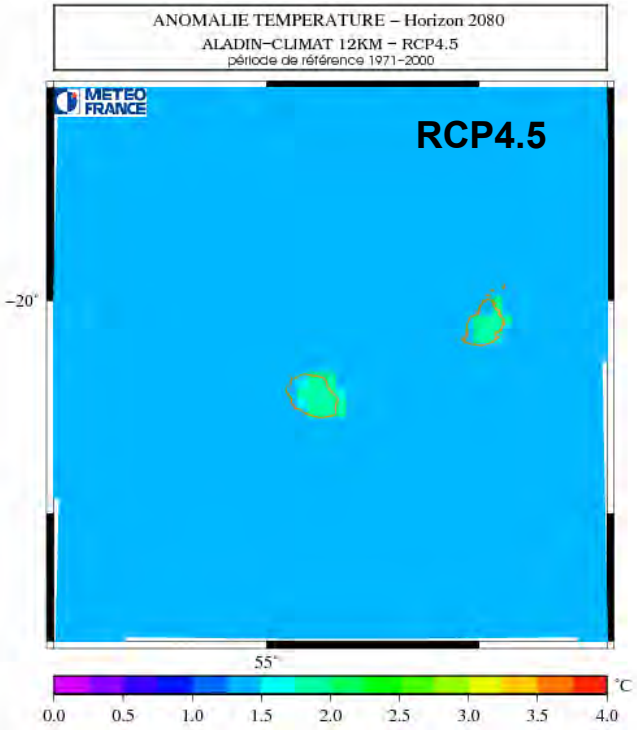
→ Accentuation du contraste pluviométrique nord-est/sud-ouest

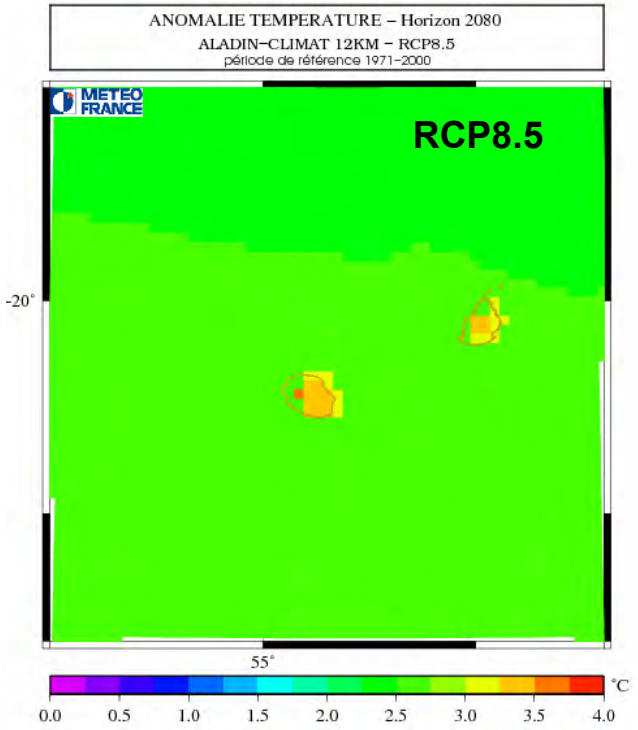
Descente d'échelle avec un modèle climatique régional ALADIN-climat 12km

- Températures : une résolution de 12km permet de représenter de manière très simplifiée l'orographie de La Réunion
- Le modèle prévoit une augmentation de la température plus importante sur les petits territoires insulaires (augmentation > 3°C pour le scénario RCP8.5)



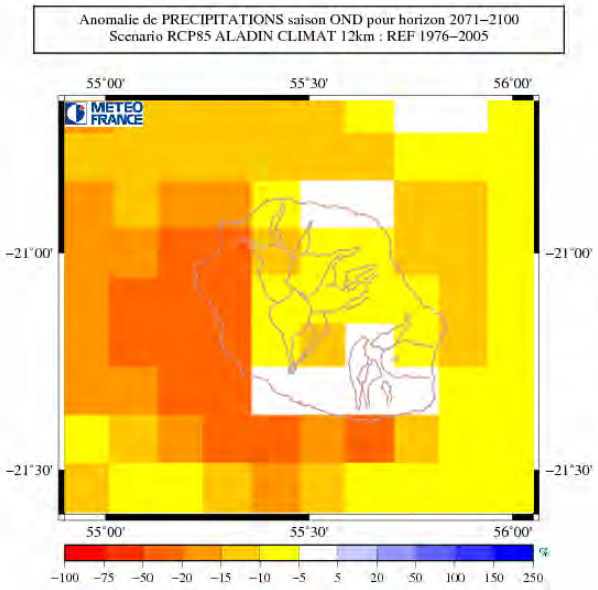
Domaine couvert par ALADIN-climat



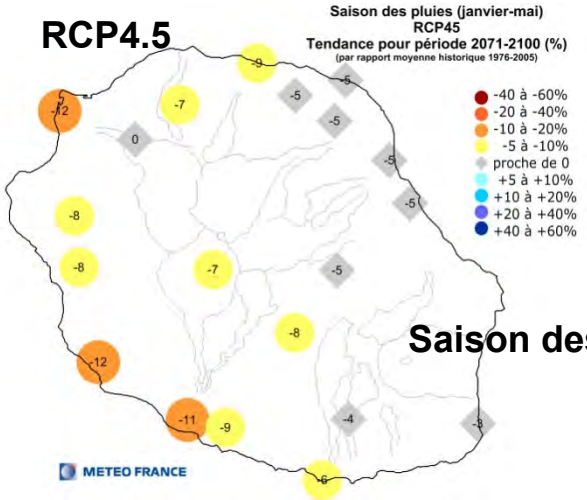


Descente d'échelle avec un modèle climatique régional

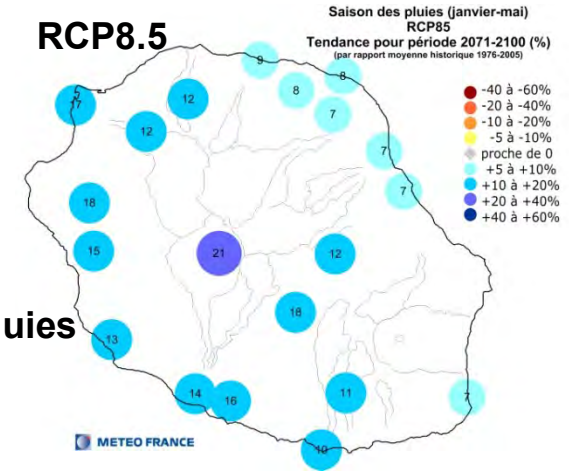
- Précipitations
  - ✓ une incertitude très forte sur les cumuls de la saison des pluies (forte dépendance à la « gestion » des épisodes de pluies intenses et des cyclones)
  - ✓ **confirmation d'une tendance à l'assèchement sur la saison sèche**



RCP4.5

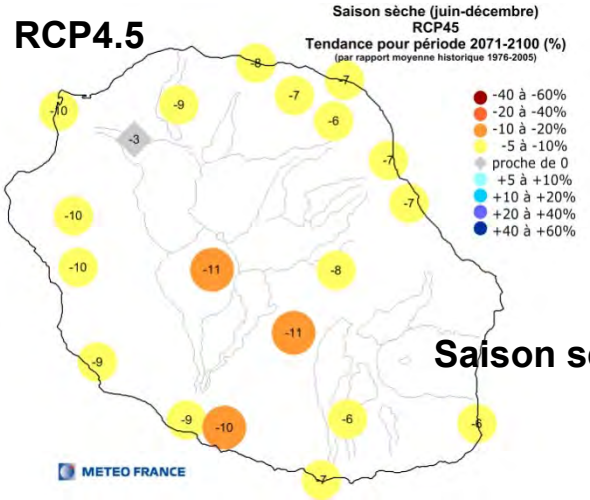


RCP8.5

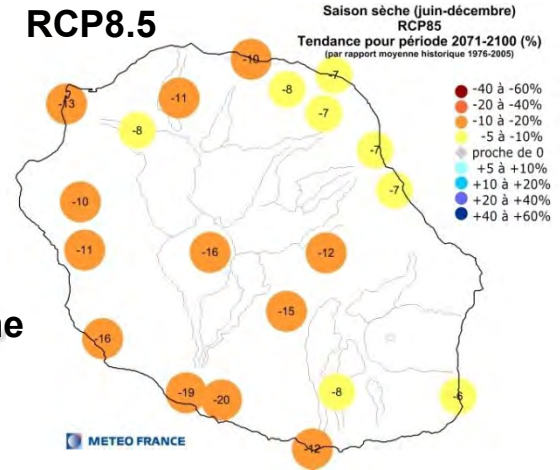


Saison des Pluies

RCP4.5



RCP8.5



Saison sèche

Perspectives

- Poursuivre les travaux de descente d'échelle pour affiner les projections

→ Nécessité de mettre en œuvre d'autres modèles climatiques régionaux
→ Challenge sur l'évolution de l'activité cyclonique sur notre bassin
→ Challenge sur les phénomènes de type sécheresse

- Travailler sur la quantification des **impacts** du/des changements climatiques observés et prévus

→ Nécessite des collaborations entre les climatologues et les acteurs socio-économiques
→ Nécessite la définition d'indicateurs climatiques pertinents en lien avec la ou les problématiques visées

Merci pour votre attention

François BONNARDOT
francois.bonnardot@meteo.fr

Retrouvez-nous sur www.meteofrance.re
et sur www.meteofrance.yt

Conférence-débat sur le changement climatique et le monde agricole – 4 novembre 2015

Rôle du climat sur les forêts & Rôle des forêts sur le climat

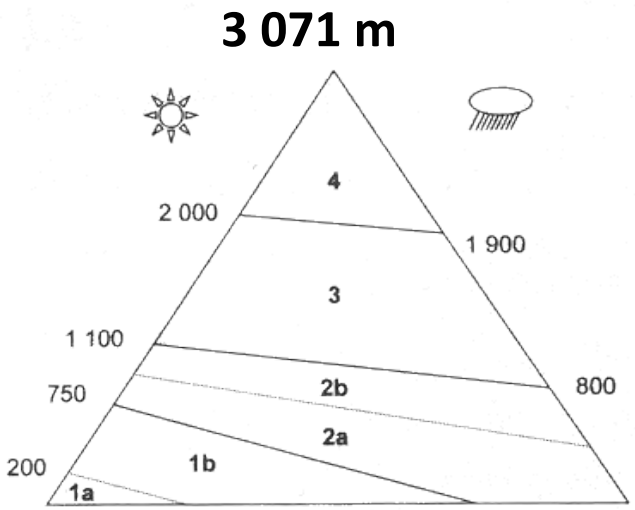
Par Julien TRIOLO, Office National des Forêts - La Réunion

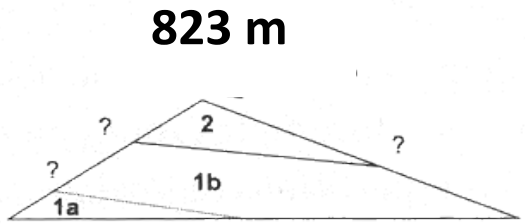
Première partie :

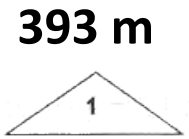
La Réunion est une île privilégiée pour observer l'influence du climat sur les forêts

Seule une dizaine d’îles dans le monde culmine à 3000 m d’altitude …

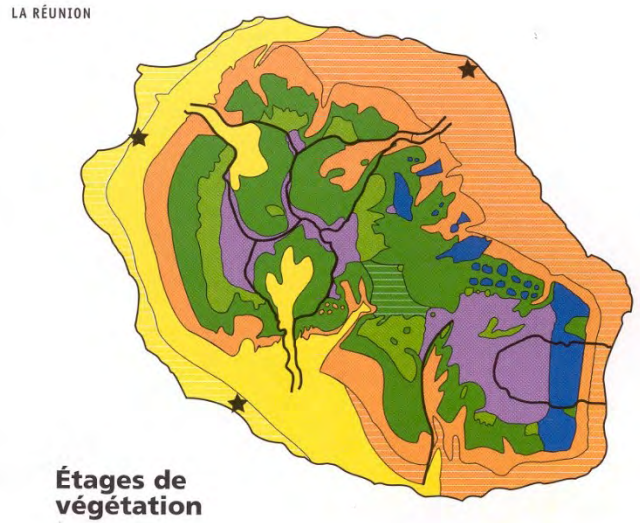
Influence de l'altitude et du climat sur la végétation : exemple de l'archipel des Mascareignes

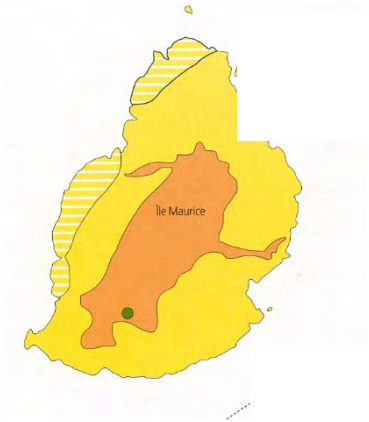


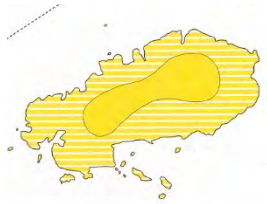




La Réunion | **Maurice** | **Rodrigues**





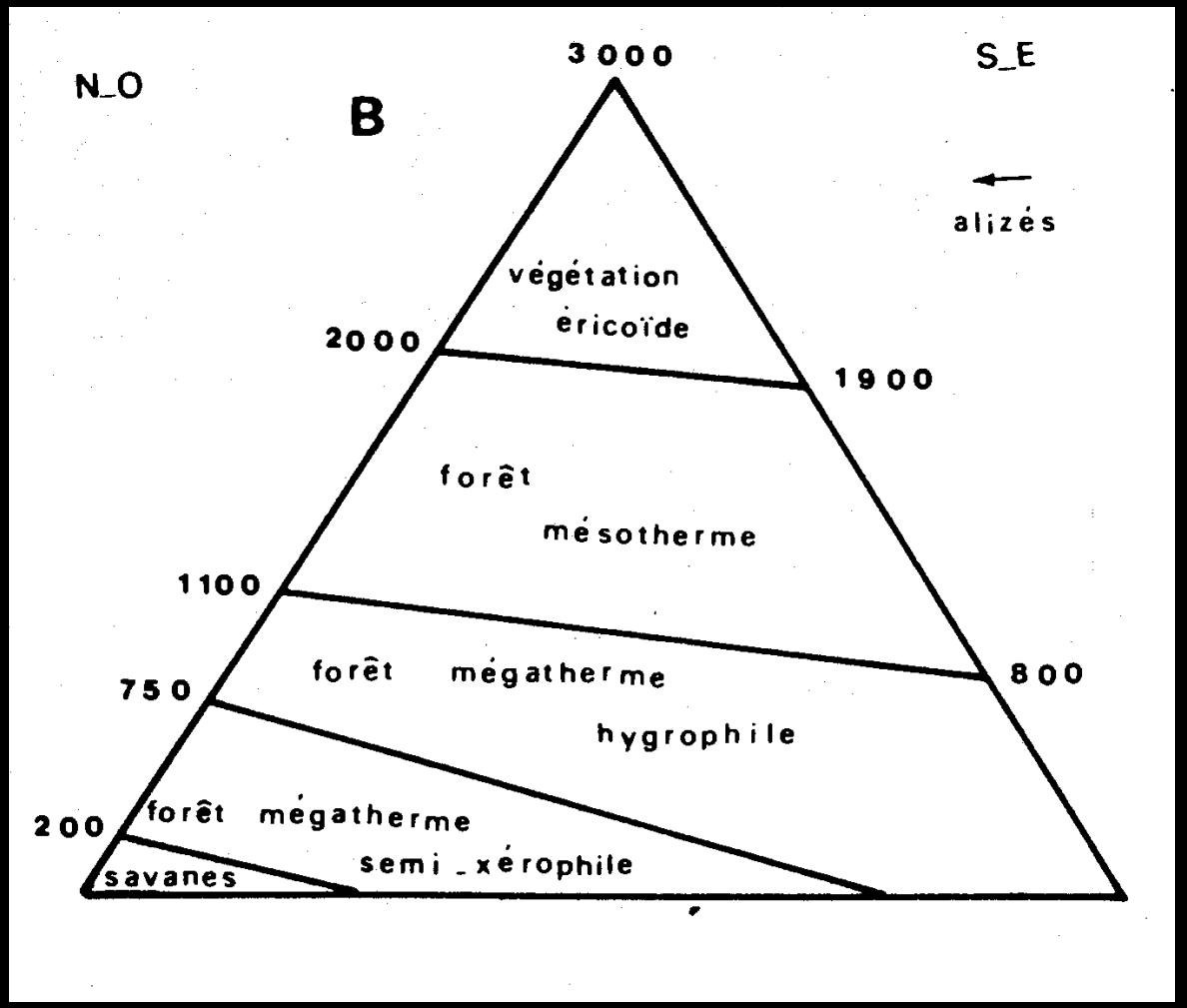


2 512 km² | **1 865 km²** | **109 km²**

La hauteur de l'île entraîne :

Différences thermiques importantes entre régions des « Bas » et des « Hauts » *(diminution de 0.65 °C pour 100 m de dénivellation)*

Différences de précipitions importantes entre régions « Au vent » et « Sous le vent »



Série de végétation selon T. Cadet, 1980

- **<u>de 0 à 1000 m. d'altitude</u>** :

- Forêt tropicale humide, dans l'Est et le Sud-Est

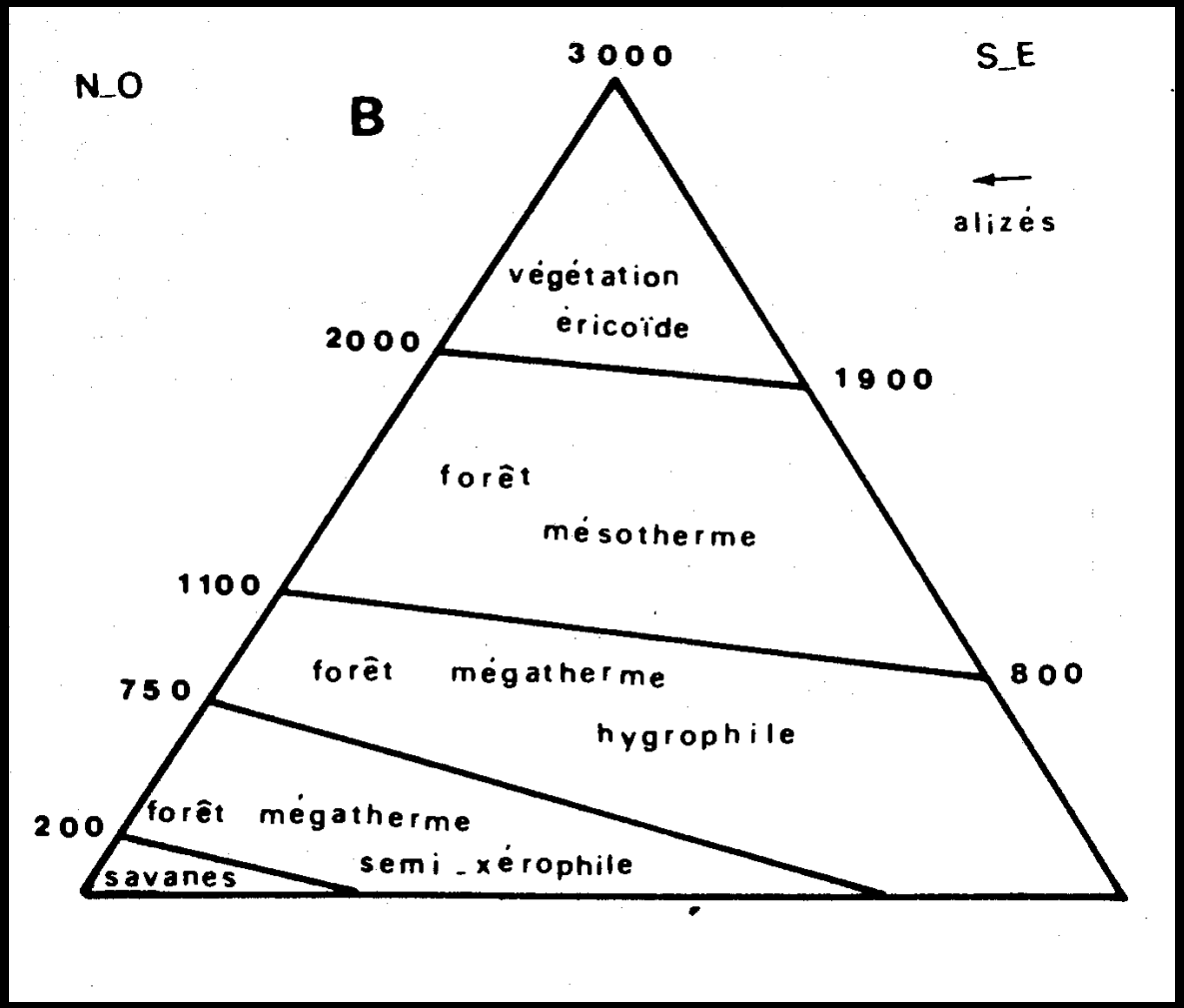
- Forêt tropicale semi-sèche, dans le Nord et l'Ouest

- **<u>de 1000 m à 2000 m. d'altitude</u> :**

- Forêt tropicale humide de montagne, qualifiée de « forêts de nuage »

- **<u>de 2000 à 3000 m. d'altitude :</u>**

- Fourrés et pelouses altimontains, situés au-dessus de la « mer de nuage »



Forêt tropicale humide

: Entre 17,5°C et 24 °C moyenne annuelle

: Entre 2 et 10 m. d'eau par an

<u>Exemples de l'influence du climat</u> :

- *Grande hauteur des arbres*
- *Grande diversité biologique*
- *Epiphytisme très développé …*

Forêt tropicale semi-sèche

: Entre 17,5°C et 24 °C moyenne annuelle

: Inférieure à 1,6 m d'eau par an

<u>Exemples de l'influence du climat</u> :

- *Quasiment pas d'épiphytes à très basse altitude*
- *Peu de fougères et pas de fougères arborescentes*
- *Hétérophyllie de la flore*
- *Forte sensibilité aux incendies …*

Forêt tropicale de montagne

: Entre 11 °C et 17,5°C de moyenne annuelle

: Entre 1,5 et 18 m. d'eau par an

<u>Exemples de l'influence du climat</u> :

- *Abondance des mousses et épiphytes*
- *Abondance des fougères arborescentes*
- *Petites tailles des arbres …*

Fourrés altimontains

: Entre 5 °C et 11°C de moyenne annuelle

: Entre 1,5 et 3 m. d'eau par an

<u>Exemples de l'influence du climat</u> :

- Disparition des forêts

- Microphyllie (de très petites feuilles).

- Feuilles imperméables

- Feuilles recouvertes de poils

- Feuilles appliquées sur la tige …

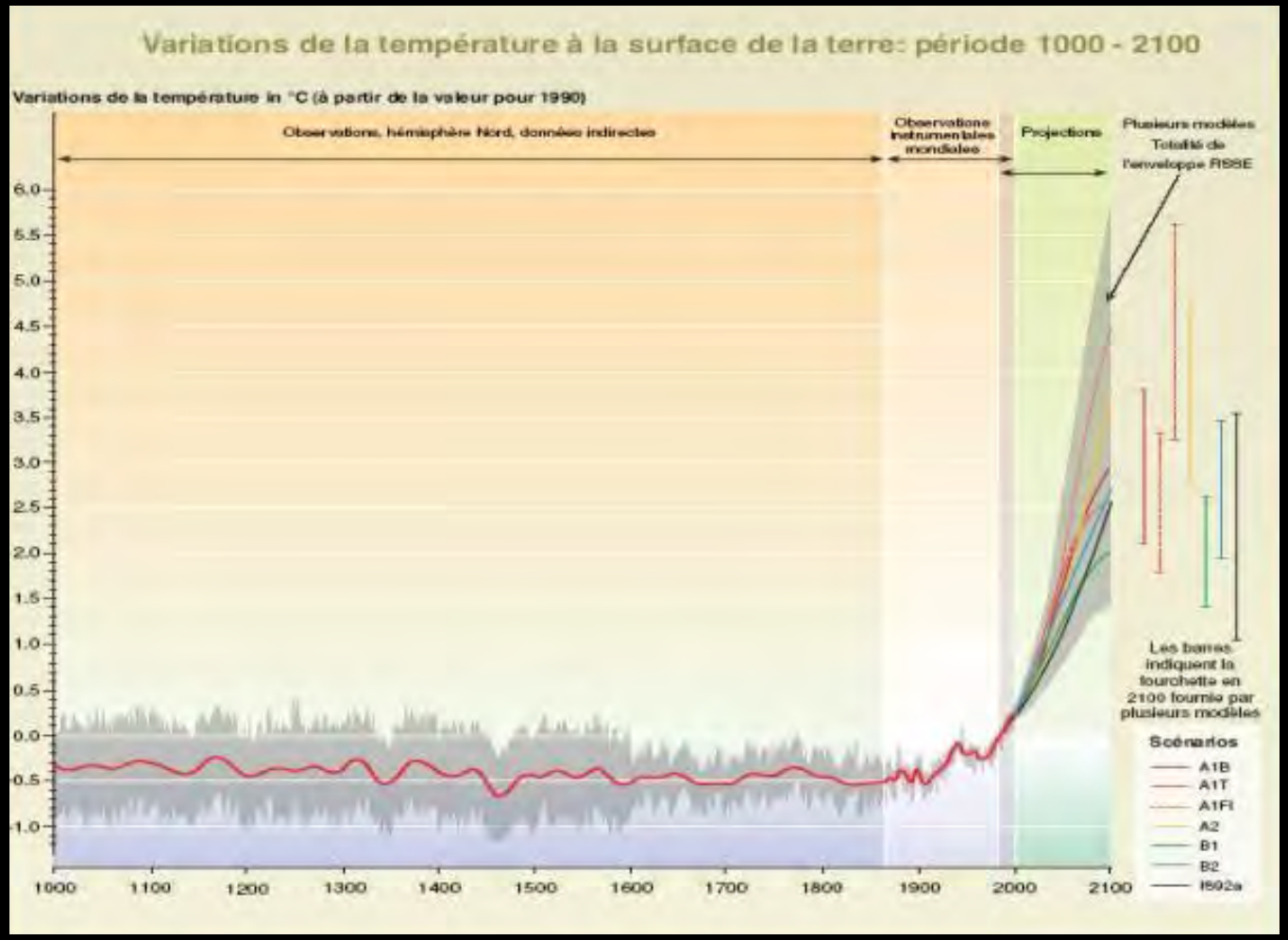
Conclusion première partie :

Le climat influence fortement la végétation et les forêts

Conclusion première partie :

le climat change,
la végétation et les forêts
vont subir des changements

… mais quels changements ?

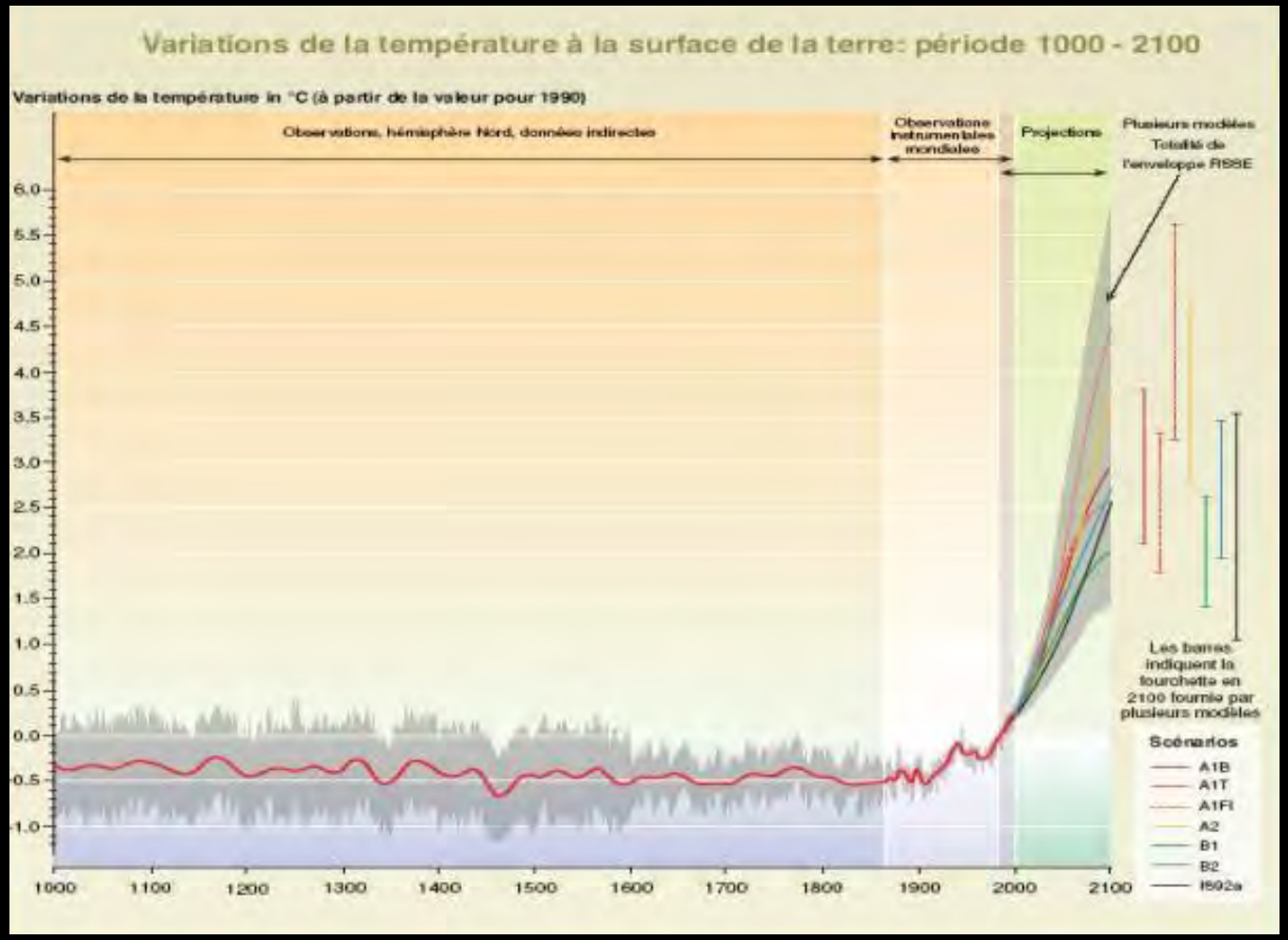


Plus difficile à prévoir, par exemple :

Selon certaines études, montée en altitude des espèces due au réchauffement climatique

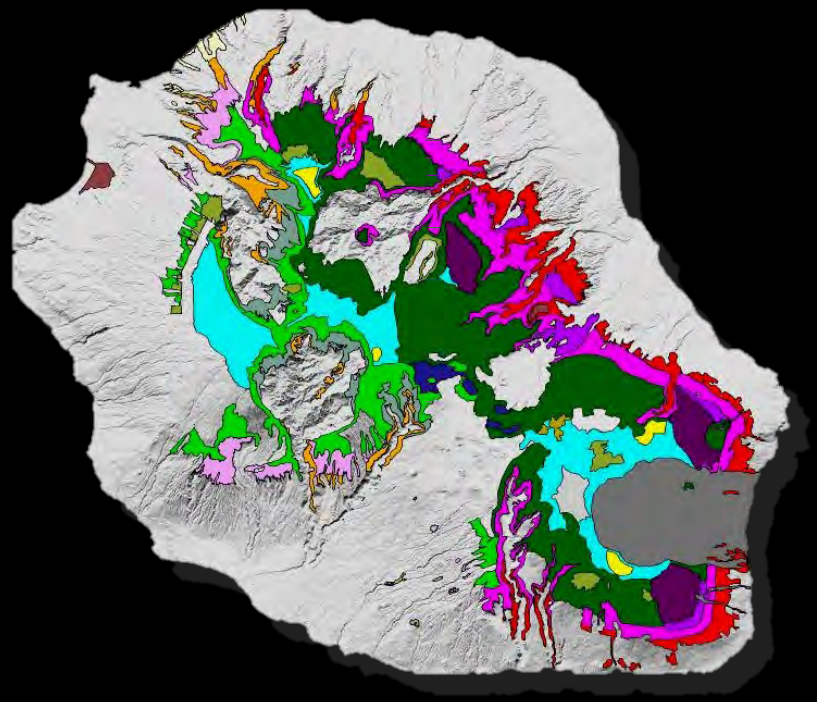
Selon d'autres études, descente en altitude des espèces grâce à l'augmentation de l'humidité augmentant la résistance à la chaleur

… mais quels changements ?

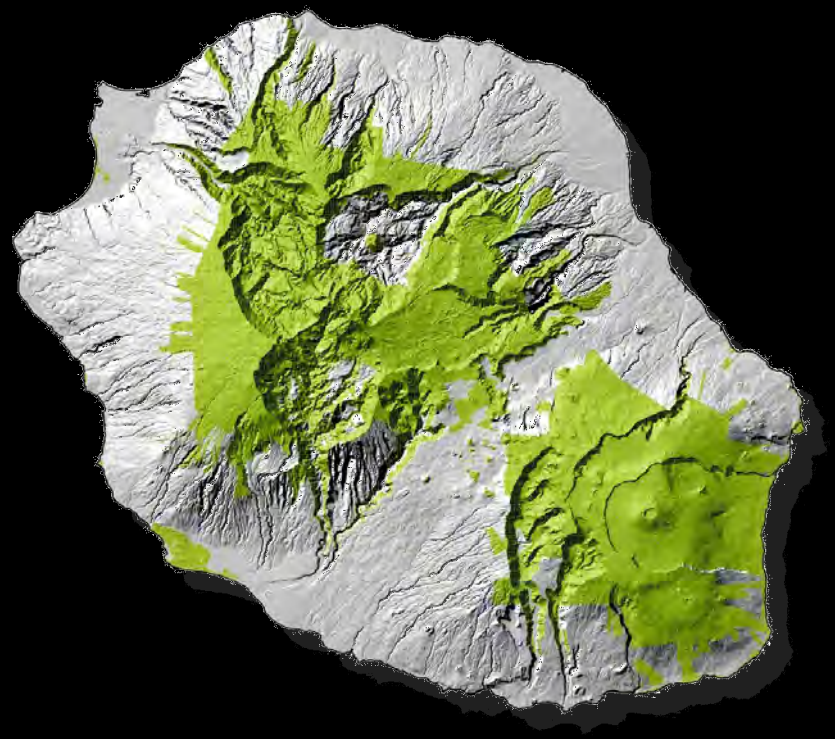


Plus difficile à prévoir…

… mais la forte diversité biologique des forêts naturelles permettra une meilleure adaptation à ces changements



Milieux primaires résiduels



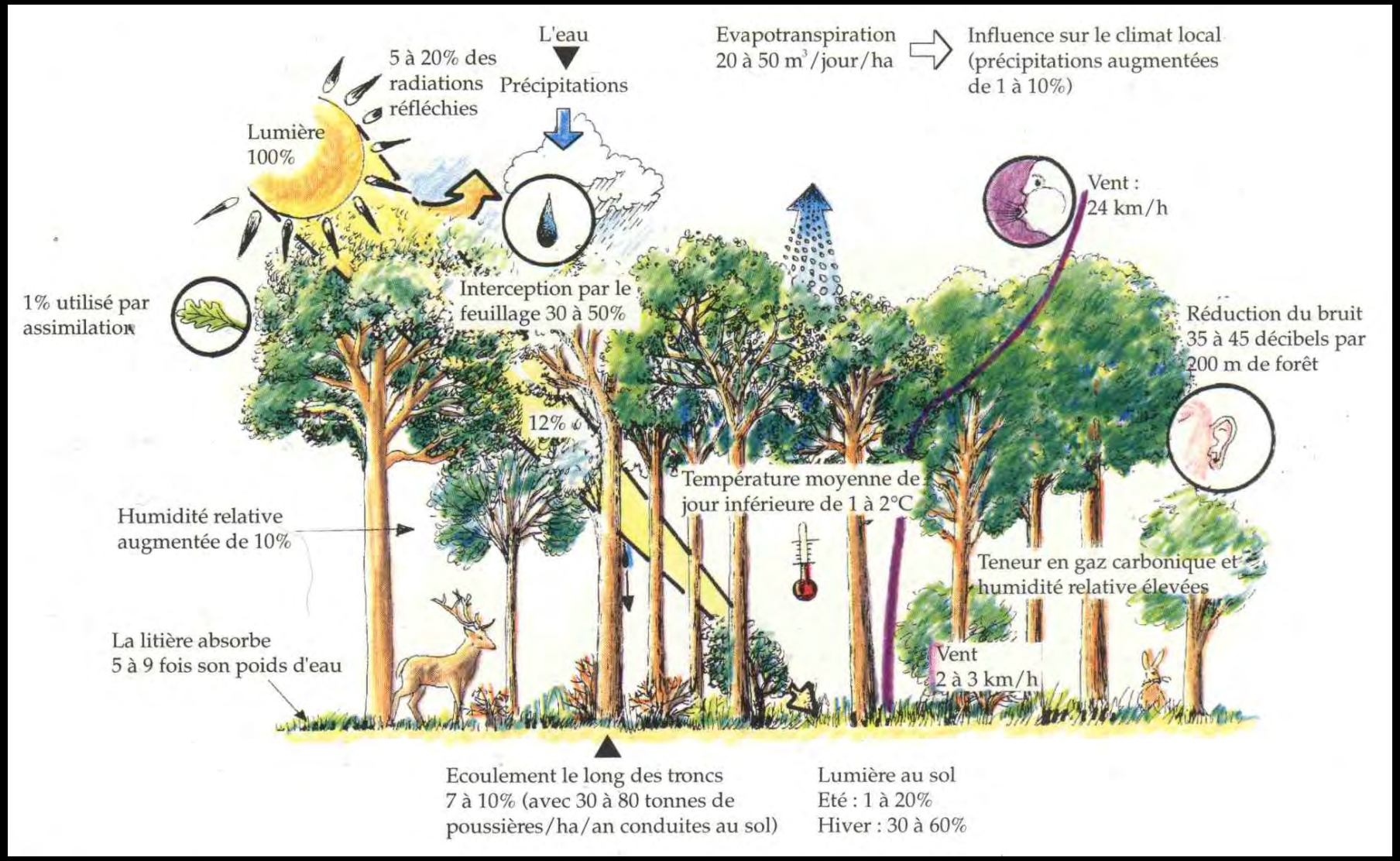
Domaine forestier
géré par l’ONF

Le domaine forestier abrite encore sur 97 % de sa surface des forêts naturelles, dont la protection active est un enjeu premier pour l’ONF à La Réunion

Deuxième partie :

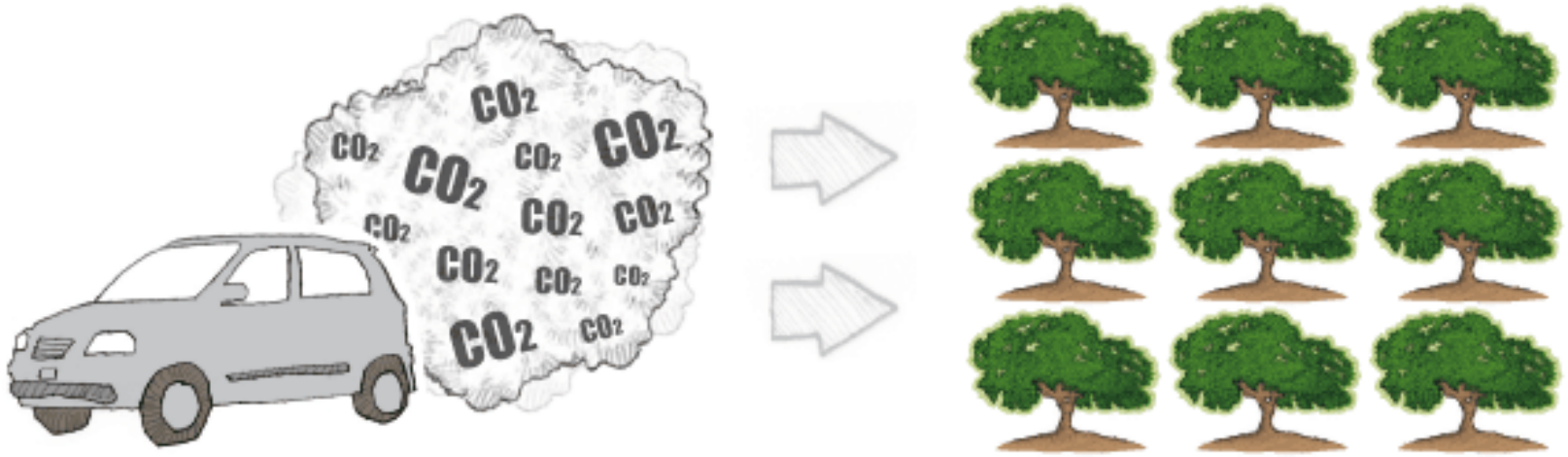
Les forêts jouent un rôle important sur le climat

Les forêts influencent de façon multiple le climat …

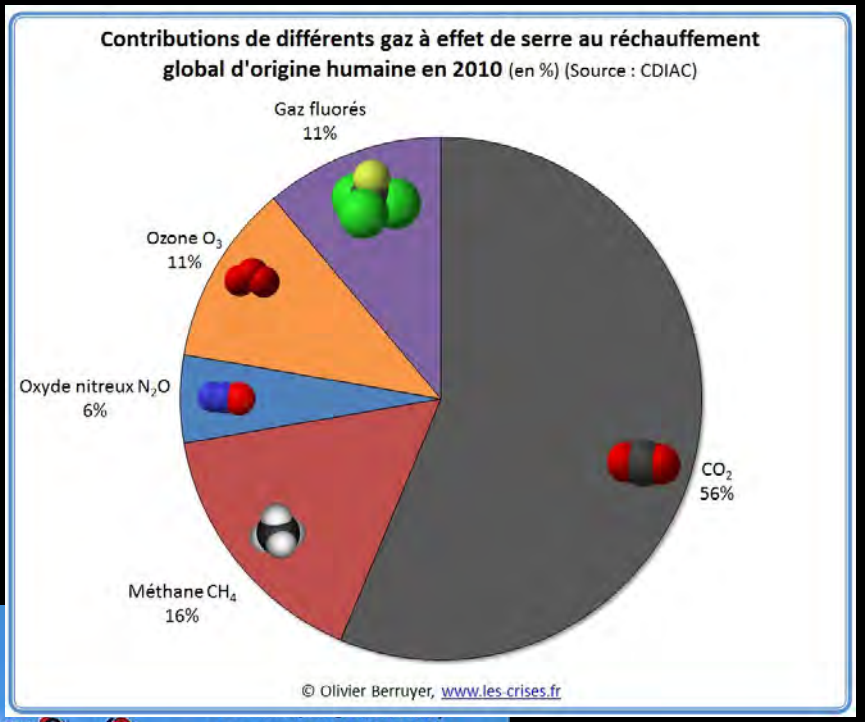


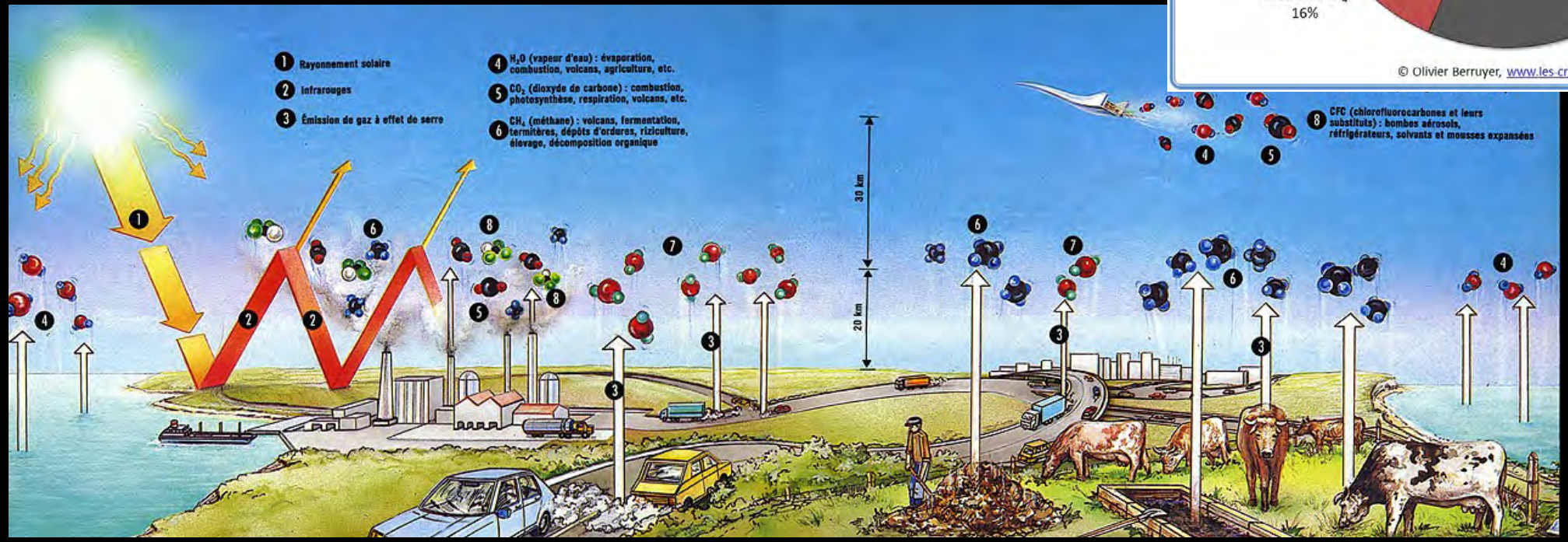
Et surtout les forêts absorbent le CO^2 !!!

En proportion, les **émissions annuelles de CO_2** produites par une **automobile** sont absorbées par une forêt de chênes-liege de **1.5 hectares**.

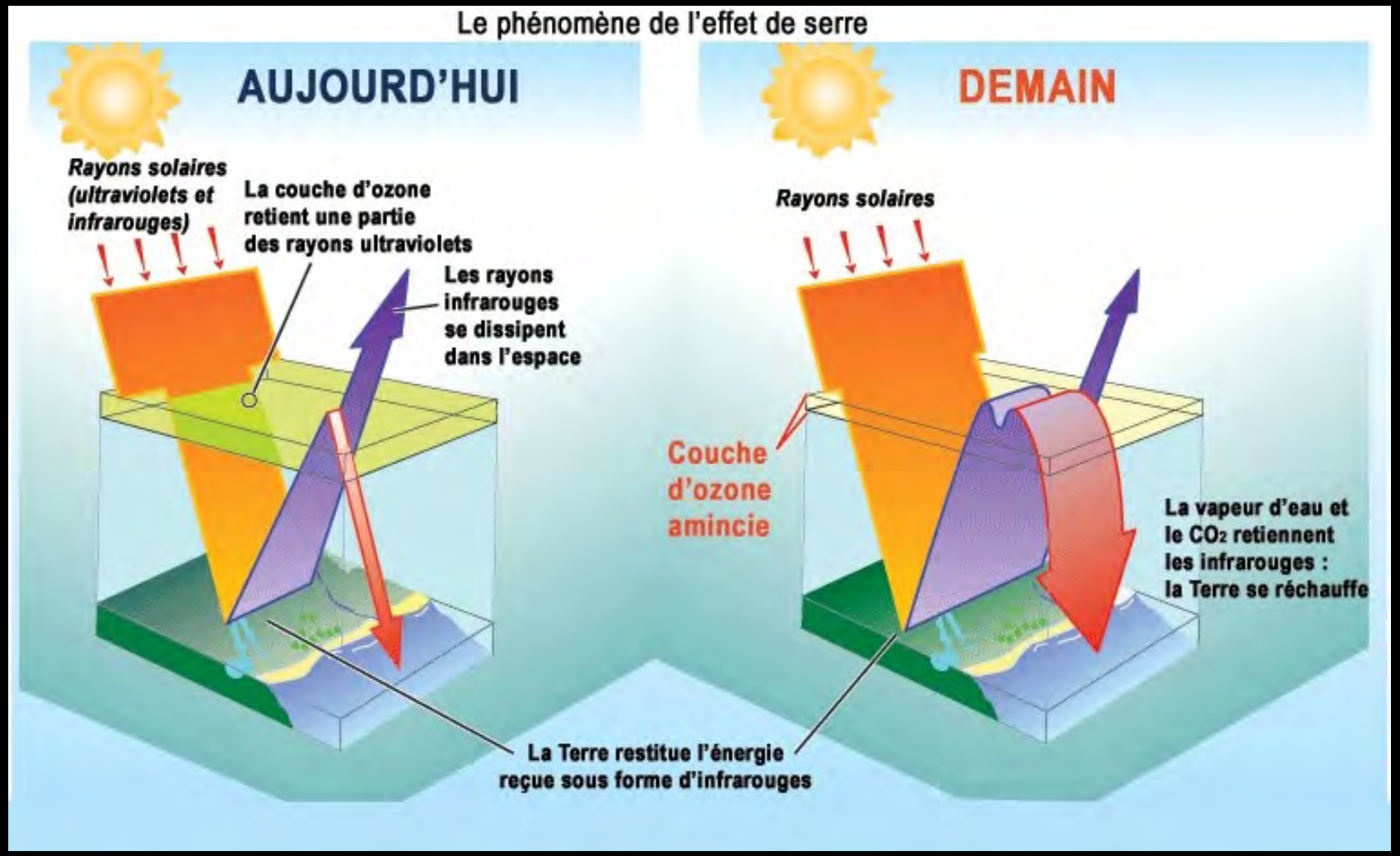


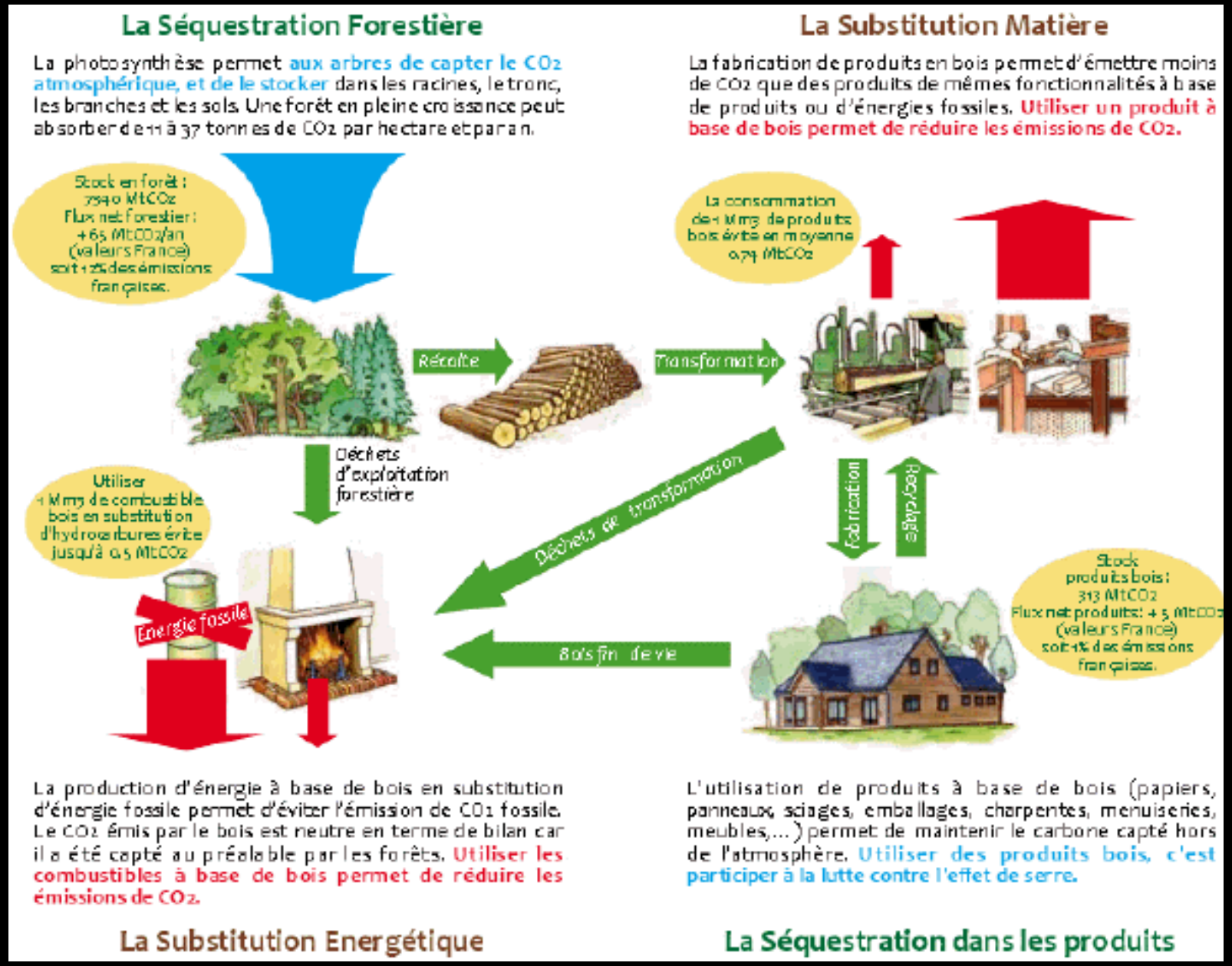
Pour rappel : le CO^2 est le principal responsable du réchauffement climatique





L’augmentation du CO2 augmente l’effet de serre





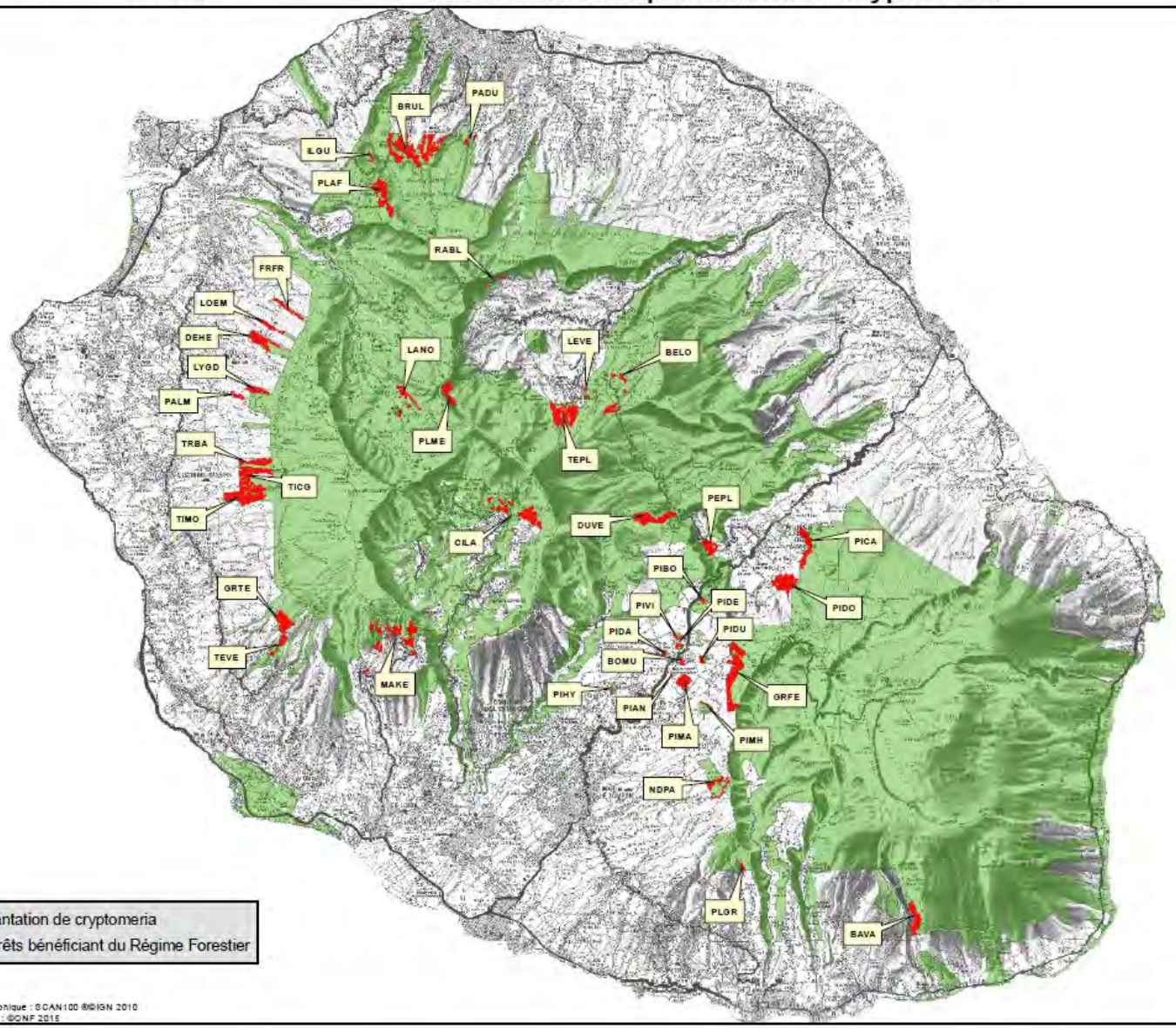
L'importance des forêts cultivées et de la production de bois pour le climat :

les concepts de séquestration et de substitution

SIG: 06/2015

Ile de La Réunion
Localisation des plantations de Cryptoméria

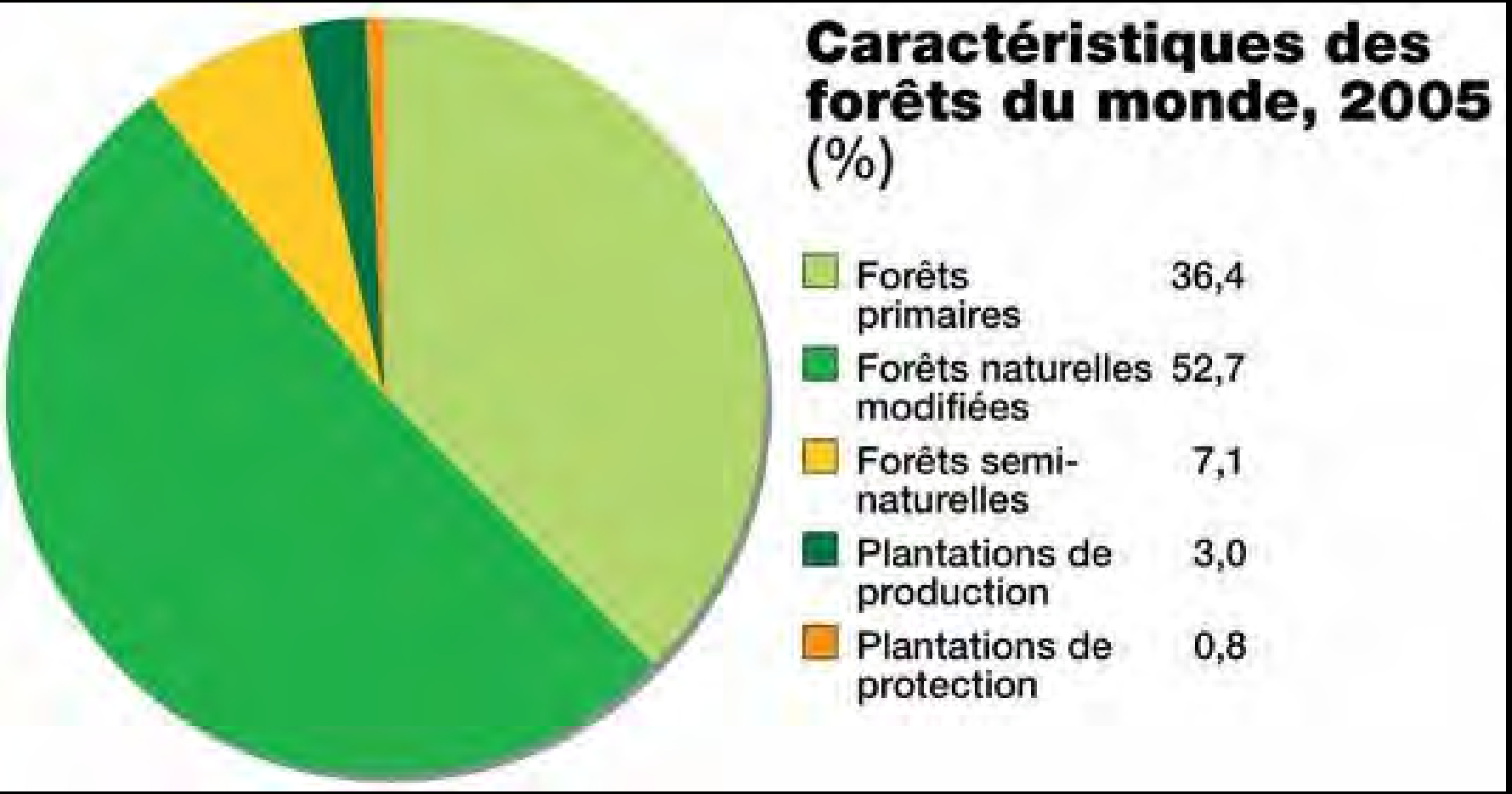
0 2,5 5 Kilomètres
1:310 000



Source :
- Fond cartographique : ©CAN100 ©IGN 2010
- Données ONF : ©ONF 2015

MASSIF	HA
bava	53,34
belo	25,7
bomu	4,38
brul	161,28
cila	67,13
dehe	44,47
duve	76,11
frfr	16,08
grfe	125,44
grte	55,12
ilgu	4,48
lano	27,66
leve	3,07
loem	17,09
lygd	24,41
make	74,18
ndpa	24,45
padu	4,53
palm	7,93
pepl	31,83
pian	0,43
pibo	4,58
pica	52,64
pida	2,93
pide	4,01
pido	84,91
pidu	7,06
pihy	0,96
pima	32,37
pimh	3,41
pivi	4,17
plaf	75,12
plgr	6,41
plme	27,82
rabl	2,74
tepl	106,32
teve	20,06
ticg	12,59
timo	137,89
trba	61,49
TOTAL	1496,59

A La Réunion, les forêts cultivées représentent 3 % environ de la surface du domaine forestier



Dans le monde, ces forêts de production représentent aussi 3 % environ de la surface du globe

Production de bois à la Réunion sur le domaine forestier

Cryptoméria

→ 11 000 m³ / an

- 10 000 m³ bois d'œuvre
- 1 000 m³ copeaux pour élevage poulet

Tamarin des Hauts

→ 700 m³ / an

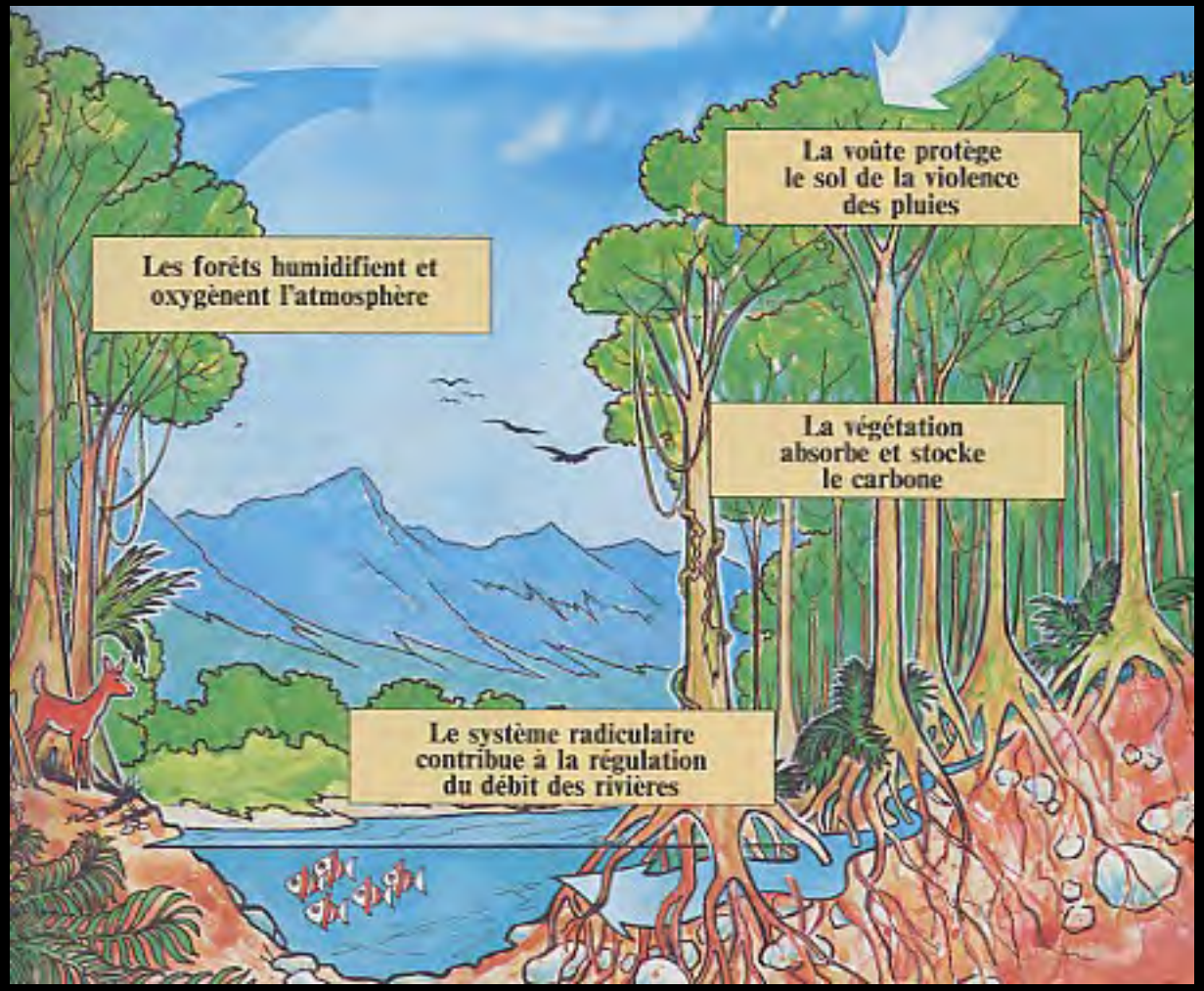
- 450 m³ bois d'œuvre
- 250 m³ bois d'œuvre pour charbonniers

Production de bois à la Réunion sur le domaine forestier

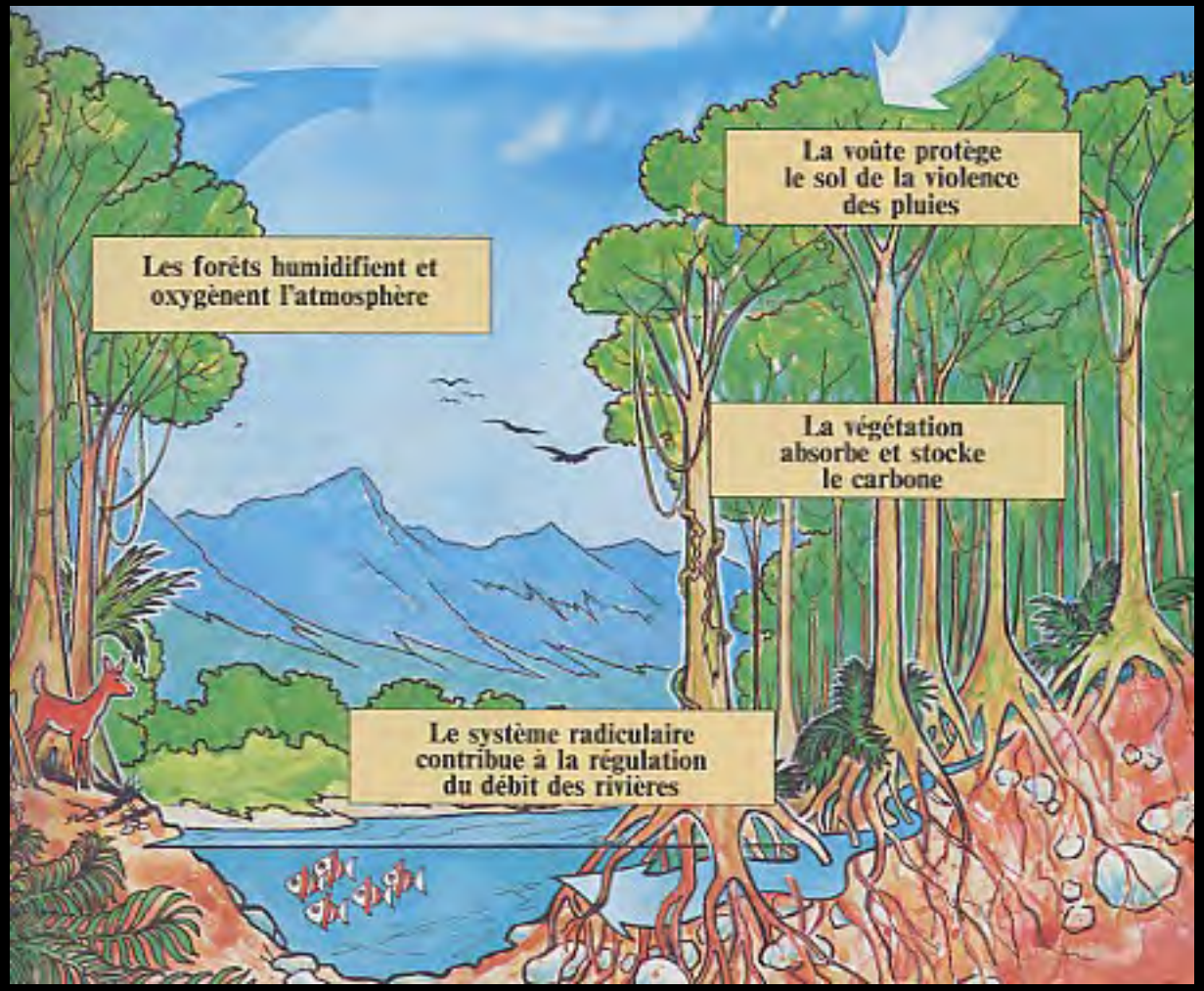
Cryptoméria

Tamarin des Hauts

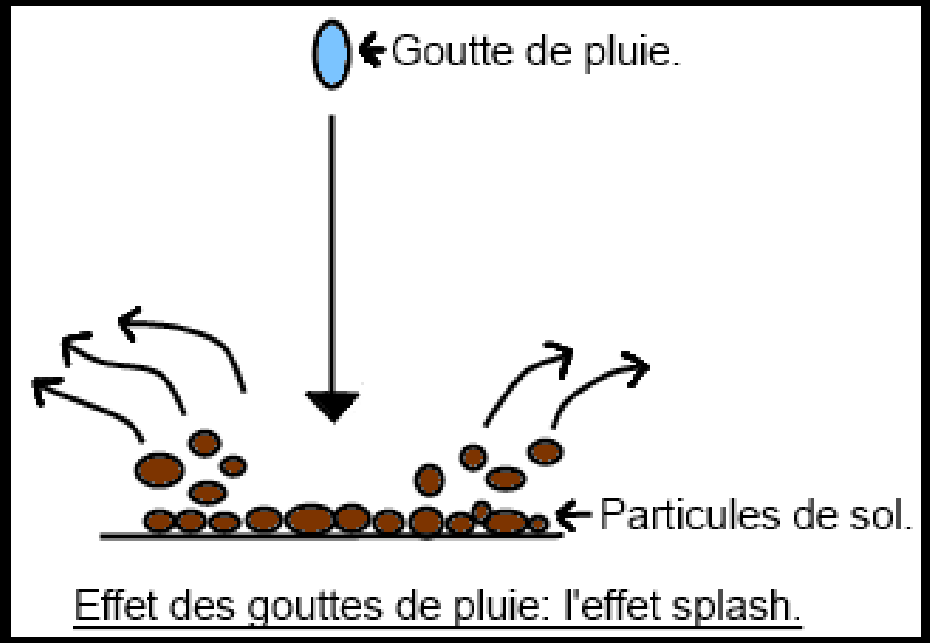
Ces forêts cultivées, gérées durablement, contribuent à la séquestration du carbone et à la substitution matière et énergétique



Les forêts stockent du carbone…. mais seront aussi être très utiles à l'homme pour atténuer les effets du changement climatique (canicules, cyclones, sécheresse, inondation …)



A La Réunion, caractérisée par des pentes fortes, les forêts contribuent de manière importante à l'habitabilité générale sur l'île



Effet des gouttes de pluie: l'effet splash.

Par exemple, la forêt limite les graves glissements de terrain et l'érosion des sols

Rôle de « couvert » et rôle « d'éponge »

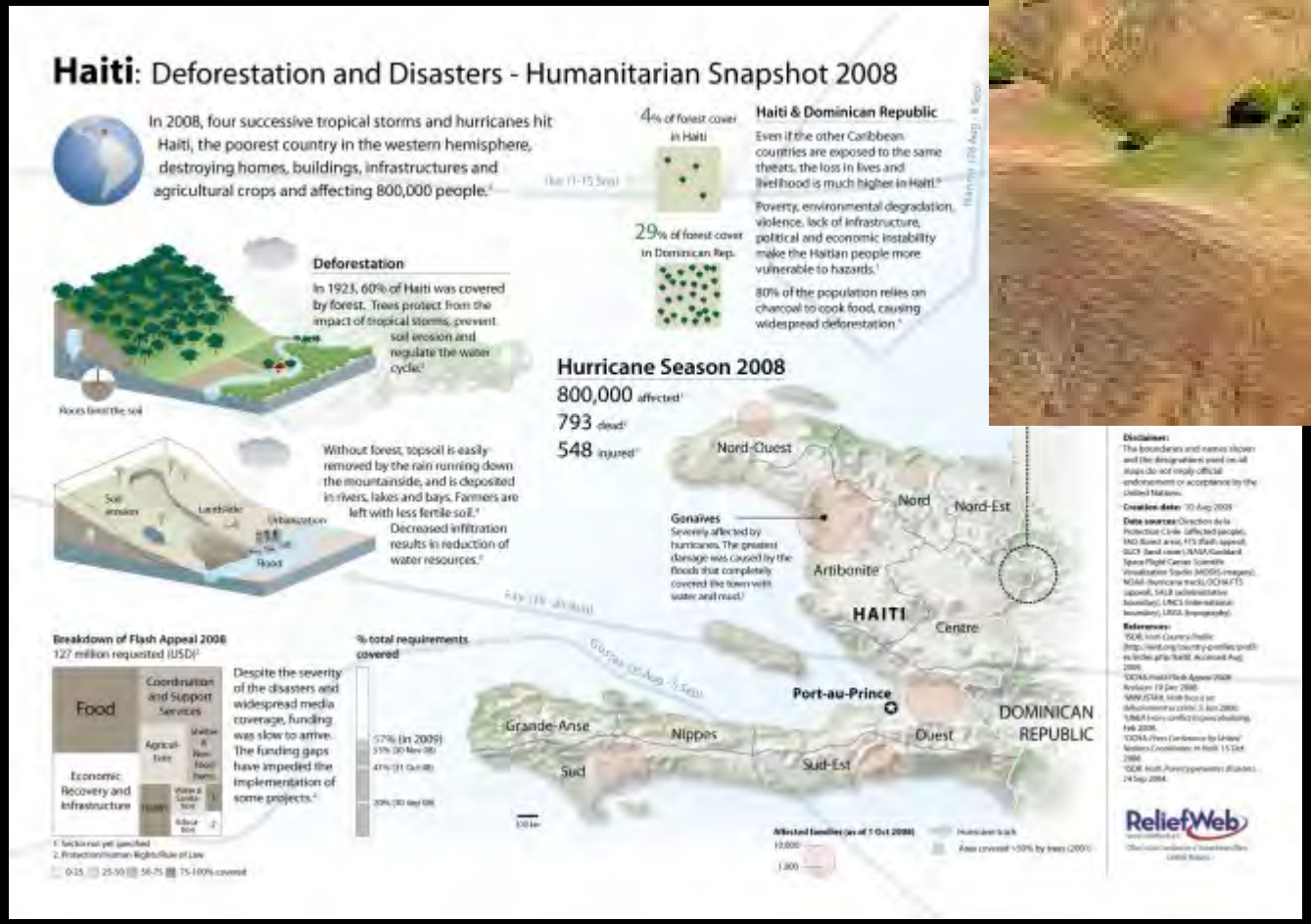
Exemple de glissement de terrain dû à la déforestation

Brésil : 739 morts et 200 personnes disparues

Exemple de glissement de terrain dû à la déforestation

Népal : 12 morts

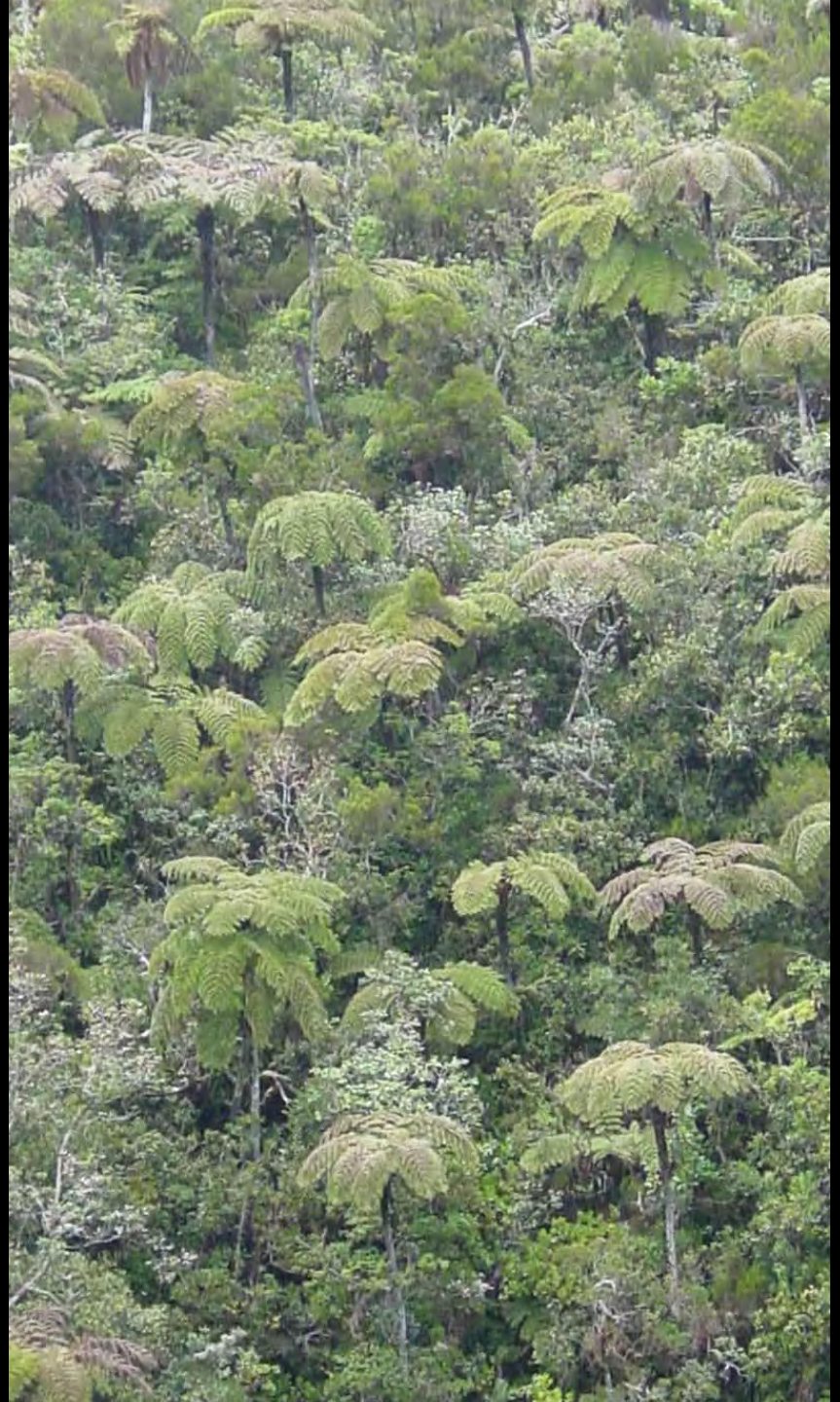
Haïti : catastrophe humanitaire de 2008



A La Réunion, création du domaine forestier vers 1870 suite aux effets de la déforestation massive (coulées de boues, glissements de terrain…)

Hubert Delisle « Aux habitants de la Réunion », 1853 :

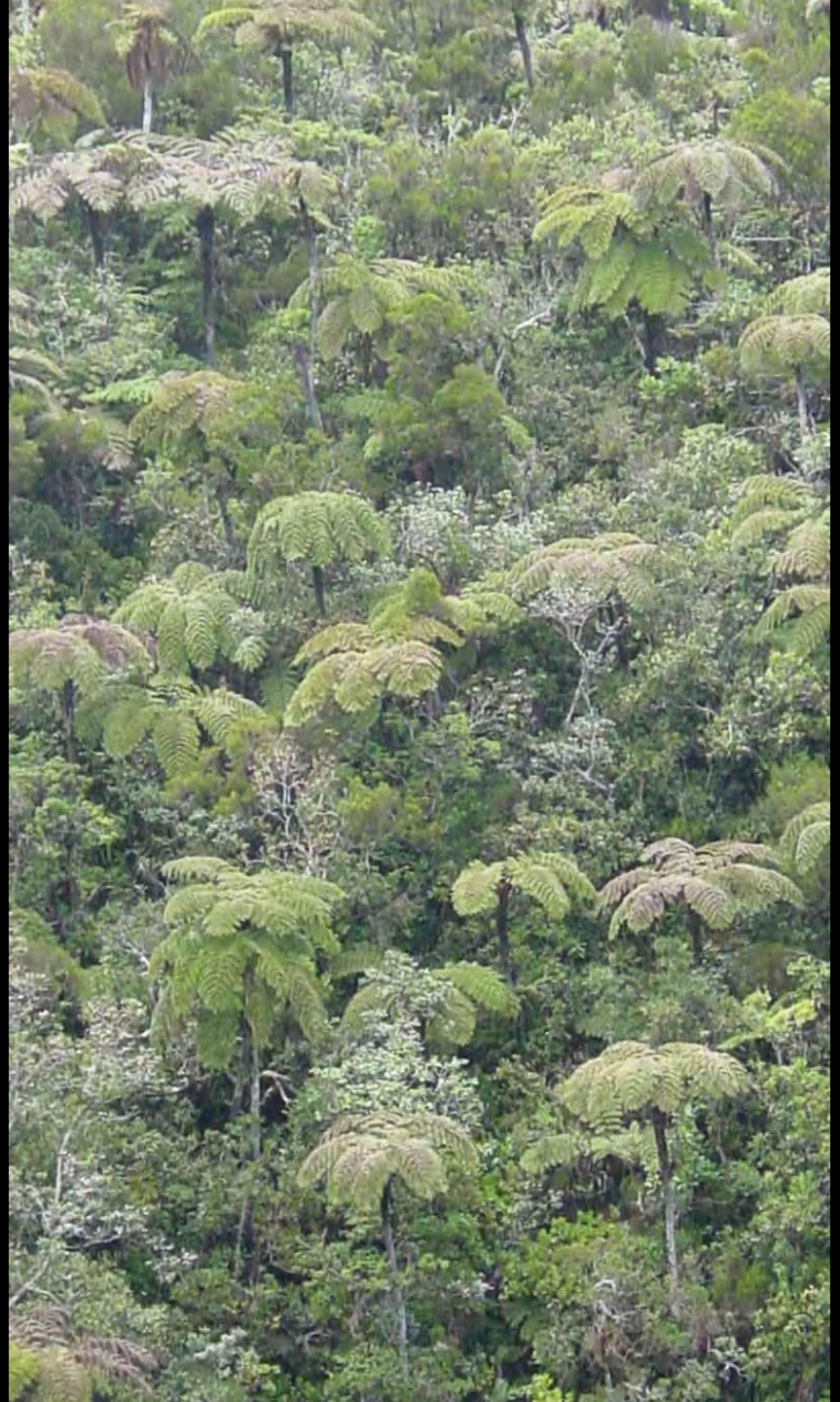
« Je viens m'adresser à vous avec la confiance et l'autorité d'un gouverneur (….) Vous connaissez comme moi, mieux que moi, les déplorables effets de la dévastation de nos forêts (…). J'ai la ferme espérance que cette législation forestière, si soigneusement élaborée, arrêtera non seulement l'imprévoyance avec laquelle se sont opérés les déboisements, mais encore qu'elle rendra à notre pays les richesses qu'il recelait autrefois. ».



Pour conclure sur la forêt à La Réunion

Forêts naturelles sur 97 % de la surface :
leur protection est un enjeu majeur pour la biodiversité et l'habitabilité générale sur l'île

Forêts cultivées sur 3 % de la surface :
enjeux en matière d'emplois (filière bois), autonomie énergétique et bilan carbone



Merci pour votre attention …
et place au débat !

Contact : julien.triolo@onf.fr

L'agriculture à la Réunion et l'atténuation du changement climatique

Focus sur les sols et les résidus organiques: Pourquoi s'intéresser à eux? Comment?

Laurent THURIES

UR Recyclage et risque, St Denis, Réunion

Coll. A. Albrecht (IRD); M. Jameux; V. Kyulavski; G. Moussard; E.Tillard; P. Todoroff

cirad
LA RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT

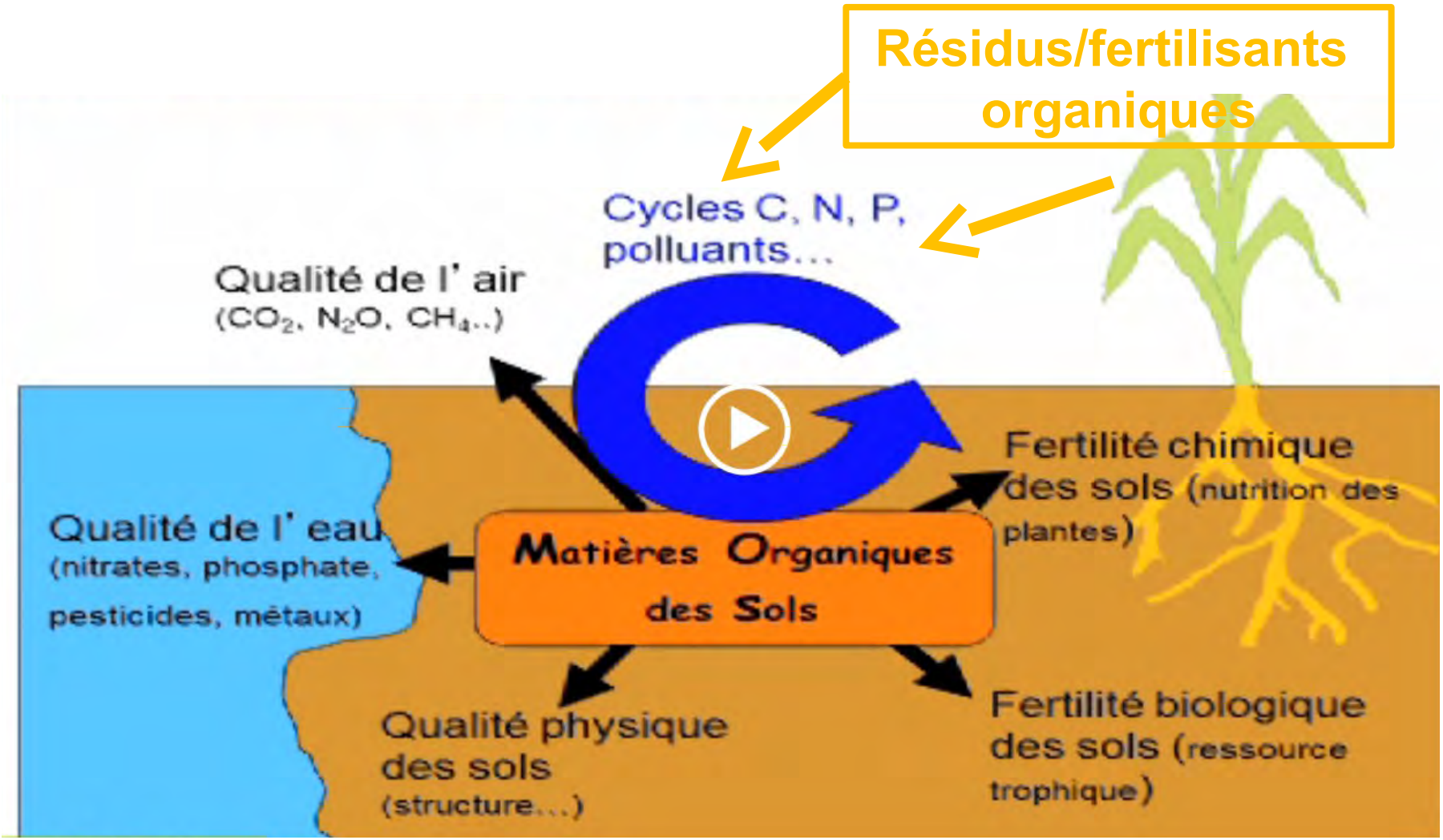
Saint Joseph 04/11/2015

Focus sur les sols et les résidus organiques de la Réunion

1. Pourquoi s'intéresser aux sols?
2. Pourquoi s'intéresser aux résidus organiques?
3. Les sols de la Réunion
4. Résidus organiques en substitution des engrais minéraux
5. Sols + résidus organiques

1. Pourquoi s'intéresser aux sols et à leurs propriétés?

Sols et matières organiques:
des fonctions écosystémiques essentielles



Modif d'après Chenu, 2013

A quelle échelle? Exemple de la vie du sol (fertilité biologique)

Niveau global:
• Régulation des **cycles biogéochimiques** (transfert de l'azote vers les plantes, **stockage du carbone, émission de GES**)

Niveau régional/national:
• Assure la **sécurité alimentaire** à court et long terme

Niveau de l'exploitation agricole:
• Contribue à la capacité productive du système en assurant la **minéralisation des nutriments** à partir des RO et de la fixation de l'azote;
• Tamponne les fonctions du sol et leur **résilience** face aux risques climatiques et environnementaux

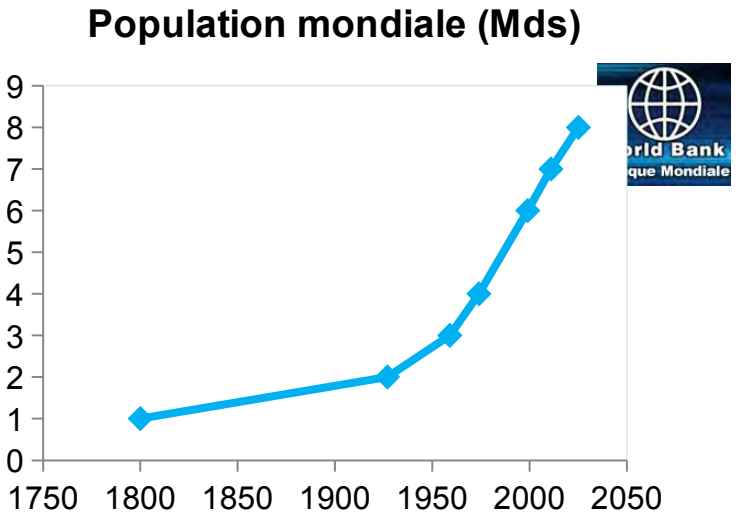
Modif d'après Europ. Com°

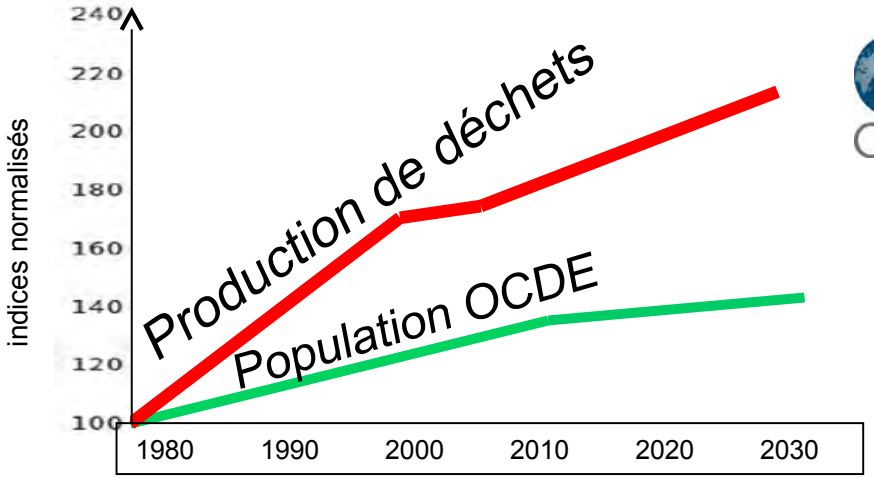
Rappel: atténuation = ↓ les sources / ↑ les puits
Leviers : = valoriser davantage les ressources organiques (↓ N_2O et ↑stock C)

L. Thuriès 2015

2. Pourquoi s'intéresser aux résidus organiques et à leurs propriétés?

Des Résidus Organiques en abondance





9 Mds en 2050, dont 70% en ville (fortes demandes alimentaire & énergétique)

Au Sud, + forte progression en Afrique (+8% par an)

- Des **perceptions d'utilisations différentes**:

Des déchets dont on cherche à se débarrasser (point de vue Pays du Nord)
vs Une ressource indispensable à la durabilité des systèmes de culture (Pays du Sud)

Déchets dont RO

Des déchets à **éliminer**

Des ressources à **valoriser**

L. Thuriès 2015

– Fertiliser et Valoriser par un recyclage agricole

Enjeux

éco/ géopolitiques – Moindre dépendance au marché mondial NPK

sociétaux – Réduction des volumes

environnementaux – Évitement d'émission de GES, stockage du carbone

éco/ agronomiques – Substitution des engrais minéraux, maintien propriétés des sols

Ne pas oublier les risques (sanitaires, environnementaux)

– Valoriser par un recyclage énergétique

Enjeux

éco/ géopolitiques – Moindre dépendance au marché pétrole/charbon

sociétaux – Réduction des volumes

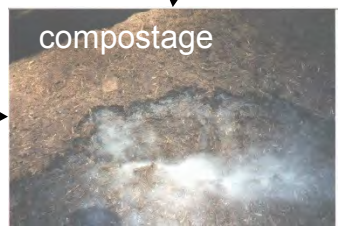
environnementaux – Des GES d'origine biogénique, que l'on peut maitriser (CH_4)

éco/ agronomiques – Possible recyclage agricole des résidus après valorisation NRJ

Ne pas oublier les risques (environnementaux)

Grande variété = une opportunité pour envisager des valorisations différentes

Teneurs en MS, MO, N…



Quelle que soit la voie d'élimination ou de recyclage: il est nécessaire de bien connaitre les **propriétés des RO**

L. Thuriès 2015

Focus sur les sols et les résidus organiques de la Réunion

1. Pourquoi s'intéresser aux sols?

2. Pourquoi s'intéresser aux résidus organiques?

3. Les sols de la Réunion

Diagnostic des teneurs en C des sols

Des teneurs aux stocks

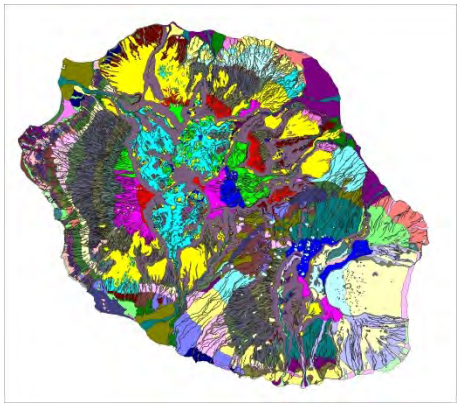
4. Résidus organiques en substitution des engrais minéraux

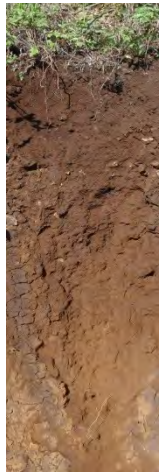
5. Sols + résidus organiques

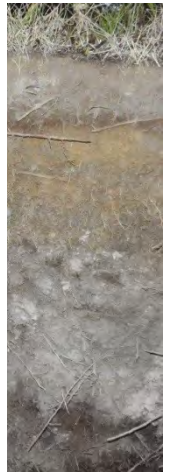
3. Les sols de la Réunion

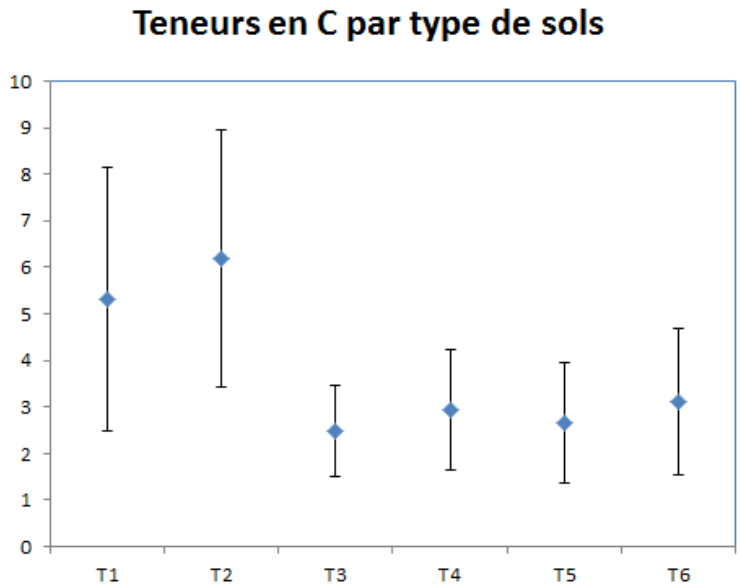
2015 International Year of Soils

Origine volcanique
Climat(s)







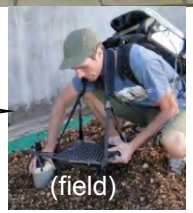


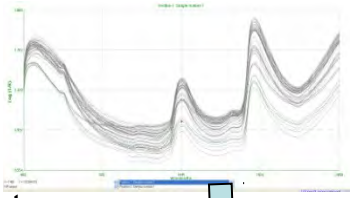
L. Thuriès 2015

Thuriès et al., 2013 ICNIRS

- (Grande) diversité de types de sol
- Larges gammes de teneurs en carbone

SPIR: un outil de diagnostic des teneurs en C des sols





treatment

+ ref data

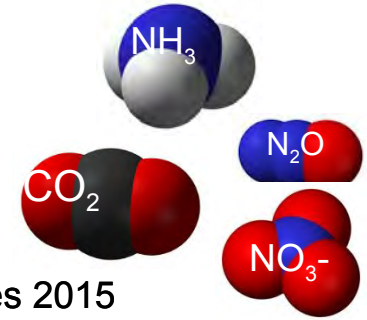
NIR modeling

Résultats d'analyses « alternatives »

À proposer au catalogue du laboratoire

Diagnostic directement sur le terrain RUN

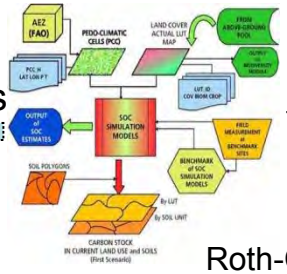
- C
- N
- CEC
- Prop φ?



L. Thuriès 2015

Predictions

Stocks, émissions



Roth-C, CANTIS…

Inputs

models

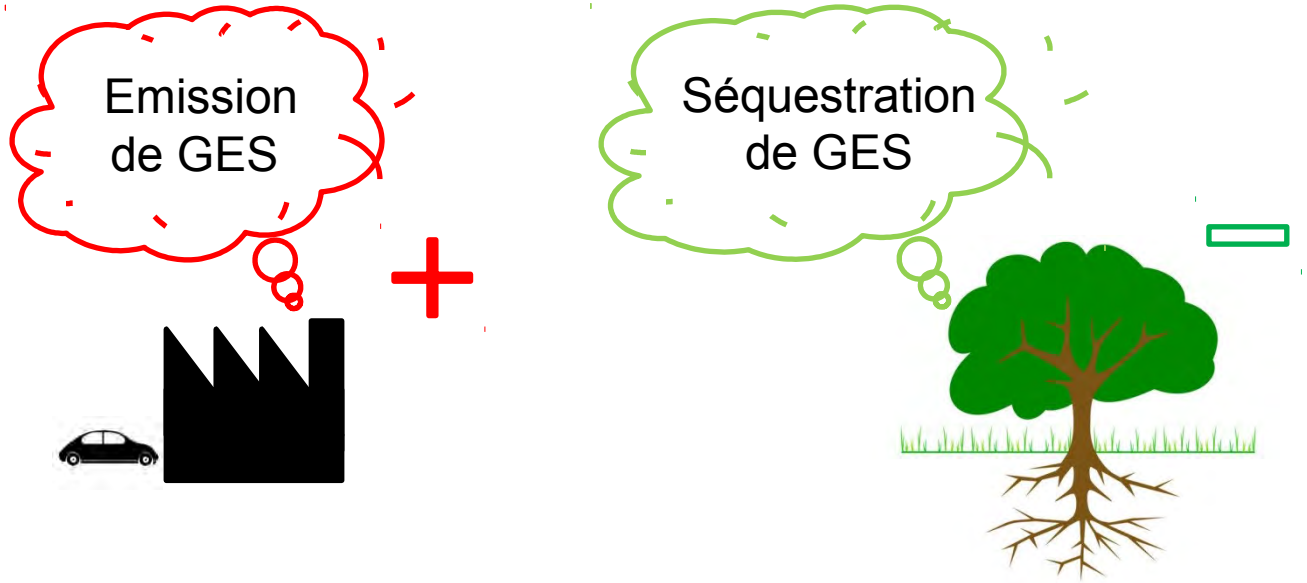
Des teneurs aux stocks de carbone

Cf. Projet ADEME C@run (Cirad, IRD, TéréosOI)
http://carun.re/

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

C@Run

Pourquoi calculer un stock de carbone ?



- Bilan >0 → Emission de plus de GES dans l'atmosphère
- Bilan <0 → Séquestration = moins de GES dans l'atmosphère
- Le calcul porte sur les quantités ajoutées ou retirées du compartiment atmosphère (en g de GES par m² ou t/ha)

1 eq C = 3.67 eq CO_2

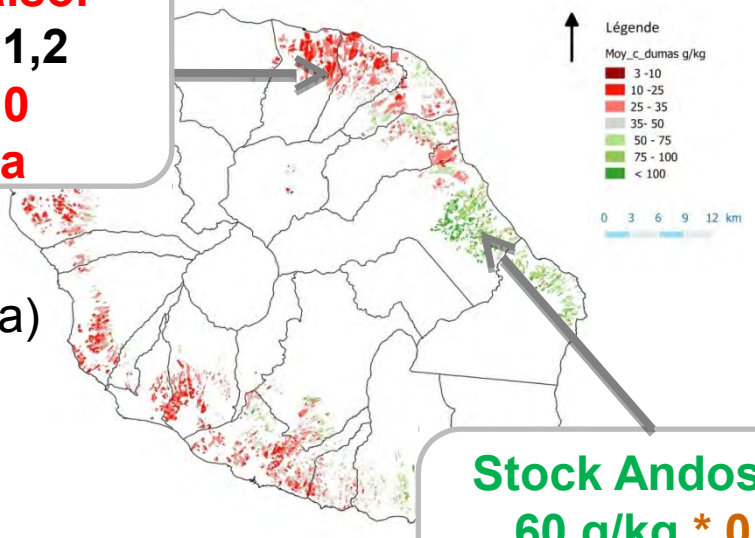
Source: Albrecht, Jameux,, Thuriès, Tillard, Todoroff 2015

➢ Les stocks de carbone?

Da Ferralsol 1,2

Da Andosol 0,6

Stock Ferralsol=
20 g/kg * 1,2
***0,3m*10**
= 72 t/ha



Stock Andosol=
60 g/kg * 0,6
***0,3m*10**
= 90 t/ha

Passer des **teneurs** aux **masses** de carbone: besoin de la masse volumique (Da)

Peu de données **mesurées** sur les Da de tous les types de sols (très variés) :

➢ reste à faire = combler les lacunes

Profils de densité (2 méthodes)

Étalonnage spectroscopie (SPIR/MIR) de terrain pour développer des méthodes moins couteuses

L. Thuriès 2015

Focus sur les sols et les résidus organiques de la Réunion

1. Pourquoi s'intéresser aux sols?

2. Pourquoi s'intéresser aux résidus organiques?

3. Les sols de la Réunion

   Diagnostic des teneurs en C des sols

   Des teneurs aux stocks

4. Résidus organiques en substitution des engrais minéraux

   Des ressources : caractérisation du potentiel agronomique et émissions GES
   Diagnostic au laboratoire et sur le terrain:
      cas des effluents d'élevage bruts et en cours de transformation

5. Sols + résidus organiques

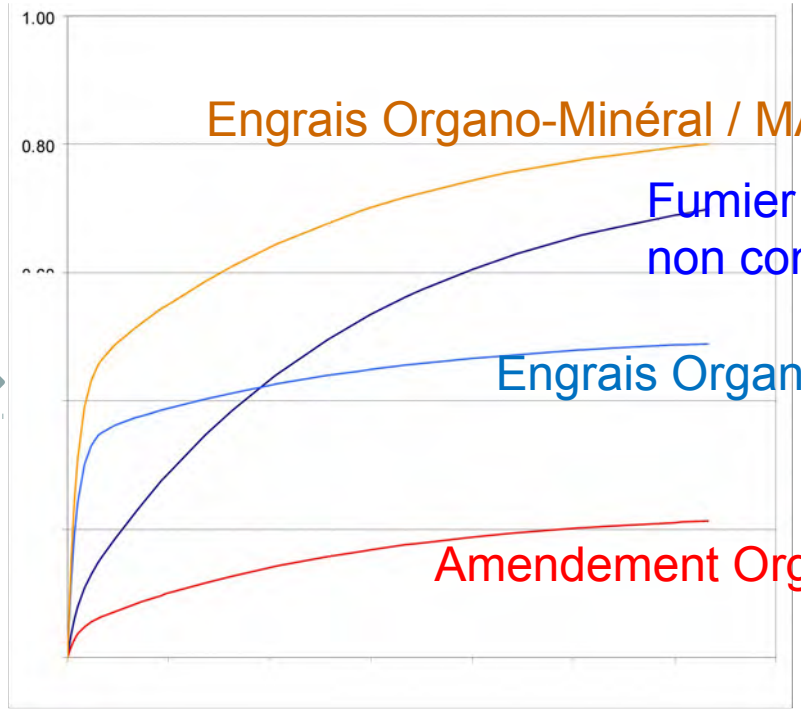
4. RO en substitution des engrais minéraux

Caractérisation du potentiel agronomique : potentiel de minéralisation et émissions de GES

au laboratoire

- Incubation en conditions contrôlées
- 4 dynamiques typiques

Ex: Fraction de C minéralisé en fonction du tps



Formes solubles

NH_4^+ et NO_3^- de la solution du sol

Formes gazeuses

CO_2 et N_2O et NH_3

En conditions contrôlées, on peut

- mesurer les **potentiels** de minéralisation (Nmin, N_2O, CO_2)
- accéder à la **diversité** des dynamiques de minéralisation

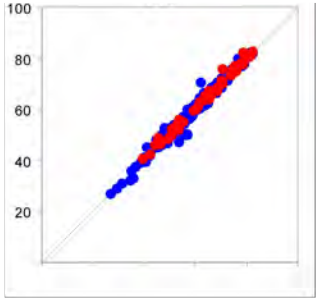
L. Thuriès 2015

Caractériser les résidus organiques par SPIR

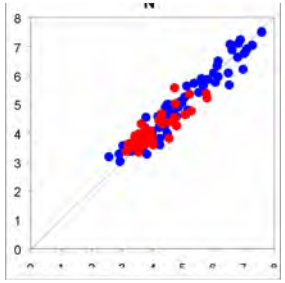
au laboratoire

sur le terrain

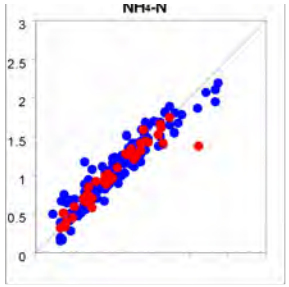
Matière Sèche



Azote



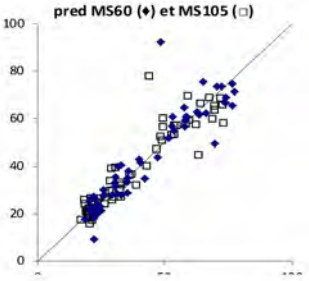
Ammonium

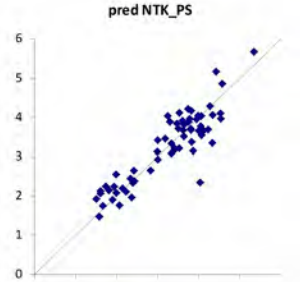


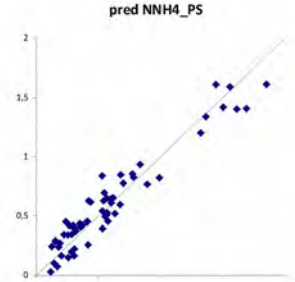
Effluents bruts ou en compostage

à partir d'échantillons **frais homogénéisés min 'bord bâtiment'**

= avec conditionnement minimal (coût & temps très réduits)







Étalonnages:
De performants à utiles pour pilotage,
Même pour des matériaux **très** hétérogènes

Avec cet outil, au laboratoire et sur le terrain

- le criblage des caractéristiques agronomiques de RO est facilité
- (mesure rapide et non destructive)

Focus sur les sols et les résidus organiques de la Réunion

1. Pourquoi s'intéresser aux sols?

2. Pourquoi s'intéresser aux résidus organiques?

3. Les sols de la Réunion

   Diagnostic des teneurs en C des sols

   Des teneurs aux stocks

4. Résidus organiques en substitution des engrais minéraux

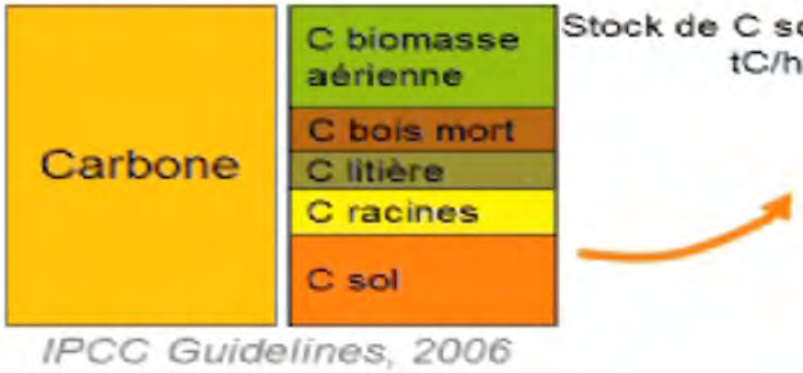
   Des ressources : caractérisation du potentiel agronomique et émissions GES
   Diagnostic au laboratoire et sur le terrain:
   cas des effluents d'élevage bruts et en cours de transformation

5. Sols + résidus organiques

Sols prairiaux et effluents d'élevage
Sols canniers, paille de canne et résidus organiques

5. Sols + résidus organiques

Fonction attendue : augmenter le stock de C



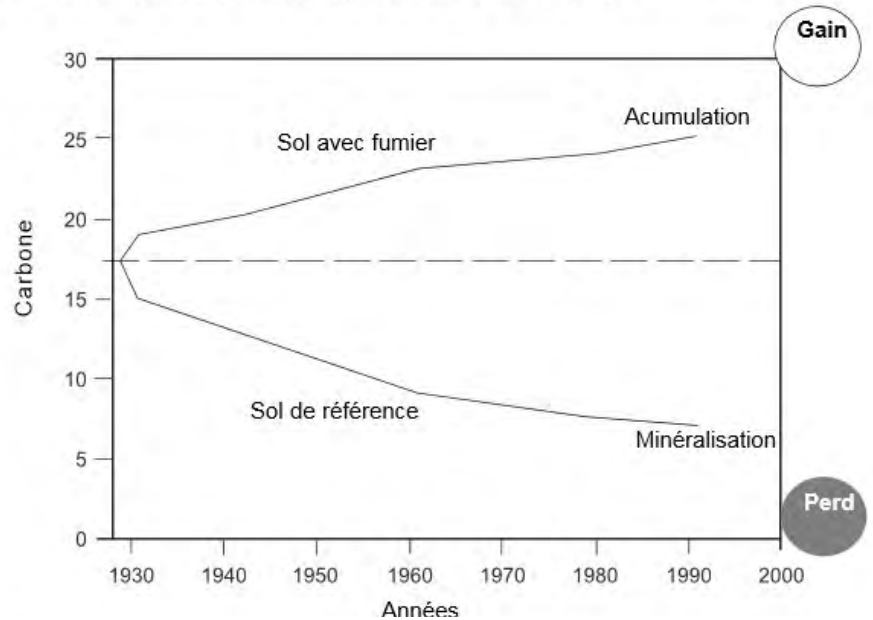
IPCC Guidelines, 2006

Chenu, 2013

SeqC = ΔCsol -∑émissions N_2O+CH_4

exprimé en Mg e-CO_2

Evolution de la teneur en carbone dans les sols entre 1928 et 1991 avec ou sans fumier (site expérimental de l'INRA, Versailles «quarante deux parcelles»)



L. Thuriès 2015

M.Robert, FAO, 2002

Nombreuses références (Fr, Monde)

A la Réunion: références **en cours** d'acquisition avec des sites d'essais de longue durée (stocks de C, émissions de GES)

Effluents d'élevage sur sols prairiaux: quelles émissions de GES?

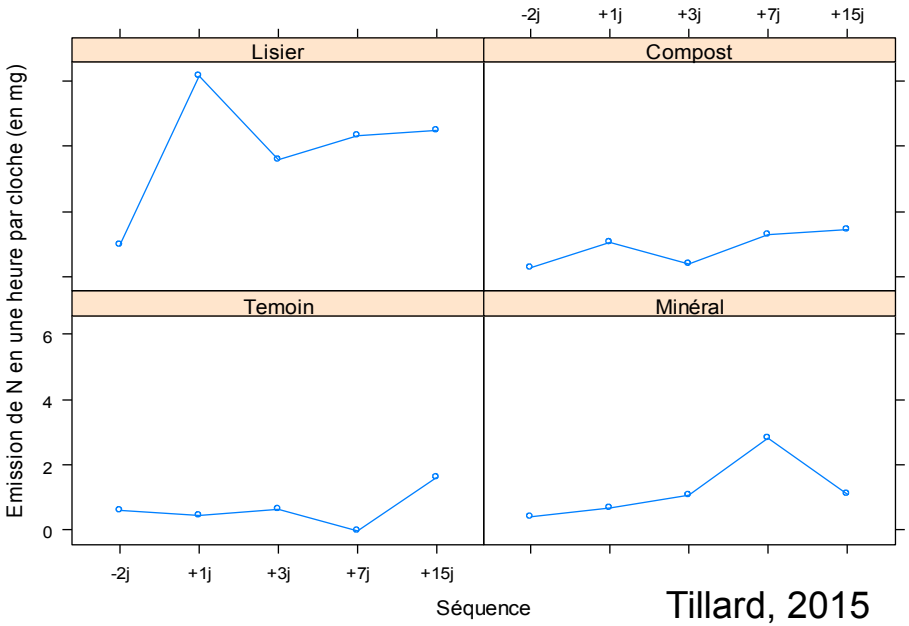
4 sites d'expérimentation

Méthode des enceintes étanches « cloches »

3-4 campagnes de mesures / saison

- témoin (pas de fertilisation)
- minéral (70 U N/fauche)
- lisier bovin (40 m³/ha/fauche)
- compost (12 t/ha 1 fauche/2)

- Les émissions de CO_2 et de N_2O augmentent avec les apports d'N
- Pour CO_2 et N_2O, les émissions sont X par 2 et 8 pour lisier // témoin.



Tillard, 2015

L. Thuriès 2015

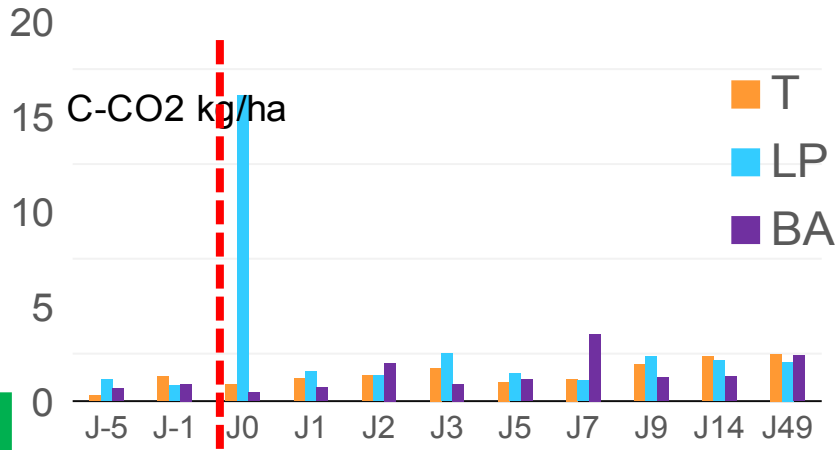
Sols canniers recevant des RO sur paille de canne: Quelles émissions de GES?

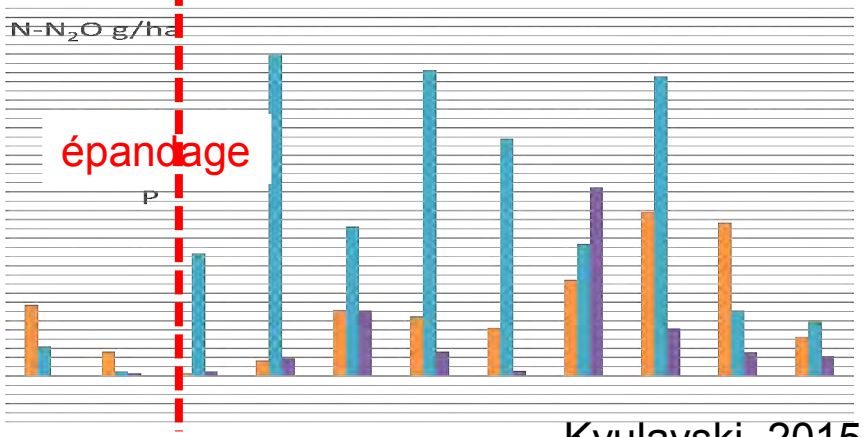
1 site d'expérimentation
Réseau national SOERE PRO
(unique dans les DOM)

Méthode des enceintes étanches « cloches »

15 jours de prélèvement par année:
J -5,-1, 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 14, 49…360

- minéral
- lisier porc
- boues STEP





- Les émissions de CO_2 sont les plus fortes à l'épandage pour le lisier
- Les émissions de N_2O sont fortes pour le lisier pdt les 15 1ers jours
- Les émissions de N_2O pour les boues interviennent plus tardivement (minéralisation de N organique?).

L. Thuriès 2015

Kyulavski, 2015

Conclusions

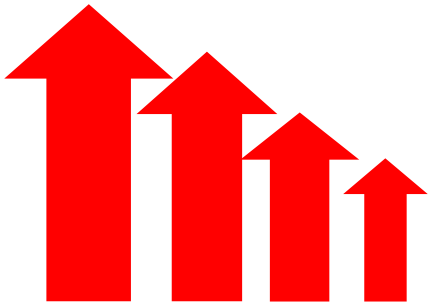
- ✓ L'agriculture à la Réunion a un rôle à jouer dans l'atténuation du changement climatique

- ✓ Des travaux sont en cours pour:
  - ❑ Connaitre les stocks de carbone des sols
  - ❑ Identifier les facteurs qui influent sur les stocks de C et les émissions de GES
  - ❑ Optimiser le recyclage des résidus organiques en substitution des engrais minéraux

- ✓ Des moyens ont été développés pour caractériser rapidement les sols et les résidus organiques

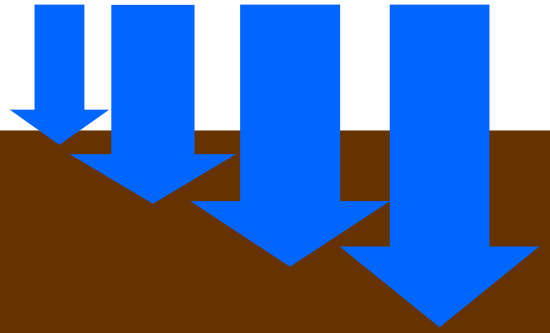
Merci

Atténuation =



Diminuer les sources

Augmenter les puits



Les « 4 pour mille » (Le Foll, 17/03/2015)

Mise en place d'un programme de recherche international, le « **4 pour 1000** », dont l'objectif est de développer la recherche agronomique afin d'améliorer les stocks de matière organique des sols de 4 pour 1000 par an.

D'où vient ce chiffre?
C sols ~ 2400 Gt
Émissions C fossile ~8,9 Gt / an (soit ~**4 ‰** du C des sols)

« Des pratiques agricoles permettant une augmentation annuelle de l'ordre de 4 pour mille des stocks de carbone dans les sols ont été identifiées »
*(Cf. les **10 actions** Pellerin et al, 2013 diapo suivante)*

*« La séquestration de carbone dans les sols cultivés constitue donc un **levier d'atténuation du changement climatique** intéressant. »* GESSOL, 2015

13/05/2015: Le Conseil économique, social et environnemental (CESE) ouvre plusieurs pistes d'action pour tenir compte des services rendus à la société par les sols agricoles. Le CESE met l'accent sur la capacité à **stocker de la matière organique** et d'atténuer ainsi le changement climatique en cours.

L. Thuriès 2015

Les 10 actions proposées pour réduire les émissions de GES

Réduire le recours aux engrais minéraux de synthèse, en les utilisant mieux et **en valorisant plus les ressources organiques**, pour réduire les émissions de N_2O

Accroître la part de légumineuses en grande culture et dans les prairies temporaires, pour réduire les émissions de N2O

Développer les techniques culturales sans labour pour **stocker du carbone dans le sol**

Introduire davantage de cultures intermédiaires, de cultures intercalaires et de bandes enherbées dans les systèmes de culture pour **stocker du carbone dans le sol** et limiter les émissions de N2O

Développer l'agroforesterie et les haies pour favoriser le **stockage de carbone dans le sol** et la biomasse végétale

Optimiser la gestion des prairies pour favoriser le **stockage de carbone**

Substituer des glucides par des lipides insaturés et utiliser un additif dans les rations des ruminants pour réduire la production de CH4 entérique

Réduire les apports protéiques dans les rations animales pour limiter les teneurs en azote des effluents et les émissions de N2O

Développer la méthanisation et installer des torchères, pour réduire les émissions de CH4 liées au stockage des effluents d'élevage

Réduire, sur l'exploitation, la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles pour limiter les émissions directes de CO2

L. Thuriès 2015

Pellerin et al. (2013)

Démarche : étalonnage SPIR sur tous types de sols

CAL
n=4000 samples

VAL
n=790

Soils, whole island
(air-dried, <2mm)

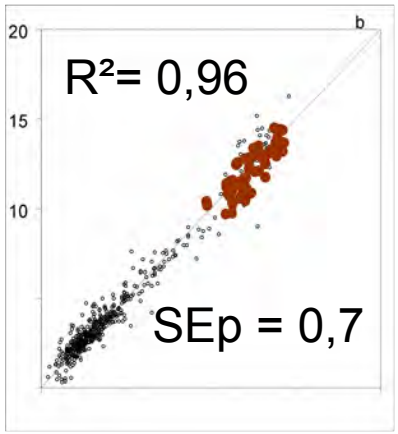
2 datasets

2009 — 02/2013 — 12/2013

C contents (Dumas) X Scanned (2 reps), XDS (Foss) Spectra (math treatment)

Equation « Local » PLS

CAL — VAL

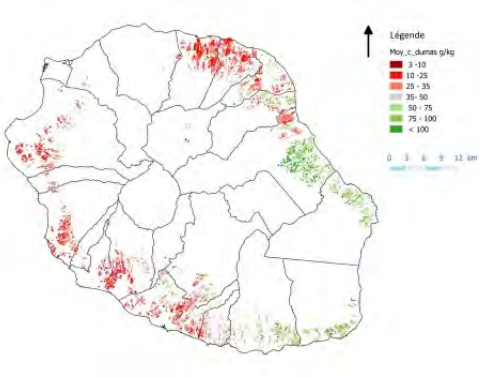


- Très bonnes performances
- Même pour les très fortes teneurs

L. Thuriès 2015

Thuriès et al., 2013 (ICNIR2013)

➢ Calcul des stocks de carbone

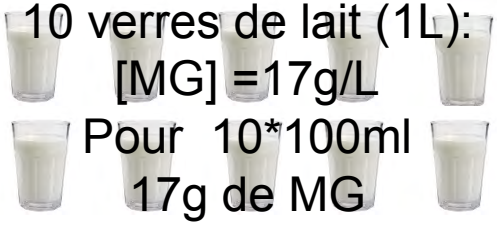


- Base de données sol:

teneur en gC/kg sol = concentration

→ Transformer les concentrations en **masse** de Carbone

1 verre de lait:
[MG] =17g/L
Pour 100ml
1,7g de MG



10 verres de lait (1L):
[MG] =17g/L
Pour 10*100ml
17g de MG

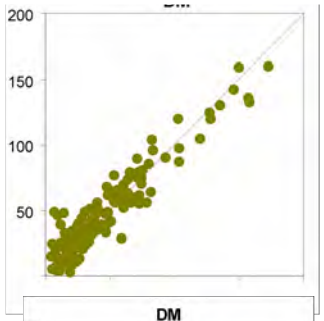
- La masse volumique du sol = densité apparente en $g.cm^{-3}$

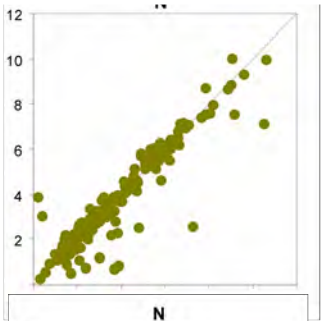
- Densité Apparente fonction du type de sol
- Suivant la teneur et la densité→ variation du stock

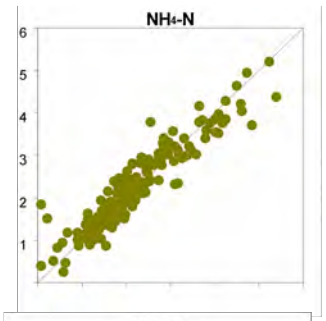
Ferralsol	1,2
Andosol	**0,6**

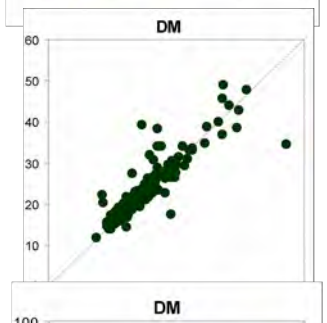
Caractériser les résidus organiques par SPIR

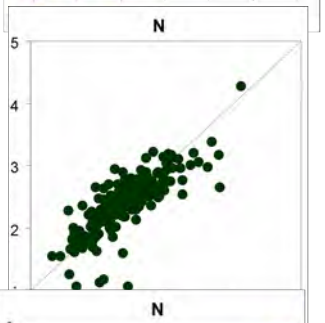
Matière Sèche | Azote | Ammonium

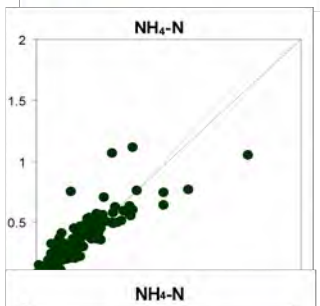


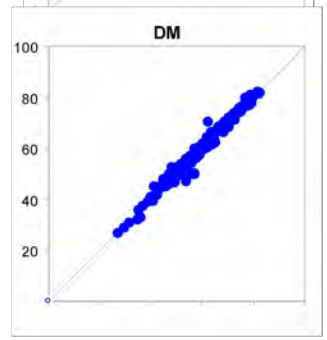


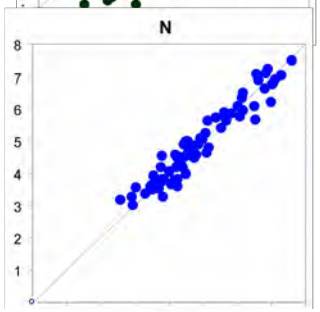


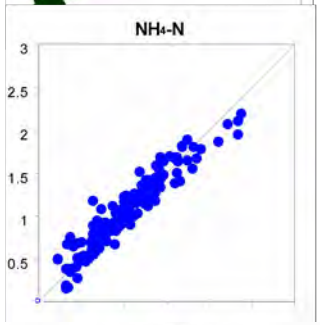


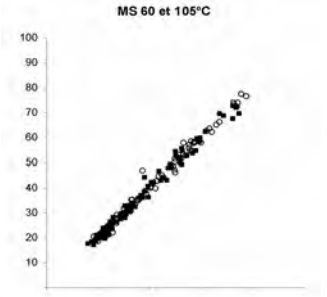


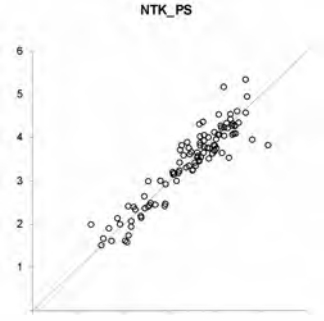


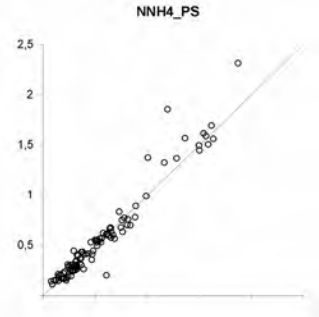












au laboratoire

Effluents bruts ou en compostage

Étalonnages: De ~performants à très performants,

Même pour des matériaux hétérogènes

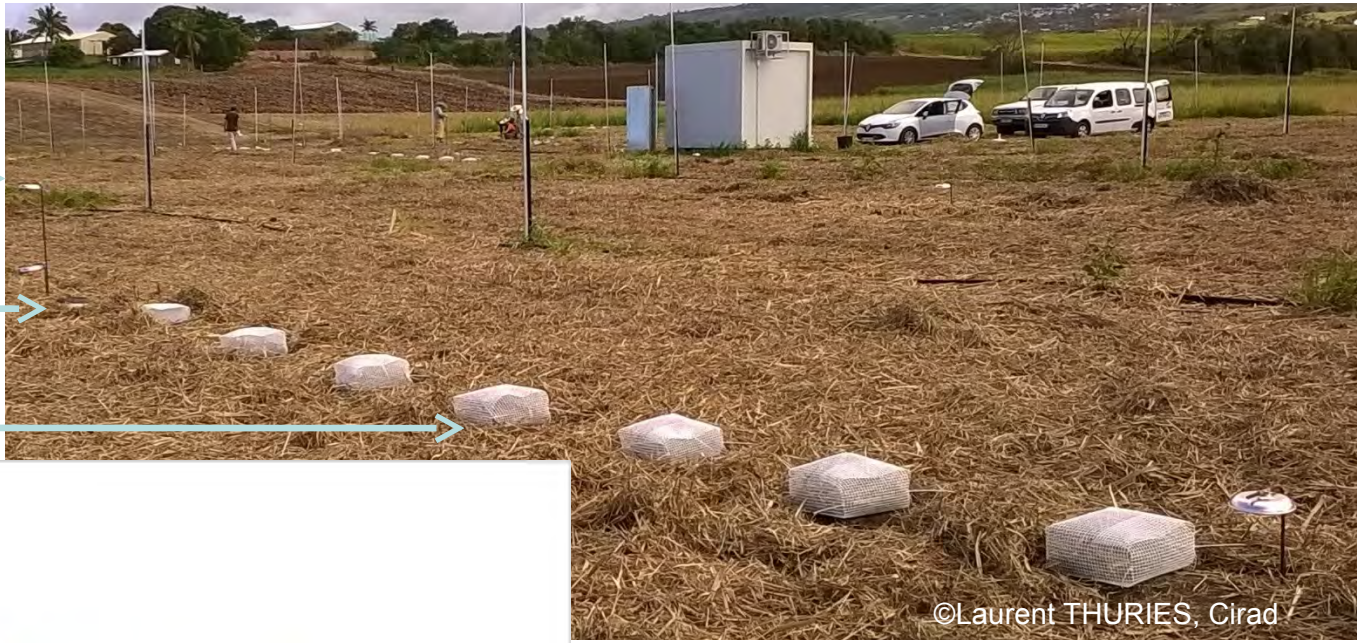
Bon compromis coût/précision/temps

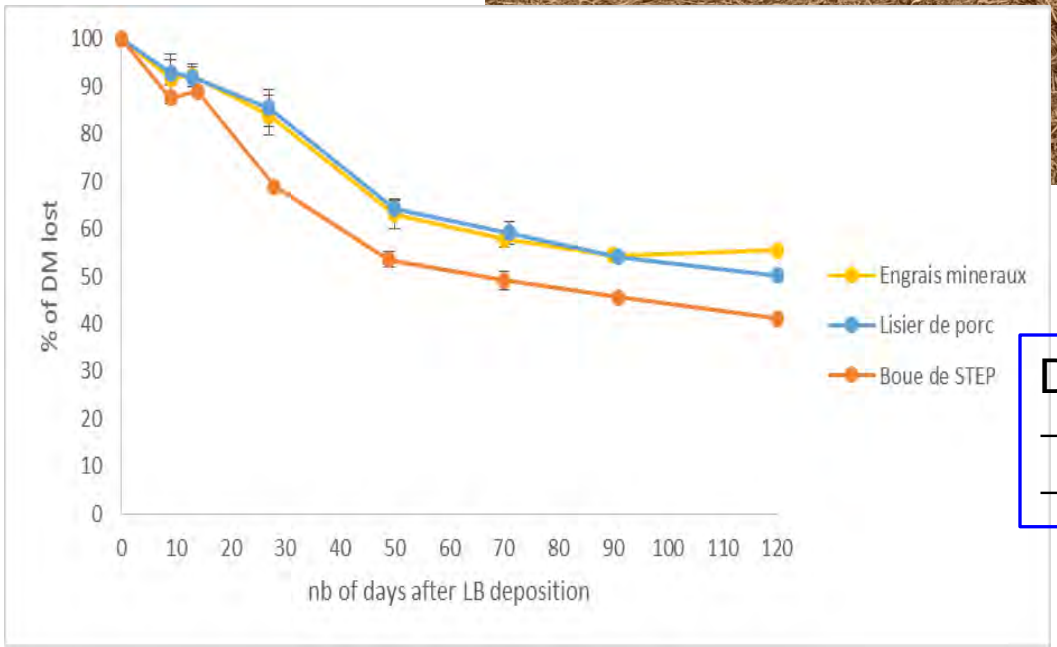
Sols canniers recevant des RO sur paille de canne: Décomposition du paillis?

Émissions NH_3

Émissions CO_2 et N_2C

Décomposition paillis





Décomposition paillis + RO :
→ Pas de différence engrais et lisier
→ Un peu plus intense avec boues

Kyulavski, 2015

SYNDICAT DU Sucre DE LA REUNION

Quelle contribution de la filière canne-sucre réunionnaise au développement durable et à la lutte contre le changement climatique ?

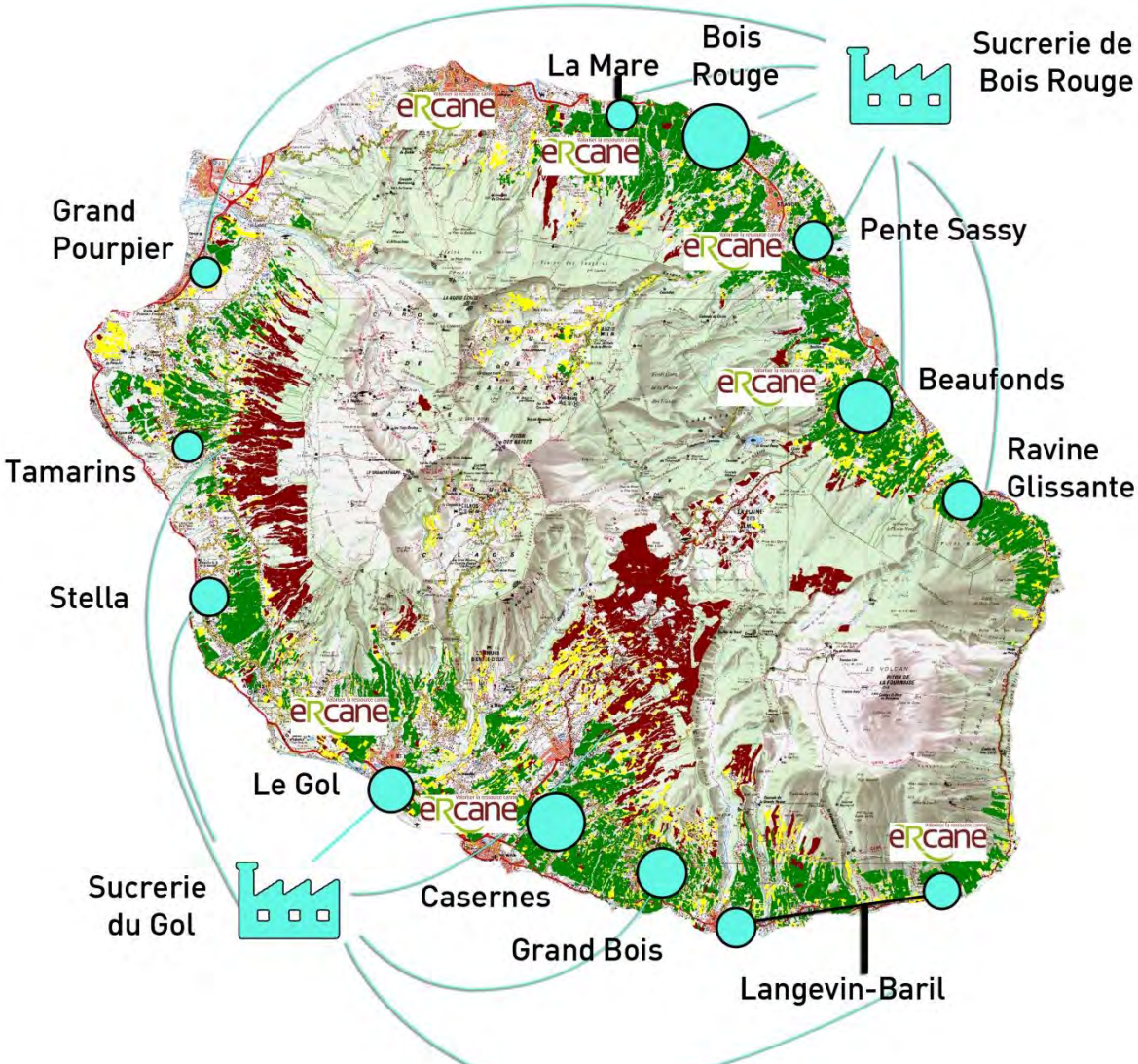
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Edition 2015

Filière canne-sucre et développement durable

Presque 250 ans d'histoire. Une filière inclusive socialement qui participe à l'aménagement durable de l'Ile

- **Une organisation structurée qui couvre l'ensemble du territoire et développe des outils adaptées aux différents terroirs**



- **Canne : 24 177 ha ***
- **Elevage: 10 877 ha ****
- **Diversification : 6 722 ha**

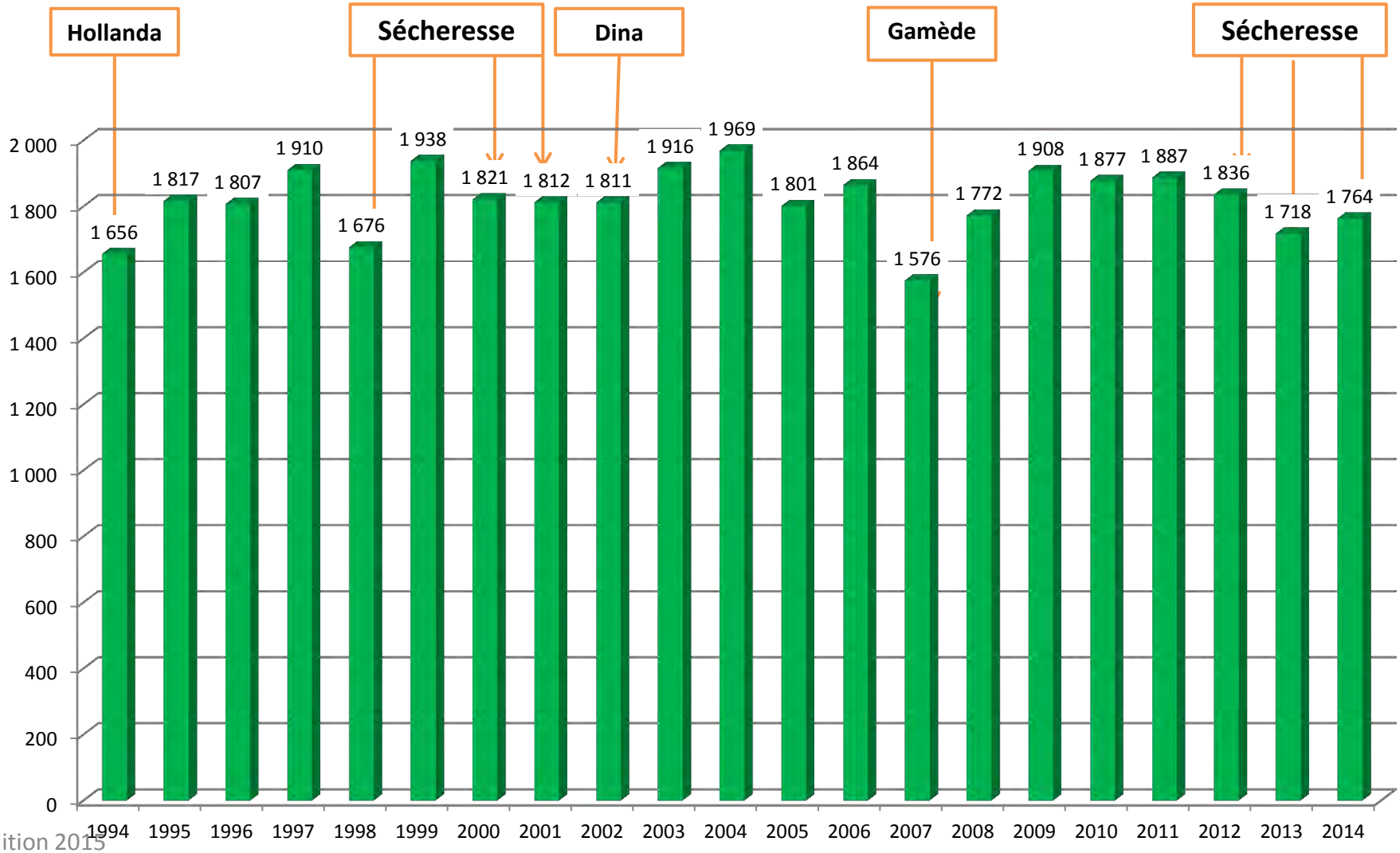
Données 2014 co-construite CTICS-SSR-TOI-DAAF

*** DAAF DE LA REUNION, 2014*

Une filière répondant aux contraintes de son territoire et aux contraintes climatiques

SYNDICAT DU Sucre DE LA REUNION

Une production résiliente (tonnage en KT)



Contribution de la Filière à la lutte contre les changements climatiques

SYNDICAT DU Sucre DE LA REUNION

- Son rôle naturel de préservation des ressources

- Sa capacité à développer un modèle d'économie circulaire, valorisant ses produits, ses co-produits …

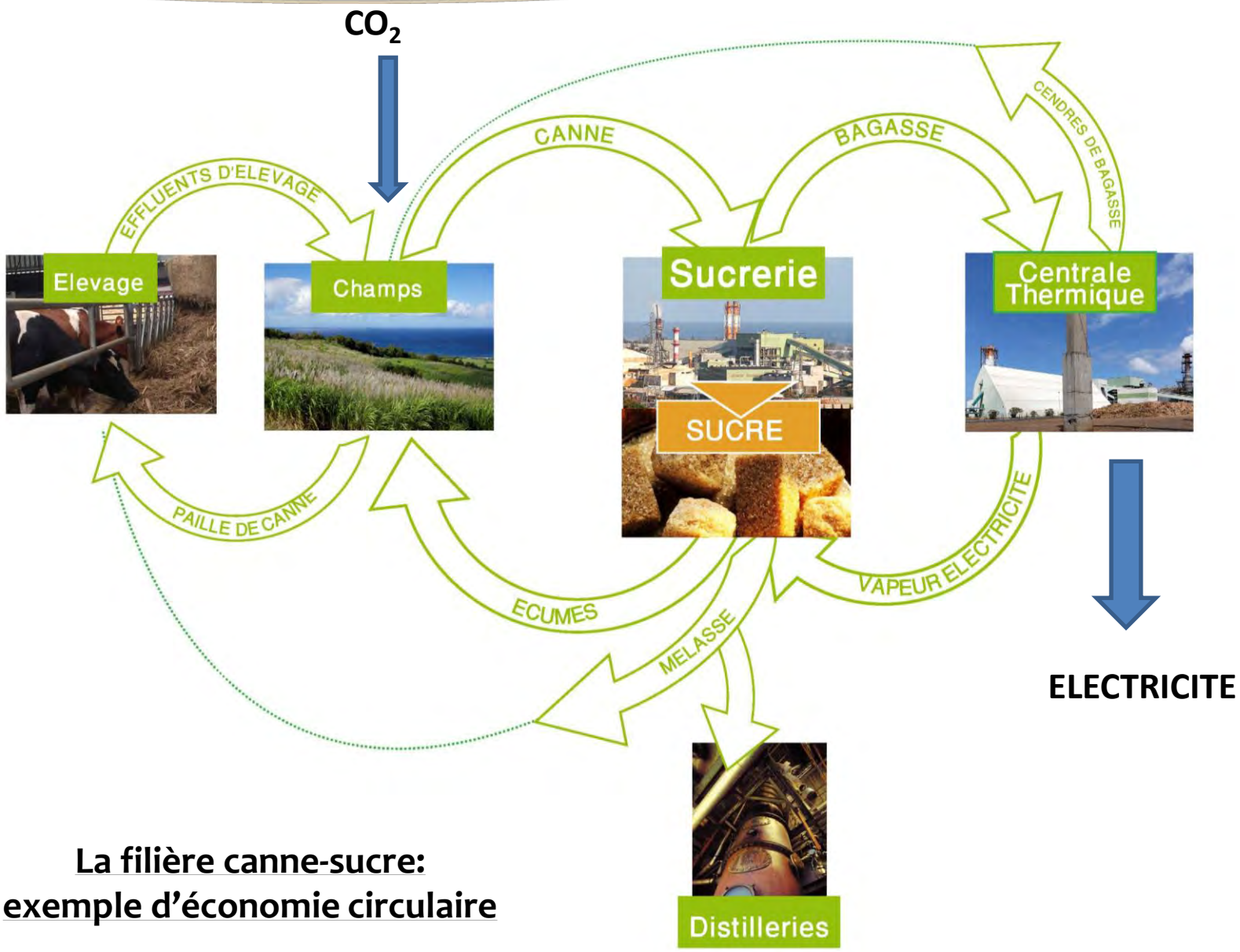
- Ses travaux pour continuer à diminuer son impact sur l'environnement

Un rôle dans la préservation des ressources

SYNDICAT DU Sucre DE LA REUNION

- Zone de solidarité écologique
  - Espace de transition entre l'urbain et le cœur du Parc National
  - Préserve l'éco-diversité : obstacle à l'invasion des rongeurs et des plantes
- Lutte contre l'érosion des sols
  - Puissant système racinaire qui :
    - évite que les terres fertiles partent à la mer
    - favorise l'infiltration des eaux et l'alimentation de la nappe phréatique
- Amélioration de l'activité et de la diversité de la faune du sol
  - Développement de la macrofaune grâce au paillage

Une filière valorisant l'ensemble des matières produites



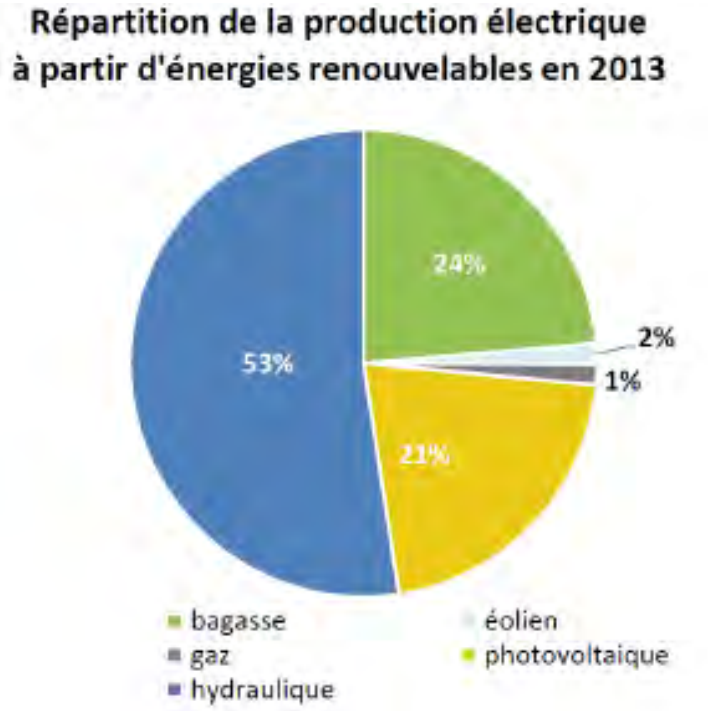
La filière canne-sucre: exemple d'économie circulaire

Une source inépuisable d'énergie renouvelable

- Innovation mondiale : Cogénération bagasse-charbon en 1992 sans concurrence entre l'alimentaire et l'énergie

- Objectif législatif 2009 : Autonomie énergétique dans les DOM à horizon 2030

- 10 % de la production d'électricité de l'ile à partir de la bagasse (270 GWh) et 24% des énergies renouvelables de l'île



Source: OER, 2014

Focus sur la valorisation énergétique

- 2ème source d'énergie renouvelable après l'énergie hydraulique
- 140 kT d'importation de charbon économisées
- 1 T de canne couvre la consommation électrique d'un habitant pendant 2 mois (1TC = environ 150 KWh)

L'atténuation de la pression sur l'environnement

Grâce :

- **à des variétés adaptées aux conditions pédoclimatiques, résistantes aux maladies et bioagresseurs,**
- **au mode de culture**

- Hormis les herbicides, aucun pesticide en canne : mise en place de la lutte biologique dès le début des années 80

- Indice de Fréquence de Traitement faible* sur la canne : IFT canne =3.3

*Source: État des lieux 2013 du district hydrographique de la Réunion, chapitre 5, Comité de Bassin de La Réunion

L'atténuation de la pression sur l'environnement

SYNDICAT DU Sucre DE LA REUNION

Démarche agro-écologique

- De la réduction des travaux de sol au zéro labour

  → Taux plantation

- Adapter les variétés, Maîtriser les mauvaises herbes mécaniquement, et gérer le paillis

  → IFT

- Incorporer amendements et engrais au paillis, développer la fertilisation organique

  → Pertes engrais, Emission GES

- Gestion raisonnée du paillis

  → Complémentarité filière, …

CONTRIBUTION À LA LUTTE CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE EN OPTIMISANT LA GESTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

SYNDICAT DU Sucre DE LA REUNION

Exemple : Gestion du paillis

Premiers résultats :

- Paillis (10-15 tMS/ha) efficacité de 70 % sur enherbement les 3 premiers mois

Contribution à la lutte contre le réchauffement climatique en optimisant la gestion de la matière organique

- Diminution de l'usage des engrais chimiques de synthèse et de minerai par l'optimisation ou l'utilisation de:
  - Restitutions aériennes et souterraines
  - Ecumes (issues de la carbonatation des jus sucrés de l'industrie du sucrière) servant à la fois d'amendement et de fertilisant
  - Cendres de bagasse
  - Effluents d'élevage
- En 2015, écumes et cendres permettent l'économie de 1800 T d'engrais minéral et 3200 T de chaux.

Focus sur le stockage de carbone

- 1 tonne de canne capte 543 Kg CO2/an (photosynthèse-plante C4)
- 1 Ha de canne capte 8 fois plus de CO2 qu'un Ha de céréales en Europe

- Renforcement de la fertilité des sols
  - La coupe en vert rend au sol 3 à 5 T/Ha/an de carbone
  - Stock moyen de carbone sous canne*: 113 tCO^2/ha (moyenne métropolitaine:64 tCO^2/ha)

- Participation à l'atténuation des effets du changement climatique : beaucoup de restitutions (paille, racines, …) et peu de travail du sol en canne

*Source: base LIMS, préétude c@run-CIRAD, 2015

SYNDICAT DU Sucre DE LA REUNION

UNE FILIÈRE CANNE-SUCRE, AU CŒUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ILE DE LA RÉUNION CONDUITE DANS LE CADRE D'UNE GOUVERNANCE PARTAGÉE

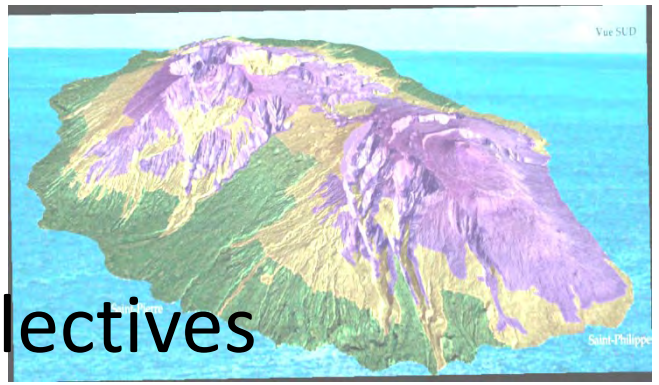
ASSOCIATION DÉVELOPPEMENT RURAL RÉUNION

Les Opérations Locales d'Aménagement de Terroir (OLAT)

Saint-Joseph, 4 Novembre 2015

Pourquoi des OLAT ?

- Des conditions naturelles difficiles : érosion, à l'inverse manque d'eau
- De petites structures et des moyens financiers limités…
- Des parcours humains qui peuvent être difficiles (anciens colons, peu d'accès à la décision, peu qualifiés)
- Proposition en 1988 d'un dispositif spécifique pour soutenir des initiatives collectives



Les principes retenus

- Une approche locale (terroir) : à taille « humaine » ; un aménagement à l'échelle du groupe
- Investir sur les agriculteurs, premiers concernés : les mieux à mêmes de piloter les projets, ils vont gérer les réalisations par la suite
- Viser d'abord une amélioration des situations pour ce qui est vécu comme urgent à régler

Comment ?

- Accompagnement des démarches par des moyens d'animation (et éventuellement de formation).
- Des groupes à "taille humaine" (10 à 30 agriculteurs).
- Des agriculteurs voisins s'engageant ensemble pour un aménagement à leur échelle (petit bassin versant…).

Les étapes de l'action

- Un noyau de personnes, autour duquel se regroupent d'autres
- L'importance d'un accompagnement des démarches collectives (animation, formation-action, expérimentation)
- Une formalisation du collectif en association
- Un appui financier éventuel

Des éléments de résultats

- **28 terroirs** concernant 395 agriculteurs et 2660 ha.
- **Des actions pour améliorer la situation à court terme :**
- Travaux de voirie ou de gestion des eaux pluviales.
- Mobilisation de ressources en eau (captages, retenues collinaires, réseaux collectifs d'irrigation…)
- **Des actions pour le long terme :**
- Travaux de lutte contre l'érosion ou de gestion de la fertilité.
- Couvertures de sol, défrichements prudents, agroforesterie...
- Un montant total de travaux de près **5 200 000 €**

Les leçons de l'expérience

- Des éléments de satisfaction :
- Une représentation de l'ensemble des contextes et des systèmes agricoles des Hauts.
- Un maintien des exploitations concernées et une amélioration des systèmes
- Des techniques innovantes avec l'appui de la recherche agronomique (CIRAD) : couvertures de sol, agroforesterie.
- Une gestion sérieuse des ouvrages réalisés.
- Le fait collectif favorise l'entraide pour des actions ne nécessitant pas de moyens financiers importants, facilite la négociation pour des actions structurantes, et permet à l'association de devenir un interlocuteur privilégié pour les institutions.

Les leçons de l'expérience (2)

- Des points de vigilance :
- Etre ensemble pour faire autrement
- La fragilité potentielle des groupes constitués.
- Lors du renouvellement des agriculteurs (départs d'anciens qui jouaient un rôle fédérateur…),
- La gestion collective est complexe et source de tensions (le groupe est continuellement tiraillé et doit pouvoir s'appuyer sur des individus régulateurs),
- Il peut sembler y avoir des temps morts dans la dynamique collective, même pendant plusieurs années : mais quand il n'y a pas de problèmes à résoudre, il n'y a pas besoin d'action !
- Des actions liées au long terme restent à développer (leur prise en compte prend du temps devant l'importance des "rattrapages" à opérer et des bouleversements qu'ils induisent).
- L'importance des actions d'accompagnement des groupes dont le financement ne suit pas toujours le soutien aux travaux.

Des perspectives

- Poursuivre l'appui aux démarches collectives, sur leur émergence ou pour de nouvelles étapes
- Développer les liens entre associations (échanges, partenariats et pourquoi pas une fédération à moyen terme ?)
- Elargir les champs d'action, sous d'autres formes ?