Peut-on assurer une production agricole durable et respectueuse de l'environnement pour répondre aux besoins alimentaires demain ?

(Photo F. Ramahandry)

Thierry Doré

AgroParisTech

Enjeux

Durable ?

- **Sécurité alimentaire**
- **Environnement et gestion des ressources**
- **Gestion de l'espace rural**
- **Sécurité sanitaire**
- **Production énergétique**
- **Atténuation du changement climatique**
- **Enjeux sociaux**
- **…**

Sécurité alimentaire

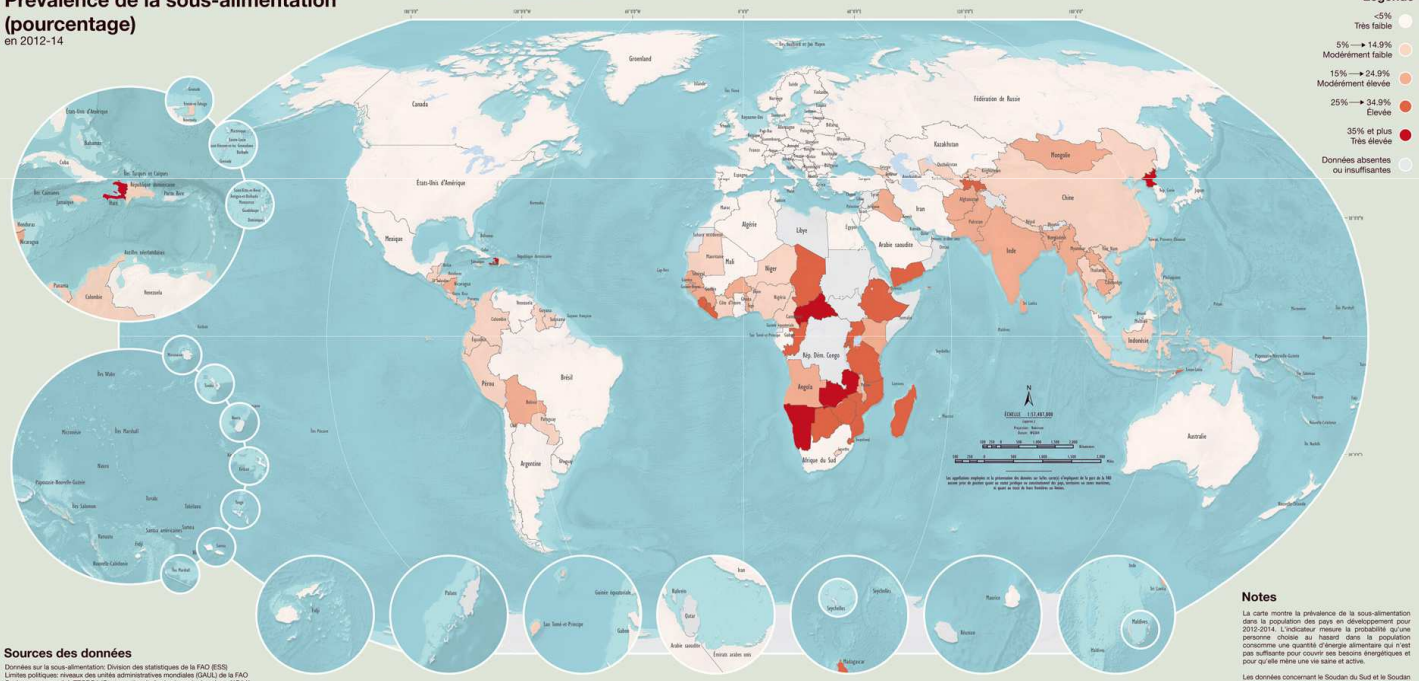
FAO CARTE DE LA FAIM 2014

- Dans le monde, quelque 805 millions de personnes, soit une personne sur neuf, ont souffert de sous-alimentation chronique pendant la période 2012-2014 et ne peuvent pas se procurer une nourriture suffisante pour mener une vie saine et active. Ce nombre a diminué de 100 millions au cours de la dernière décennie, et de 209 millions depuis la période 1990-1992.
- La grande majorité des personnes souffrant de la faim vivent dans des pays en développement, où la proportion de personnes sous-alimentées a diminué de 42 pour cent entre 1990-1992 et 2012-2014. Malgré ces progrès, 13,5 pour cent de la population totale, soit à peu près une personne sur huit, souffre de sous-alimentation chronique dans ces pays, contre 23,4 pour cent en 1990-1992.
- À ce jour, 63 pays en développement ont déjà réalisé le premier objectif du Millénaire pour le développement (OMD 1) consacré à la réduction de la faim, tandis que 25 ont atteint l'objectif plus ambitieux fixé au Sommet mondial de l'alimentation de 1996, à savoir réduire de moitié le nombre de personnes sous-alimentées d'ici à 2015.
- La cible C de l'OMD 1, qui est de réduire de moitié, d'ici à 2015, la proportion de personnes sous-alimentées dans le monde en développement, est à portée de main, à la seule condition que des progrès plus rapides soient réalisés.
- De grandes différences subsistent entre les régions. L'Amérique latine et l'Asie du Sud-Est ont été les sous-régions les plus efficaces, tandis que l'Asie de l'Ouest est la seule qui régresse. L'Afrique subsaharienne compte près d'une personne sur quatre qui souffre de faim chronique, soit plus d'un quart des personnes sous-alimentées dans le monde. C'est en Asie du Sud que le nombre de personnes souffrant de faim chronique est le plus élevé, puisqu'il atteint plus d'un demi-milliard de personnes.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Elaboré par La Division des Statistiques

Pour toute information, visitez le site:
http://www.fao.org/economic/ess

Prévalence de la sous-alimentation (pourcentage)
en 2012-14



Sources des données
Données sur la sous-alimentation: Division des statistiques de la FAO (ESS)
Limites politiques: niveaux des unités administratives mondiales (GAUL) de la FAO
Soulagement mondial: ETOPO1 (Centre national géophysique de données - NOAA)
Masses d'eaux continentales: Division des terres et des eaux de la FAO (NRL)

Notes
La carte montre la prévalence de la sous-alimentation dans la population des pays en développement pour 2012-2014. L'indicateur mesure la probabilité qu'une personne choisie au hasard dans la population consomme une quantité d'énergie alimentaire qui n'est pas suffisante pour couvrir ses besoins énergétiques et pour qu'elle mène une vie saine et active.

Les données concernant le Soudan du Sud et le Soudan pour les années 2012-2014 n'étant pas fiables, elles ne sont pas communiquées.

AgroParisTech

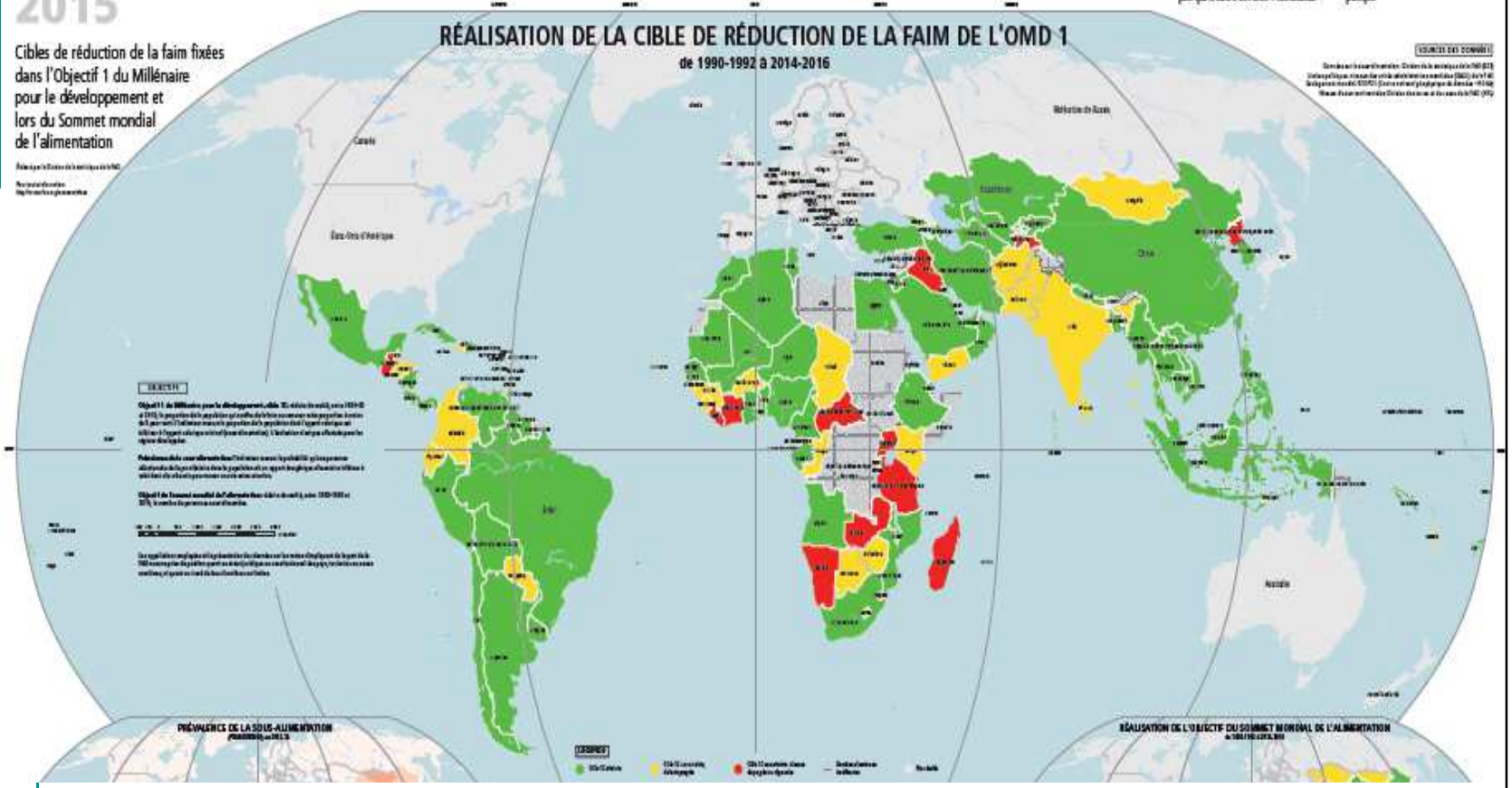
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FAO Carte de la Faim 2015

Cibles de réduction de la faim fixées dans l'Objectif 1 du Millénaire pour le développement et lors du Sommet mondial de l'alimentation

RÉALISATION DE LA CIBLE DE RÉDUCTION DE LA FAIM DE L'OMD 1

de 1990-1992 à 2014-2016



AgroParisTech

CIBLE 1.C - Réduire de moitié, entre 1990 et 2015, la proportion de la population qui souffre de la faim

La proportion de personnes sous-alimentées dans les régions en développement a baissé de près de moitié depuis 1990.

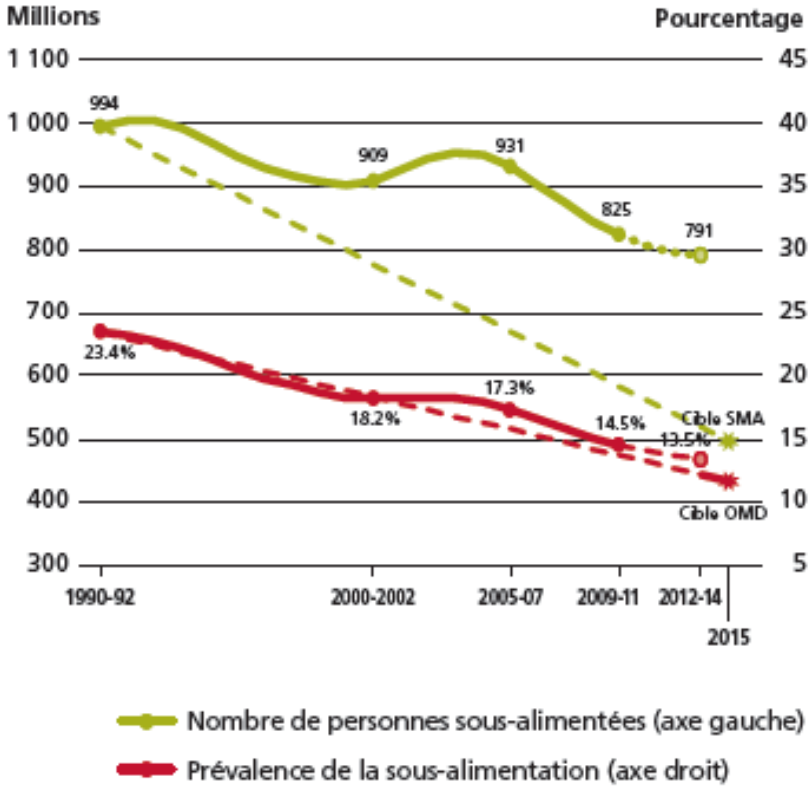
Dans le monde, on estime à 795 millions le nombre de personnes sous-alimentées.

Plus de 90 millions d'enfants de moins de 5 ans sont encore sous-alimentés et souffrent d'insuffisance pondérale.

AgroParisTech

Sécurité alimentaire : des progrès

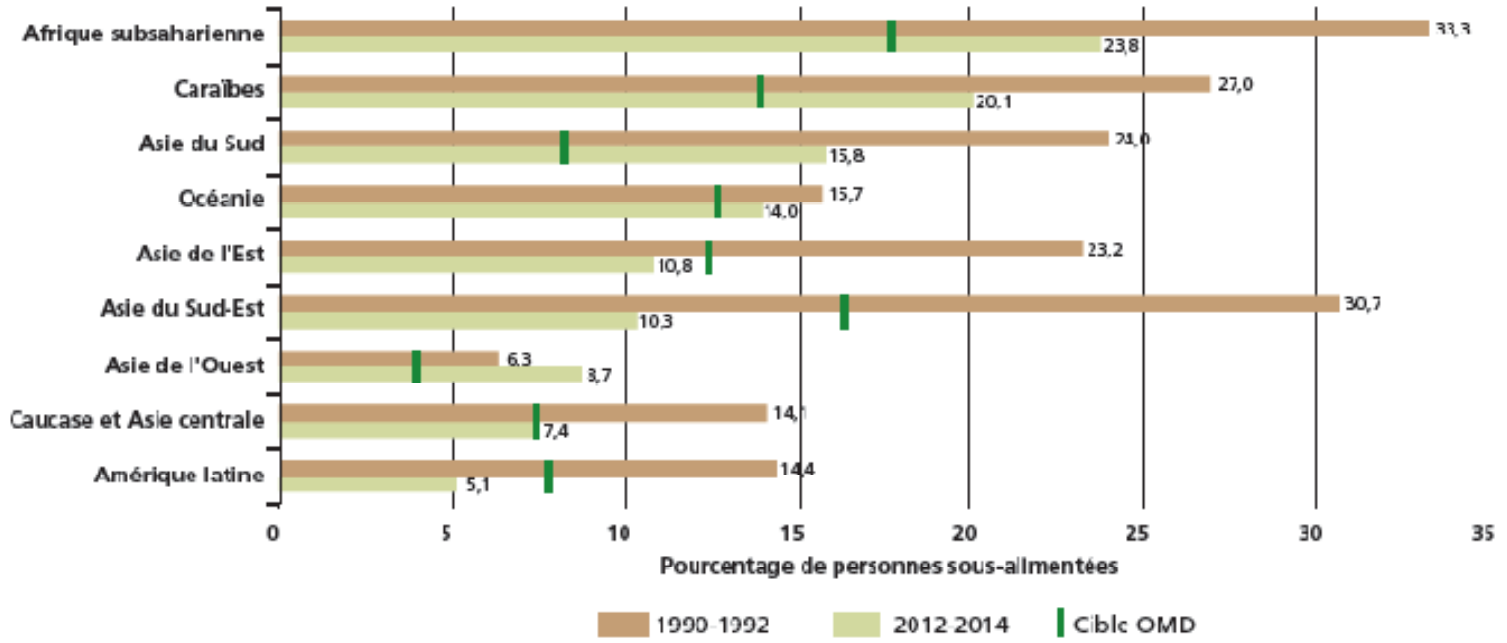
Évolution de la sous-alimentation dans les régions en développement: progrès (réels et projetés) par rapport aux cibles de l'OMD et du SMA



(FAO, FIDA, PAM, 2014)

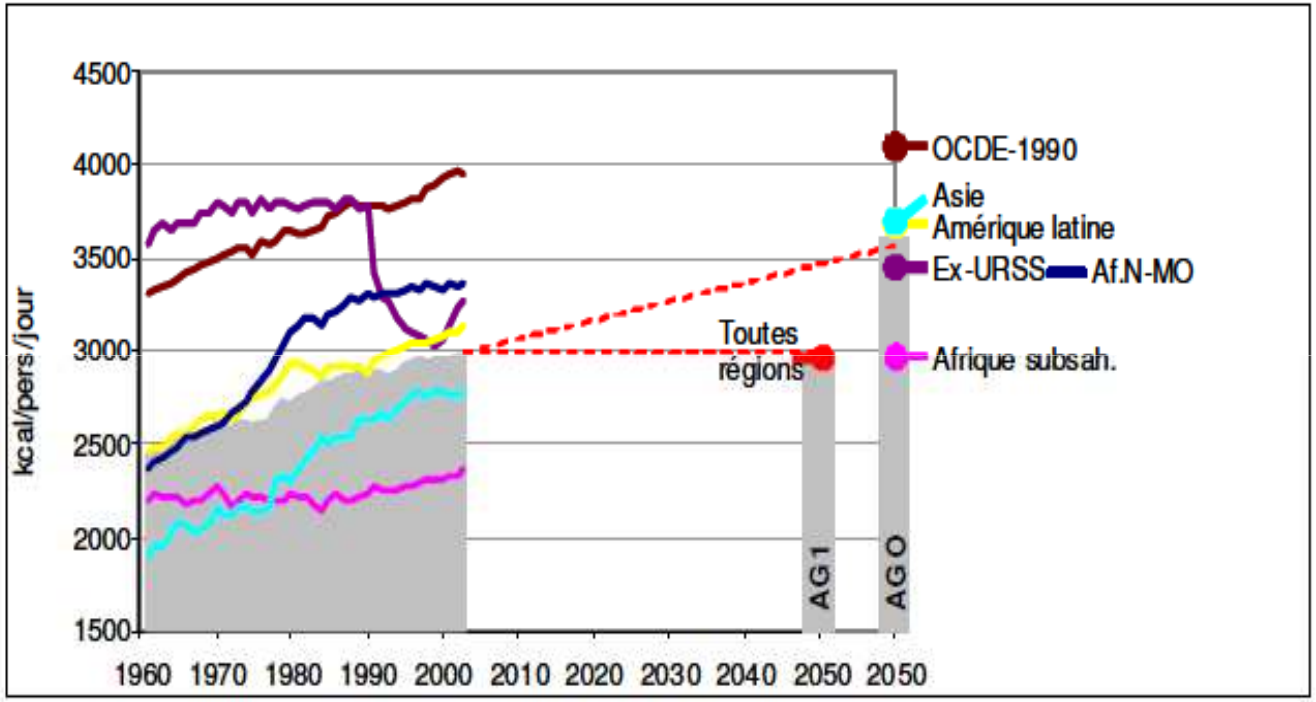
… très variables…

Tendances en matière de sous-alimentation: pratiquement toutes les régions progressent, mais à des rythmes très différents



(FAO, FIDA, PAM, 2014)

Sécurité alimentaire : des voies d'amélioration



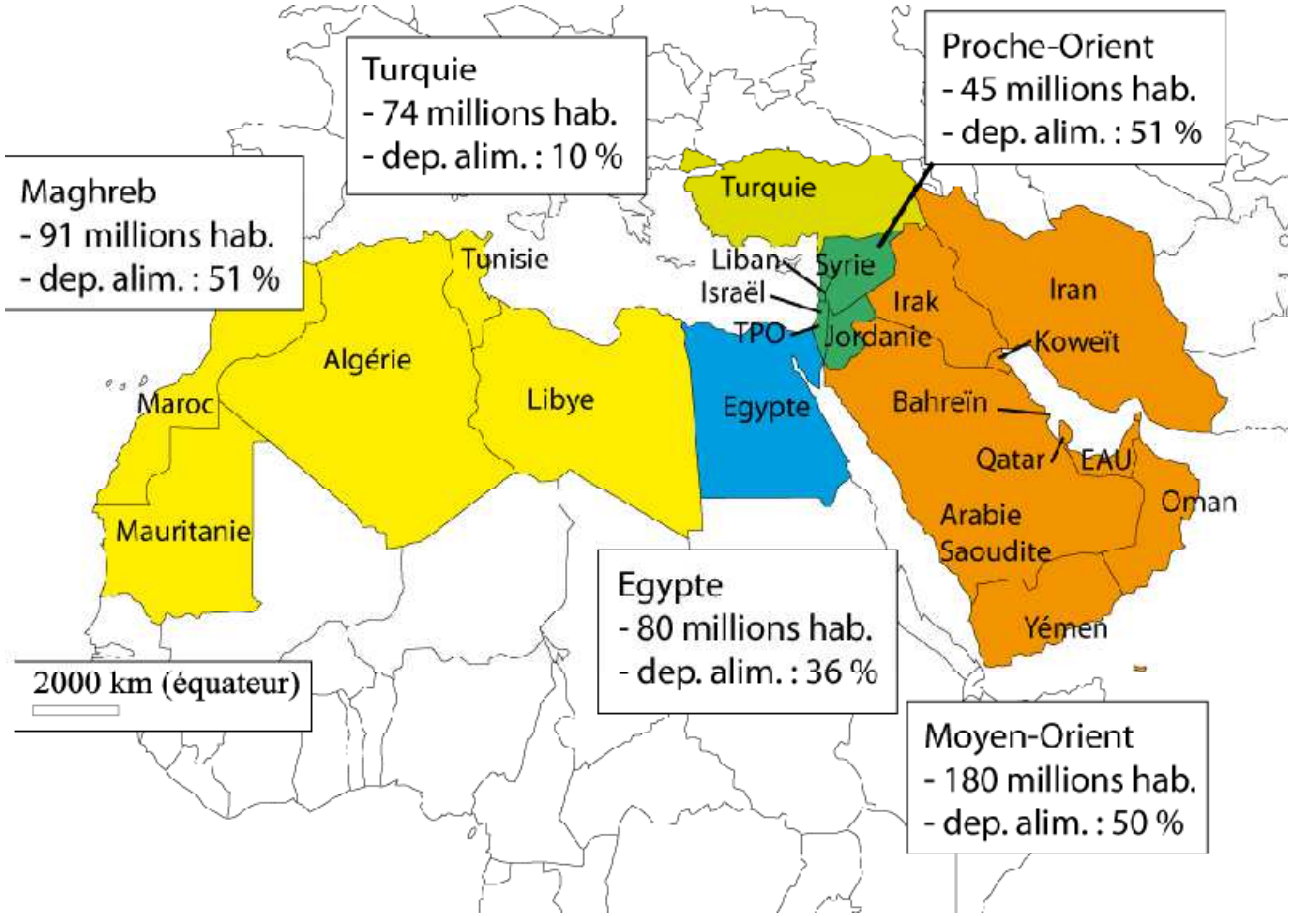
Evolution des disponibilités alimentaires moyennes régionales entre 1961 et 2003 et dans les scénarios Agrimonde[25]

…qui nécessitent de raisonner au-delà de la simple mise à disposition de denrées.

- L'ensemble d'indicateurs donne une image plus complète et plus détaillée des défis à relever dans un pays donné. Il fournit aussi des informations précieuses pour la conception d'interventions ciblées en matière de sécurité alimentaire et de nutrition.
- De manière générale, les résultats confirment que les pays en développement ont fait des progrès importants en matière de sécurité alimentaire et de nutrition, mais que ces progrès sont inégaux d'une région à l'autre et d'une dimension de la sécurité alimentaire à l'autre.
- Le problème de la disponibilité alimentaire reste un élément essentiel de l'insécurité alimentaire dans les régions plus pauvres du monde, notamment en Afrique subsaharienne et dans certaines régions de l'Asie du Sud, où l'on a relativement peu progressé.
- L'accès aux aliments s'est amélioré rapidement et de façon significative dans les pays qui ont connu une croissance économique générale rapide, notamment en Asie de l'Est et en Asie du Sud-Est. L'accès a également été amélioré en Asie du Sud et en Amérique latine, mais uniquement dans les pays dotés de filets de sécurité adéquats et d'autres mécanismes de protection sociale. Par contre, l'accès aux aliments pose toujours problème en Afrique subsaharienne, où les revenus ont peu progressé, où le taux de pauvreté est resté élevé et où l'infrastructure rurale reste peu développée et, souvent, s'est détériorée.
- En dépit des progrès réalisés ces 20 dernières années, le principal problème qui se pose toujours pour les pays en développement concerne l'utilisation des aliments. La plupart des progrès ont été réalisés dans des régions qui, de manière générale, sont dans une situation relativement bonne en termes de sécurité alimentaire, comme l'Asie de l'Est et l'Amérique latine.
- La stabilité pose toujours problème pour les régions qui sont fortement tributaires des marchés internationaux des produits alimentaires pour leurs approvisionnements intérieurs, qui ne sont pas parvenues à garantir l'accès aux aliments au niveau national ou qui sont particulièrement vulnérables en raison de la faible quantité ou de la fragilité des ressources naturelles dont elles disposent. C'est tout particulièrement le cas de la région Proche-Orient et Afrique du Nord et des Caraïbes.

(FAO, FIDA, PAM, 2014)

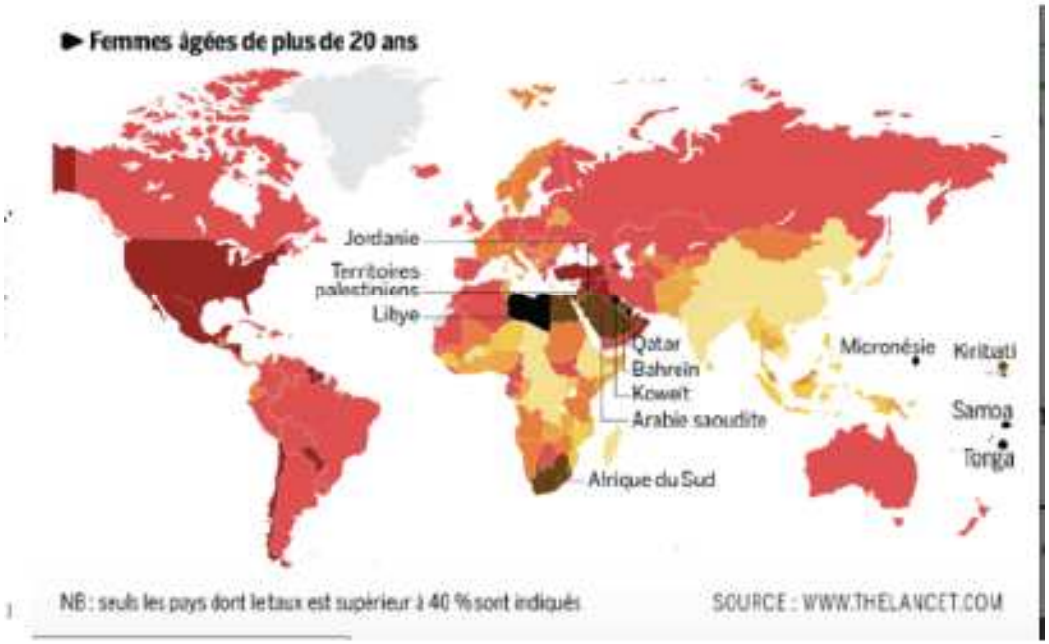
Dépendance alimentaire au Sud de la Méditerranée



(Inra, Pluriagri, 2015)

Sécurité alimentaire : à faire rimer avec santé

Excès pondéral ou obésité



Environnement et gestion des ressources

	Évolution des tendances sur 5 à 10 ans	Perspectives à plus de 20 ans
Protection, conservation et renforcement du capital naturel		
Biodiversité des milieux continentaux et aquatiques		
Utilisation des terres et fonctions des sols		
État écologique des masses d'eau douce		
Qualité de l'eau et concentration en nutriments		
Pollution de l'air et impacts sur les écosystèmes		
Biodiversité marine et littorale		
Impacts du changement climatique sur les écosystèmes		

Tendances à la détérioration

Tendances mitigées

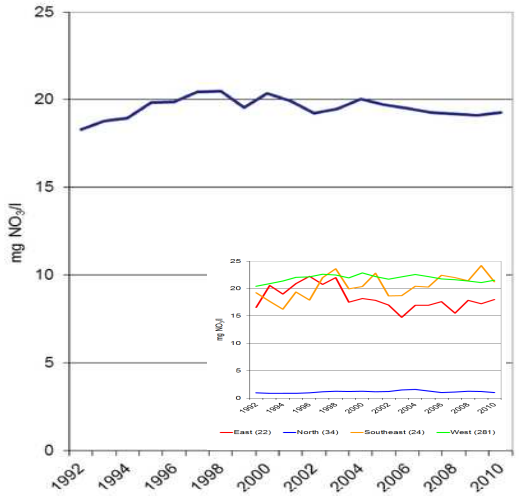
Tendances à l'amélioration

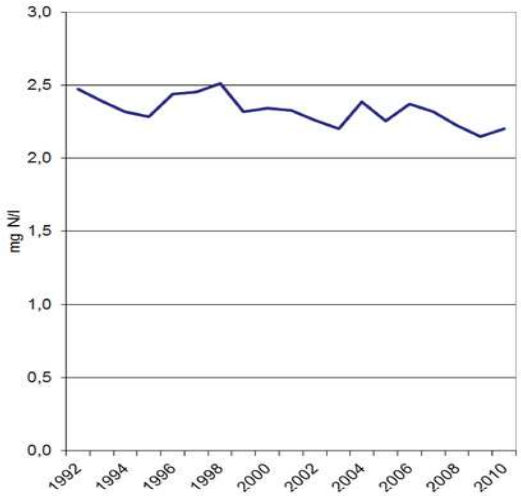
http://www.eea.europa.eu/soer-2015/synthesis/lenvironnement-en-europe-etat-et

(EEA, 2015)

Environnement et gestion des ressources

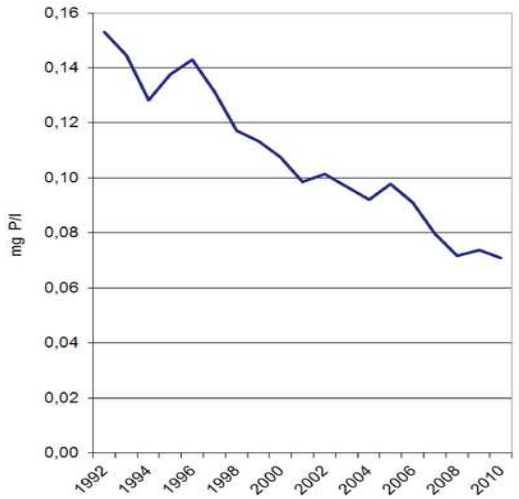
Nitrate in ground water

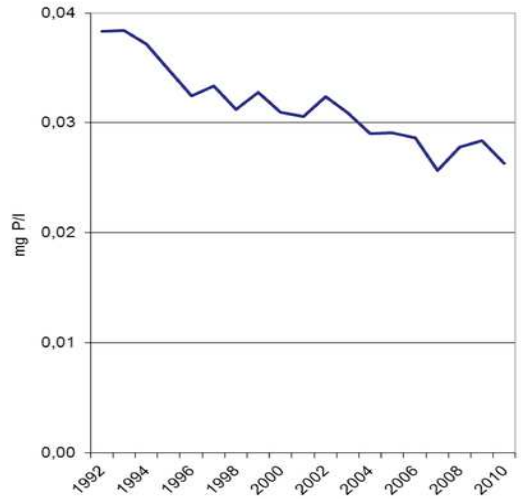




Nitrate in rivers

Orthopho sphate in rivers





Total phosphorus in lakes

(EEA, 2012)

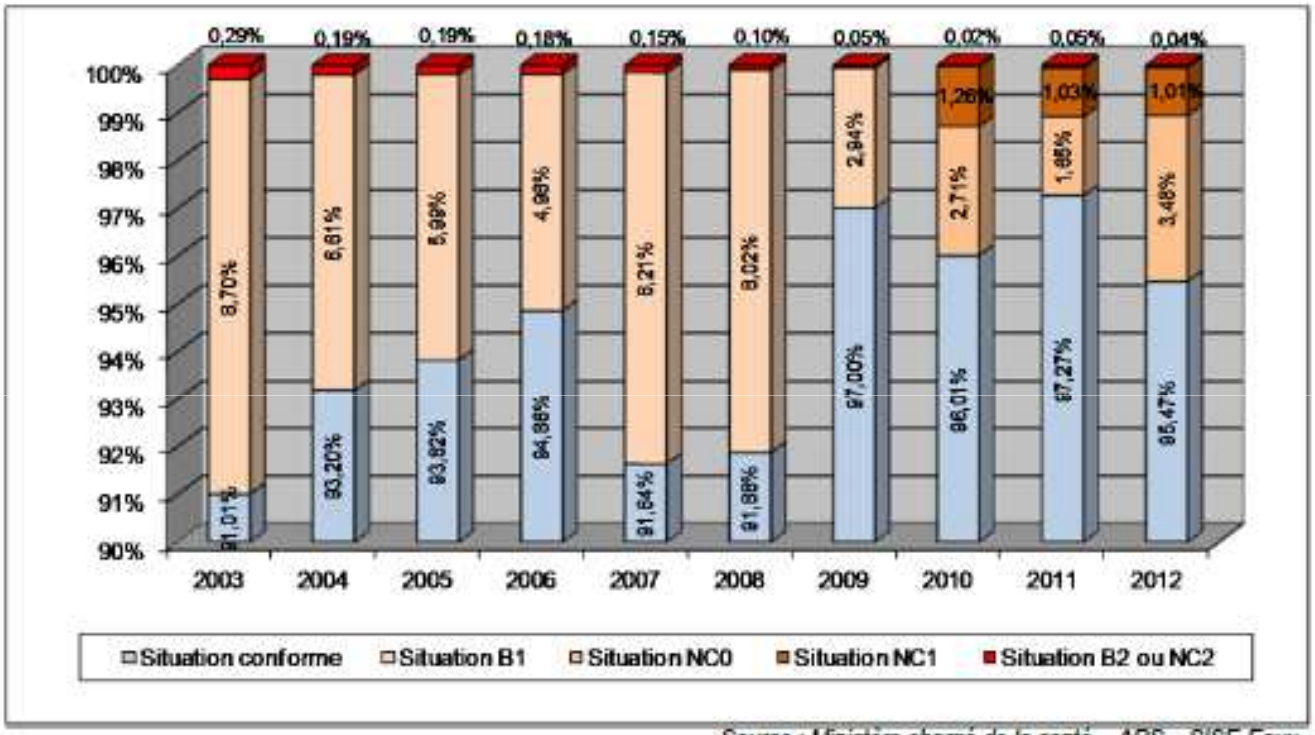
Annexe 5 : Les nitrates dans les eaux distribuées

Tableau 8 • Situation de la conformité selon les concentrations maximales en nitrates dans l'eau au robinet du consommateur – Année 2012

Situation 2012 Concentration maximale en nitrates (en mg/L)		Unités de distribution (UDI)		Population alimentée		Population moyenne par UDI (en hab.)
		nombre	%	en millions d'habitants	%	
Données disponibles	[0-25]	19 114	77,6%	39,48	61,9%	2 066
	] 25-40]	3 899	15,8%	17,38	27,3%	4 458
	] 40-50]	1 227	5,0%	6,3	9,9%	5 136
	] 50-100]	386	1,6%	0,59	0,9%	1 522
	> 100	0	0,0%	0	0,0%	
	Total	24 626		63,8		
Données non disponibles		675	2,7% du nombre total d'UDI	0,12	0,2% de la population totale	172
Total		25 301		63,9		2 589

Source : Ministère chargé de la santé - ARS - SISE-Eaux

Environnement et gestion des ressources



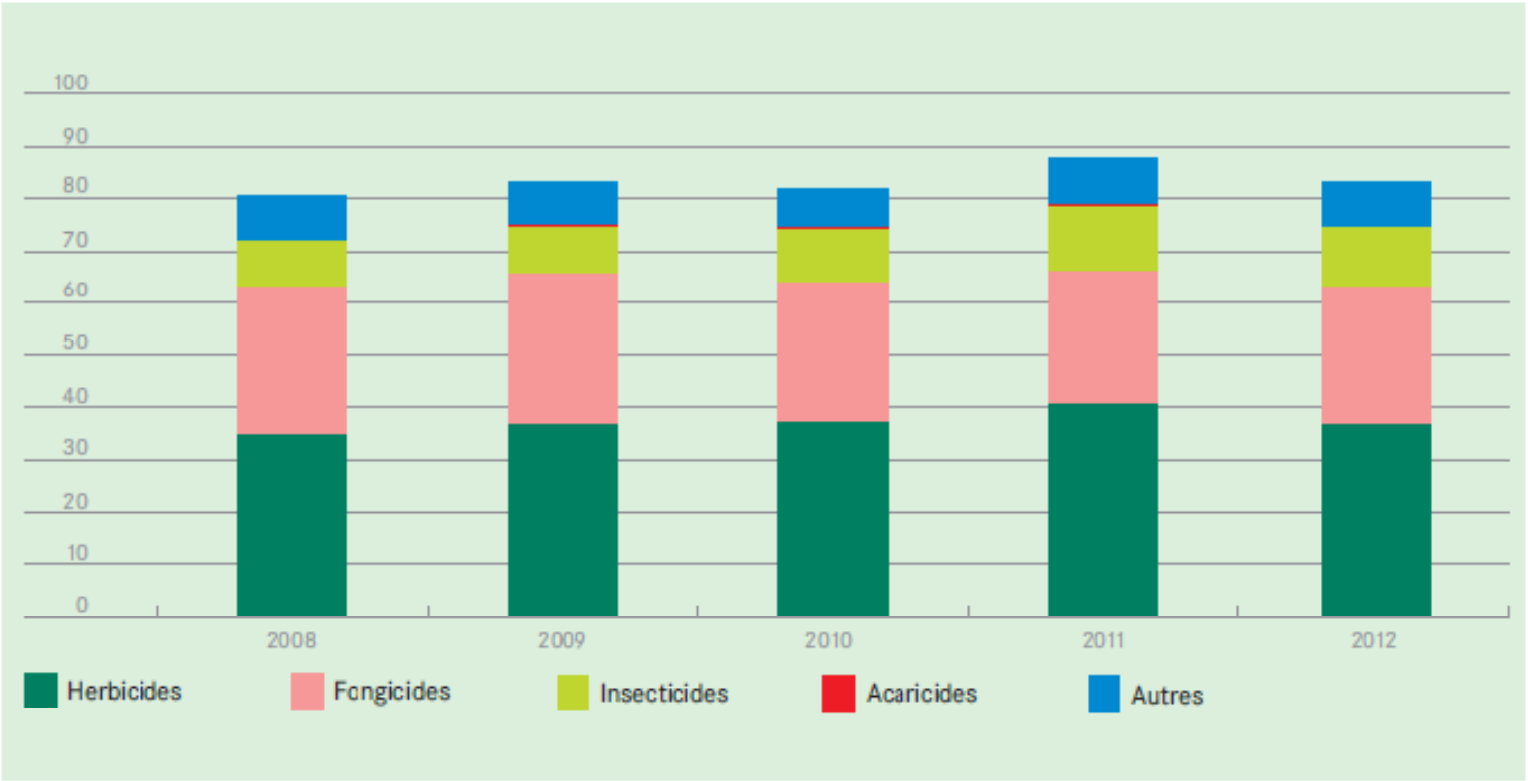
Source : Ministère chargé de la santé – ARS – SISE-Eaux

***Figure 2** : Répartition de la population selon la conformité ou non des eaux vis-à-vis du paramètre pesticides au robinet du consommateur de 2003 à 2012*

Enjeux environnementaux : cf. Ecophyto 2

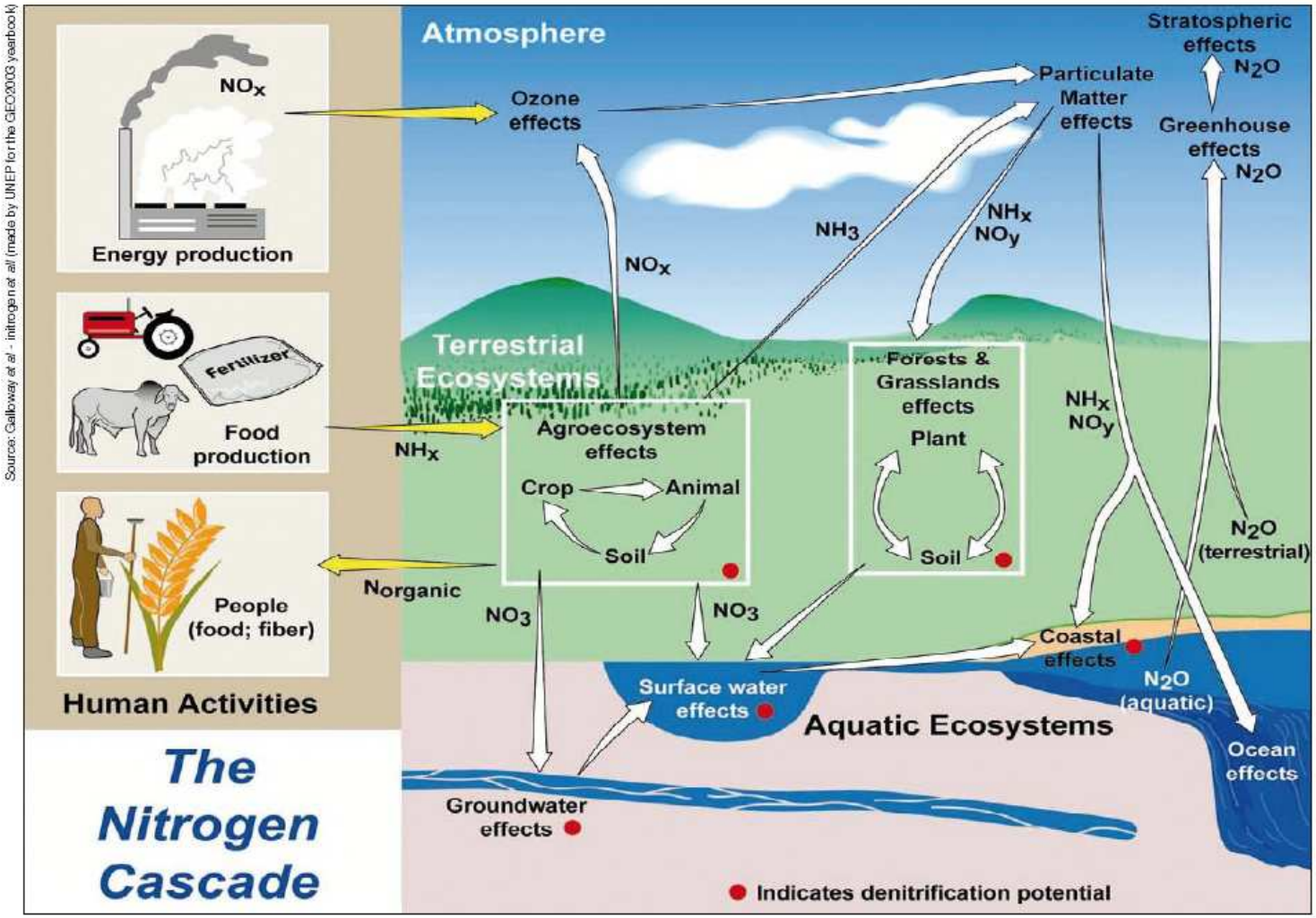
5. A MI-PARCOURS : LA RÉDUCTION N'EST PAS AU RENDEZ-VOUS

Nombre de NODU, en millions d'ha, en zones agricoles, hors ZNA, traitements de semences, produits de biocontrôle vert - Calcul MAAF, données BNV-D (extraction le 30/06/2013)

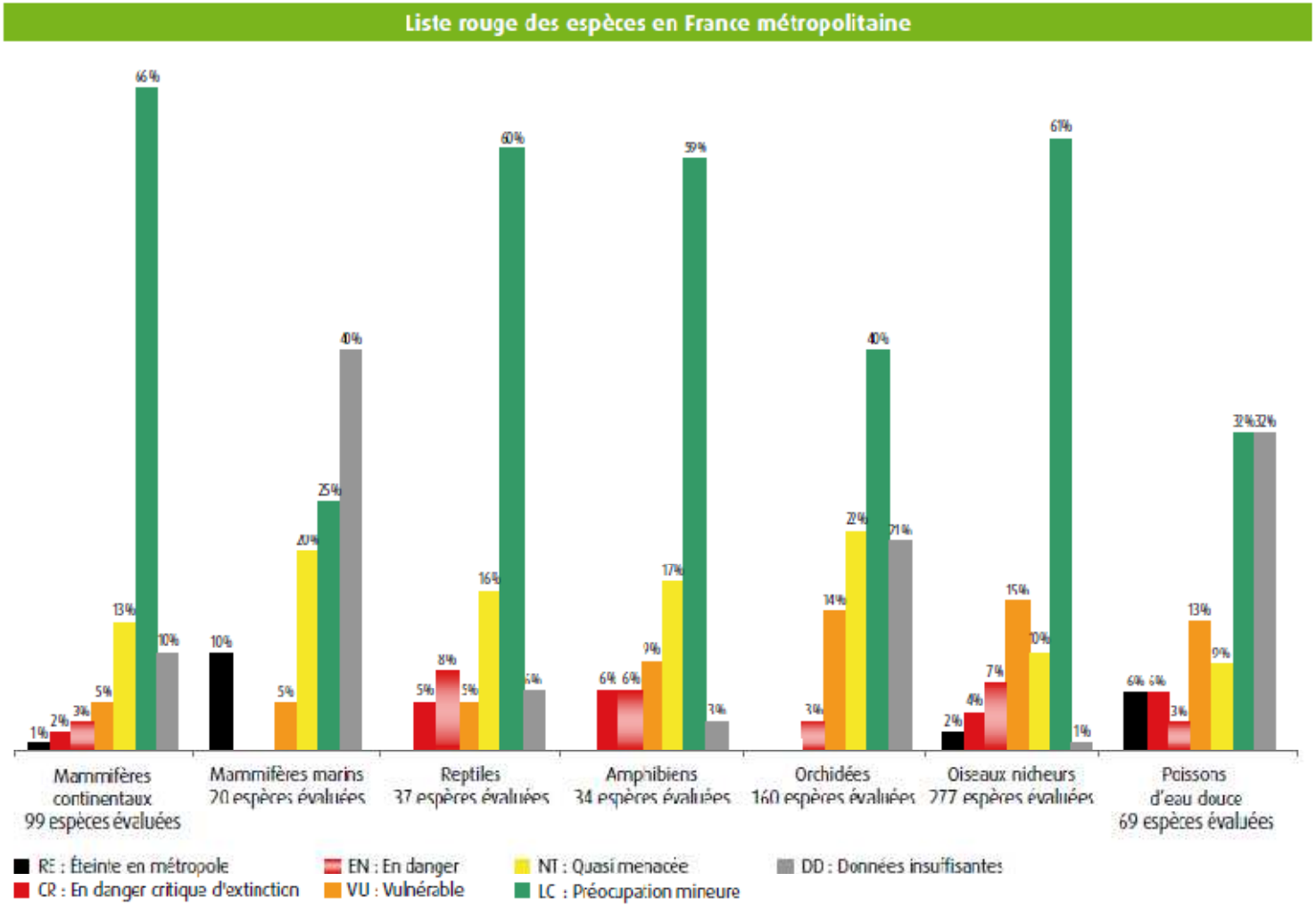


(Rapport Pottier, 2015)

Perturbations du cycle de l'azote : une “cascade” multi-échelles



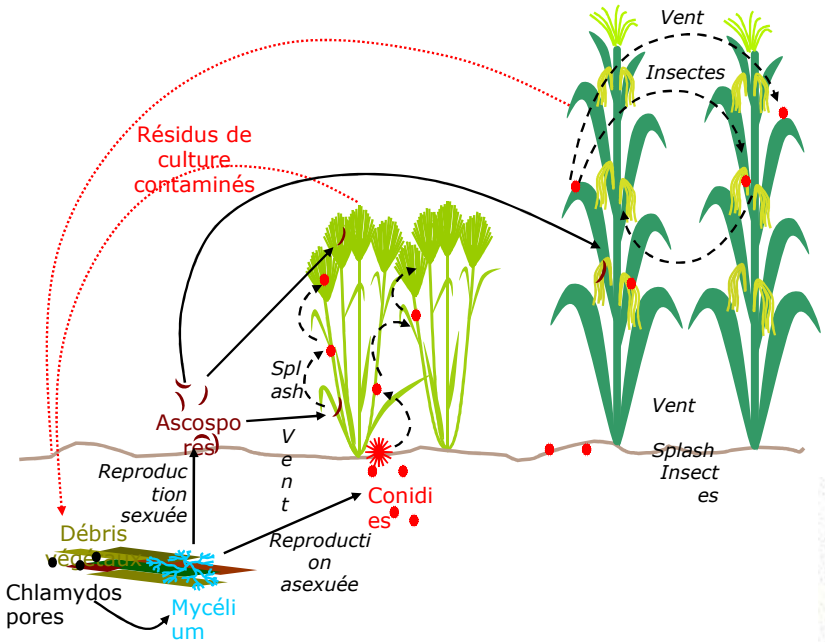
Enjeux environnementaux : biodiversité



(CGDD, 2010)

Gestion de l'espace rural

Sécurité sanitaire



(Broydé et Doré, 2013)

Comparison of deoxynivalenol accumulation (µg/kg) for four cropping systems over 3 years

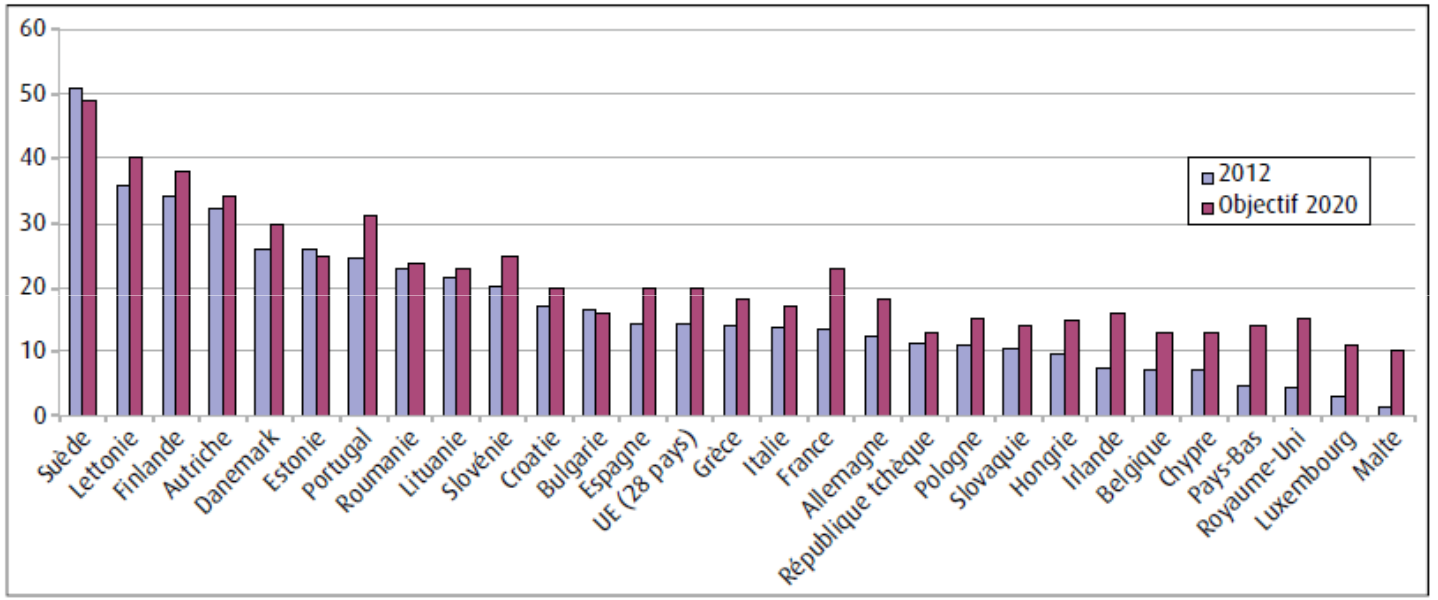
Cropping systems	Plots	2000	2001	2002
(a) Adapted cropping system				
Conventional	I	1230	120	150
	II	860	nd	380
Integrated	I	430	nd	nd
	II	270	nd	280
Direct drilling	I	7420	nd	400
	II	9100	nd	600
Organic	I	230	430	100
	II	350	370	110

(Champeil et al, 2004)

Production énergétique

Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute en 2012 et objectif 2020

En %

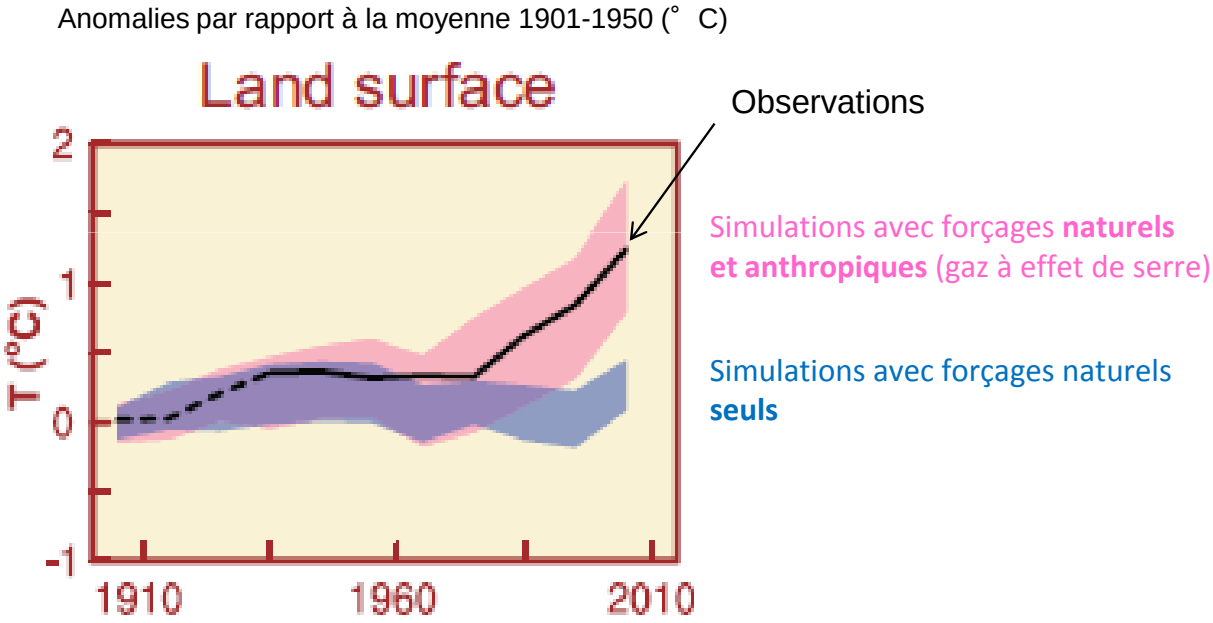


Source : Agence européenne de l'environnement

40 à 50% des énergies renouvelables en France sont issues de la biomasse

(Commissariat général au DD, 2014)

Attribution du changement climatique aux activités humaines

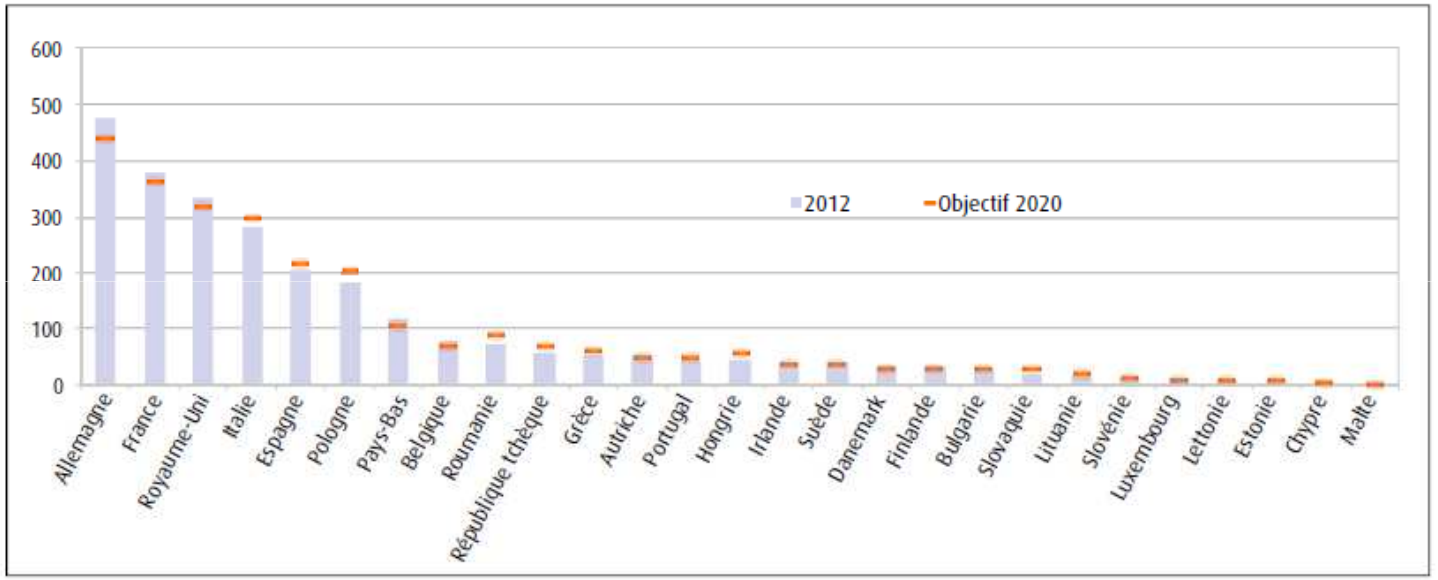


L'essentiel de l'accroissement observé sur la température moyenne globale depuis le milieu du 20e siècle est *très probablement* dû à l'augmentation observée des concentrations de gaz à effet de serre d'origine humaine (GIEC, 2013)

Atténuation du changement climatique

Émissions de GES en 2012 et objectif 2020 (secteurs non SEQE)

En Mt CO_2eq



Champ : secteur non SEQE (secteurs non concernés par la directive quotas).
Source : Eurostat

(Commissariat général au DD, 2014)

Atténuation du changement climatique

Agriculture / sylviculture

Chiffres_clés-d/%secteur.xls

Substances	%	Substances	%
NOx	10	TSP	53
NH_3	98	PM_{10}	20
CH_4 (*)	67	$PM_{2,5}$	9
N_2O (*)	89	$PM_{1,0}$	5
PRG (***)	19		

CITEPA / format SECTEN - avril 2015

(*) % par rapport aux émissions totales hors UTCF(**)

(**) Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

(***) Hors CO_2 issu de la biomasse

PRG

EMISSIONS DANS L'AIR EN FRANCE METROPOLITAINE

Source CITEPA / format SECTEN - avril 2015 — secten_90-xx-d.xlsx

Mt CO_2e = 10^6t CO_2e	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Culture	39,3	37,7	39,8	39,4	38,7	37,0	37,9	37,2	36,8	37,6	37,6	37,1	36,3	35,7	36,1	35,8
CO_2 biomasse hors bilan	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Elevage	44,7	43,6	44,5	44,4	43,6	42,6	41,6	41,6	42,5	42,4	42,6	42,2	42,0	42,4	41,5	41,0
CO_2 biomasse hors bilan	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sylviculture (d)	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
CO_2 biomasse hors bilan	*0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Autres sources de l'agriculture	10,0	10,3	10,7	10,8	10,8	10,6	11,5	11,2	11,0	10,8	11,1	11,0	10,9	11,1	10,6	11,2
CO_2 biomasse hors bilan	*0,2*	*0,1*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,3*	*0,6*	*0,7*
Bilan Agriculture / sylviculture (a) hors UTCF (**)	***94,3***	***92,1***	***95,4***	***95,1***	***93,6***	***90,8***	***91,6***	***90,5***	***90,9***	***91,3***	***91,8***	***90,8***	***89,8***	***89,7***	***88,8***	***88,6***
CO_2 biomasse hors bilan (b)	***0,2***	***0,1***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,2***	***0,3***	***0,7***	***0,7***

(a) Bilan secteur net hors émissions CO_2 des énergies renouvelables, en particulier issues de la biomasse.

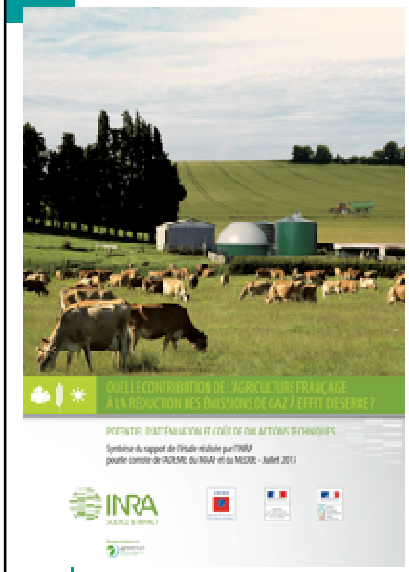
(b) CO_2 issu de la combustion de la biomasse, hors bilan CO_2 du secteur.

(d) émissions des engins spéciaux de la sylviculture

(**) Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

(CITEPA, 2015)

10 actions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre



Diminuer les apports de fertilisants minéraux azotés

↘ N_2O	❶ 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
↘ N_2O	❷ Accroître la part de légumineuses en grande culture et dans les prairies temporaires, pour réduire les émissions de N_2O

Stocker du carbone dans le sol et la biomasse

↘ CO_2	❸ Développer les techniques culturales sans labour pour stocker du C dans le sol
↘ CO_2 ↘ N_2O	❹ 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 N_2O
↘ CO_2	❺ Développer l'agroforesterie et les haies pour favoriser le stockage de carbone dans le sol et la biomasse végétale
↘ CO_2 ↘ N_2O	❻ Optimiser la gestion des prairies pour favoriser le stockage de carbone et réduire les émissions de N_2O

Modifier la ration des animaux

↘ CH_4	❼ Substituer des glucides par des lipides insaturés et utiliser un additif dans les rations des ruminants pour réduire la production de CH_4 entérique
↘ N_2O	❽ Réduire les apports protéiques dans les rations animales pour limiter les teneurs en azote des effluents et les émissions de N_2O

Valoriser les effluents pour produire de l'énergie, réduire la conso

↘ CH_4	❾ Développer la méthanisation et installer des torchères, pour réduire les émissions de CH_4 liées au stockage des effluents d'élevage
↘ CO_2	❿ Réduire, sur l'exploitation, la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles pour limiter les émissions directes de CO_2

AgroParisTech

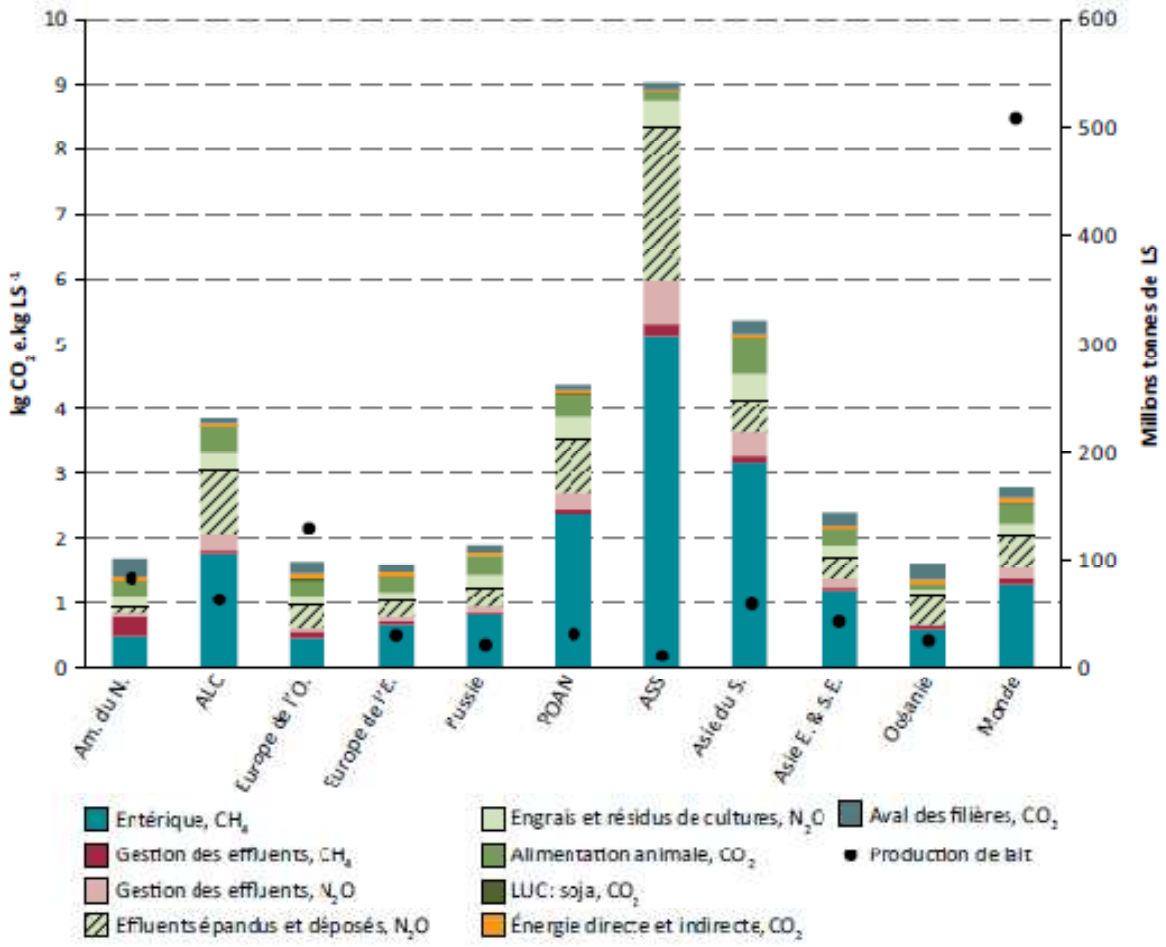
Evaluation de 10 mesures pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture francaise

Coût (en euros par tonne de CO_{2e} évité) et potentiel d'atténuation annuel en 2030 à l'échelle du territoire métropolitain (en Mt de CO_{2e} évité) des actions instruites.

AgroParisTech

Enjeux environnementaux : émissions de GES

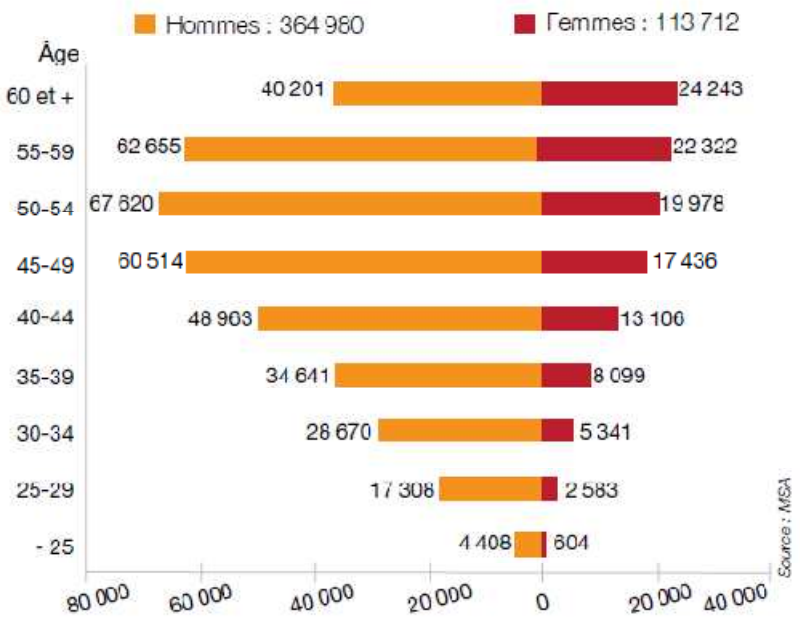
FIGURE 9. Variations régionales de la production de lait de vache et des intensités d'émissions

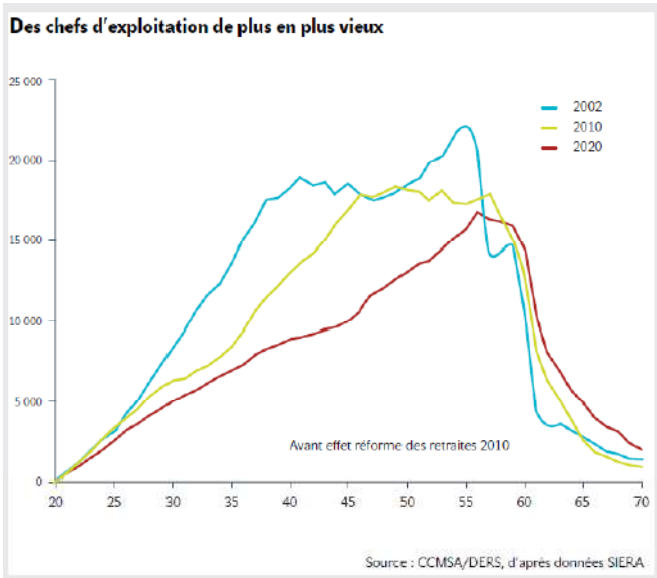


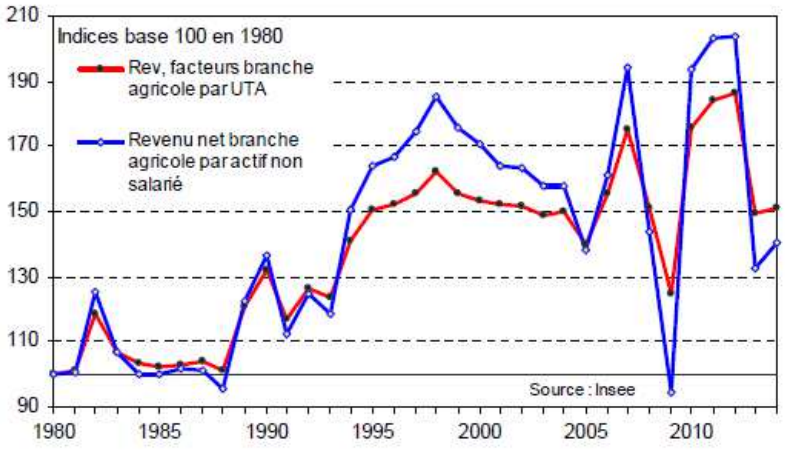
Source: GLEAM.

(Gerber et al, 2014)

Enjeux sociaux : exemple du renouvellement des générations (emploi, attractivité, conditions de travail)





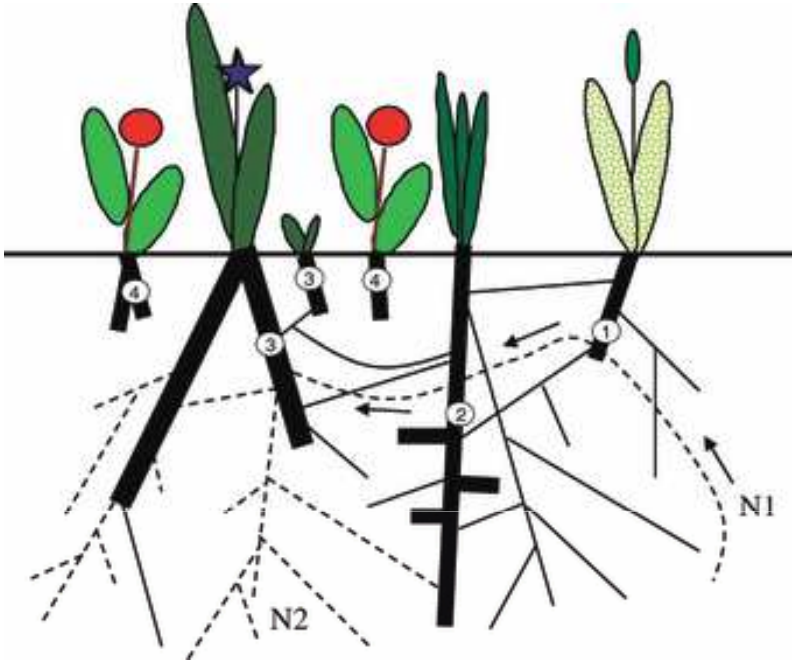


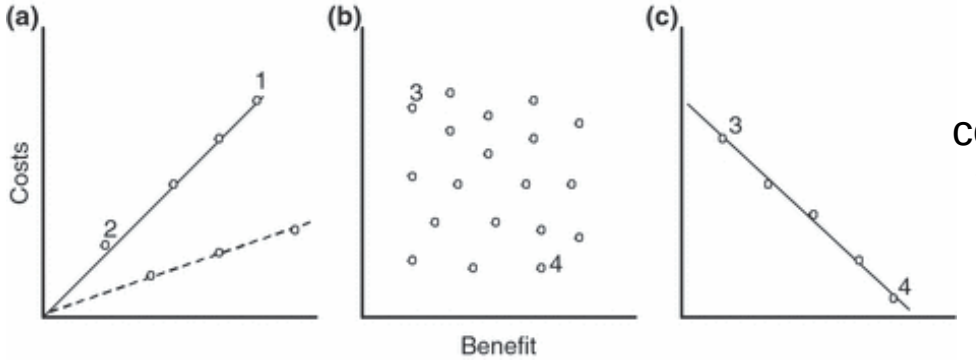
Leviers

- **Connaissances en biologie et améliorations technologiques**
- **Politiques publiques et organisation R/F/I**
- **Changements techniques**

Connaissances en biologie et améliorations technologiques

Examples of CMNs between different plant species

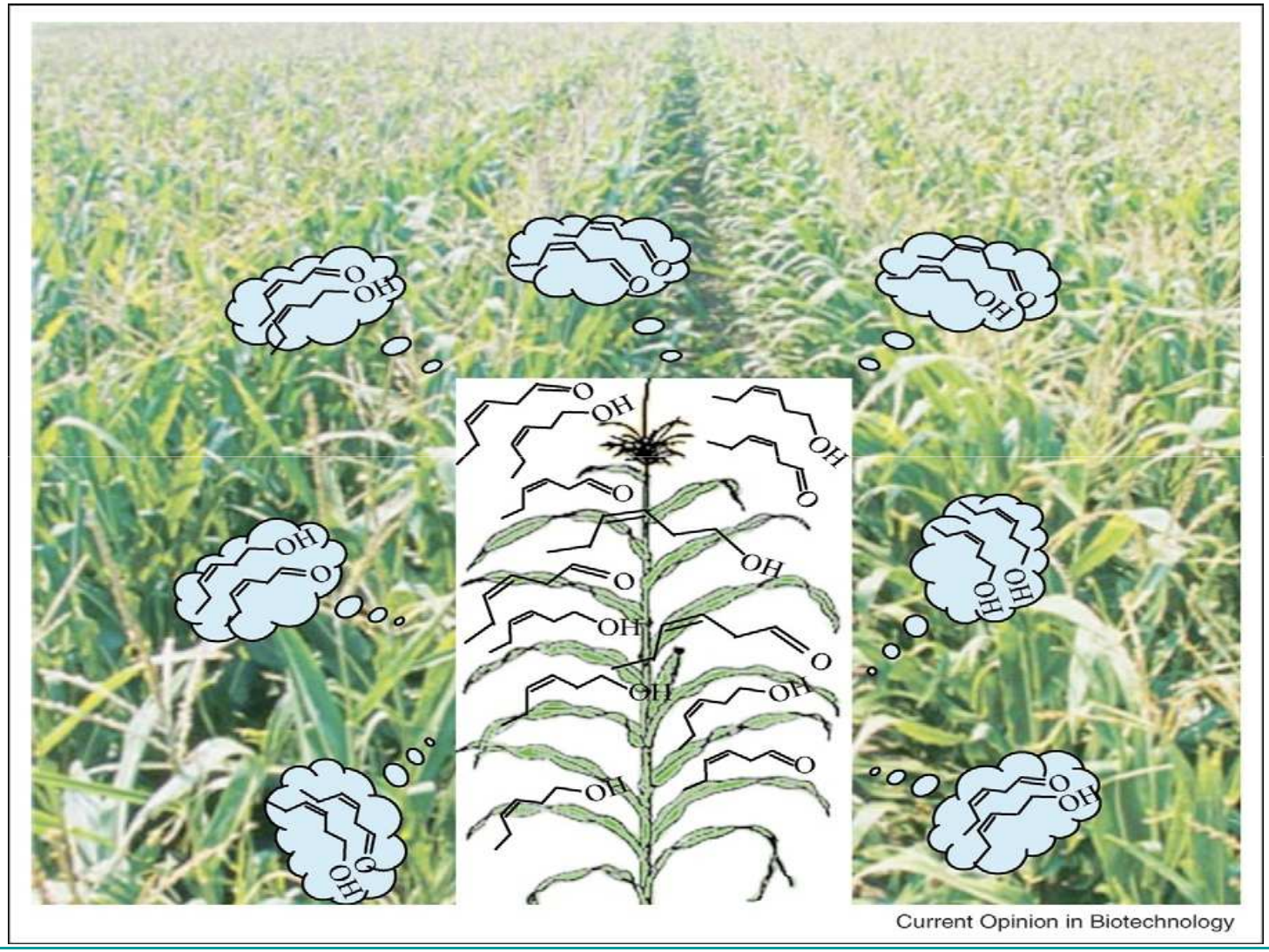




Types of costs/benefits relationships

(Van der Heijden & Horton, 2009)

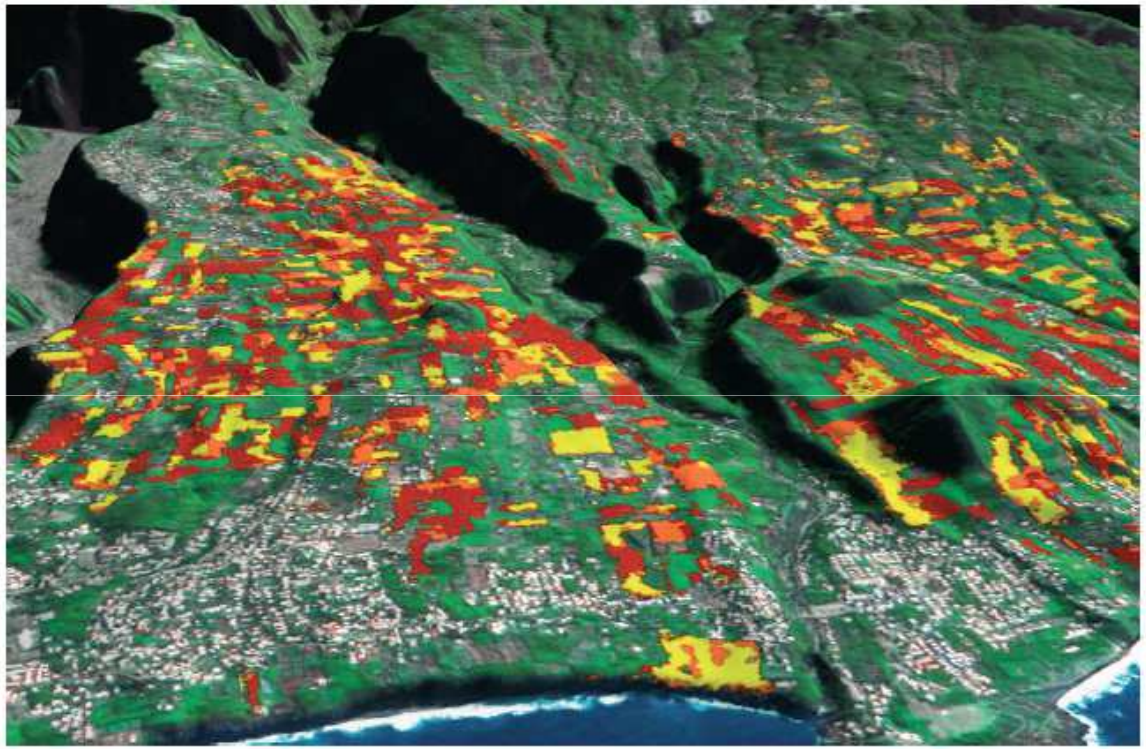
Connaissances en biologie et améliorations technologiques



(Dudareva & Pichersky, 2008)

Connaissances en biologie et améliorations technologiques

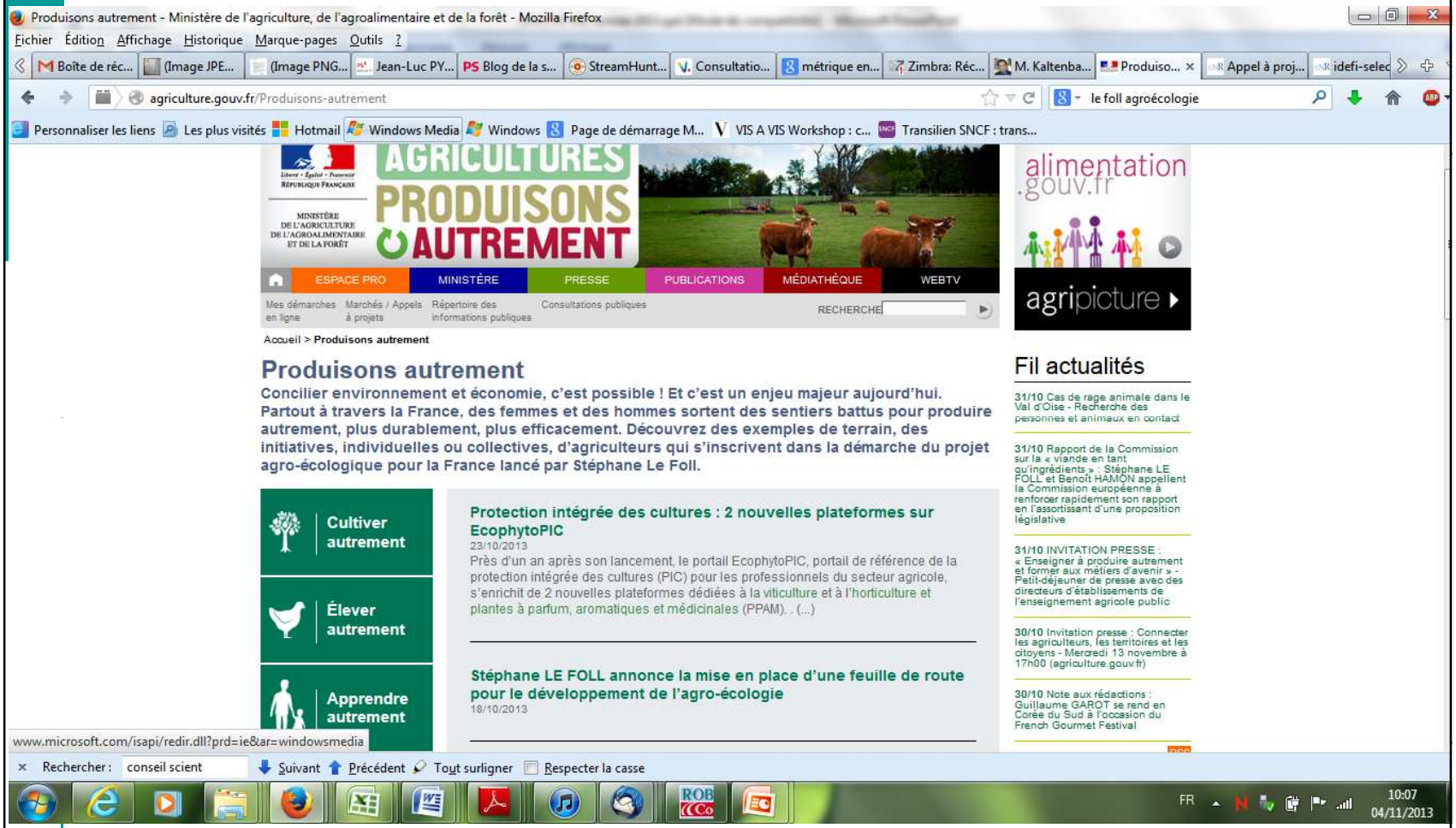
Carte 1 - Suivi de la récolte de canne à La Réunion



En jaune : parcelle récoltée ; en rouge : parcelle non récoltée ; en orange : parcelle en cours de récolte.
Copyright Cirad, CNES, Spotimage 2008

(Lafaye *et al.*, 2014)

Politiques publiques et organisation RFI



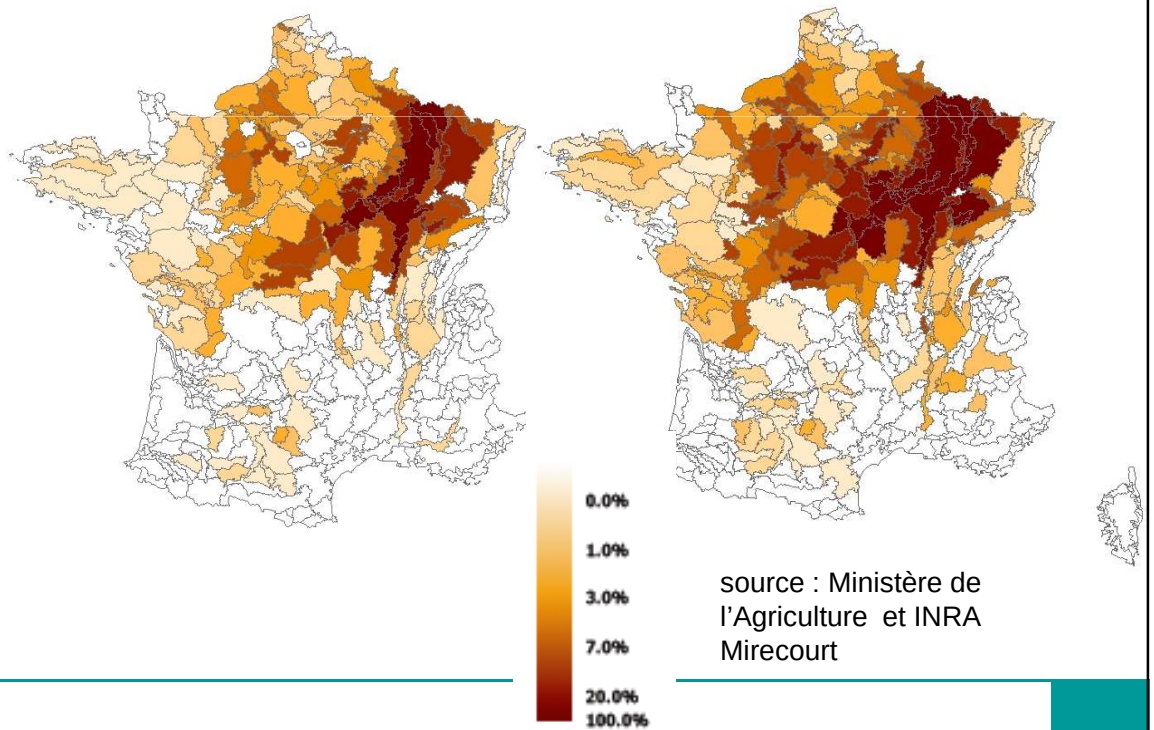
Circuits longs: impliquer toute la filière dans l'évolution des systèmes.

Enrayer le processus de simplification des assolements et de raccourcissement des rotations par la diversification des cultures

- étude INRA, 2013, Meynard *et al*

Pourcentage de la rotation Colza-Blé-Orge sur les terres labourables par Région Agricole

1992-1997 **1998-2003**



source : Ministère de l'Agriculture et INRA Mirecourt

Politique publiques et organisation RFI

Pour favoriser la diversification, trois leviers à actionner simultanément

1- le levier des débouchés

- Fonder la différenciation des produits issus des cultures de diversification sur des qualités reconnues par le marché : un supplément de valeur ajoutée qui peut être réparti entre les acteurs de la filière

Renforcer le dispositif des mentions valorisantes pour mieux positionner auprès du consommateur les produits issus des cultures de diversification

2- le levier de la coordination des acteurs

- L'insuffisance de la coordination entre les acteurs, de l'aval à l'amont, cause majeure de l'échec de la construction de filières de diversification ; intérêt d'une coordination par des contrats pluriannuels (lisibilité et cohésion des choix productifs)

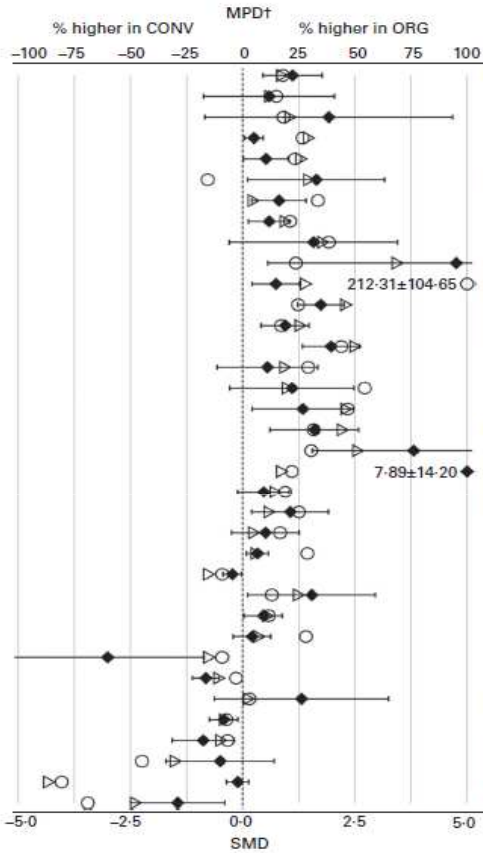
Favoriser la mise en place de dispositifs de partenariat entre acteurs des filières, de la recherche, du conseil, de la sélection et des collectivités locales, de longue durée, visant à construire, au niveau local, des filières de diversification

3- le levier de la Recherche & Développement : favoriser l'innovation

- **Variétés**
- **Process de transformation**
- **Insertion des cultures de diversification dans les rotations**

AgroParisTech

Changements techniques



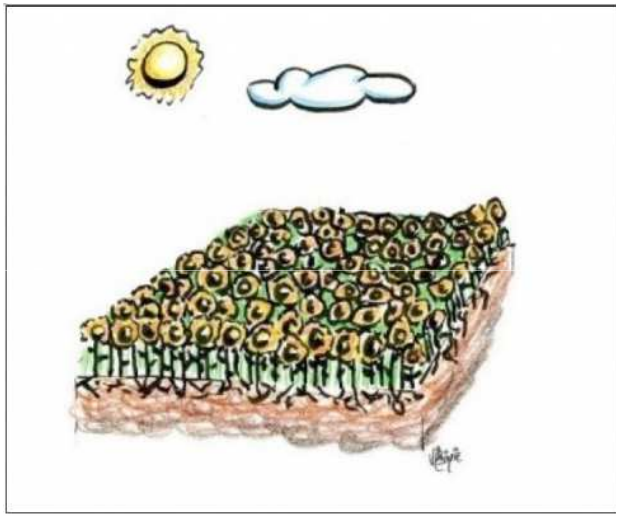
Parameters	Unweighted meta-analysis *n*	Ln ratio‡	*P**	Weighted meta-analysis *n*	*P**	Heterogeneity§
Antioxidant activity	160	4·74	<0·001	66	0·001	Yes (96 %)
FRAP	14	4·73	0·013	5	0·436	Yes (90 %)
ORAC	8	4·76	0·011	4	0·176	Yes (95 %)
TEAC	22	4·80	<0·001	7	0·030	Yes (26 %)
Phenolic compounds	129	4·74	<0·001	58	0·051	Yes (93 %)
Flavonoids (total)	20	4·54	0·282	8	0·039	Yes (89 %)
Phenolic acids (total)	9	4·85	0·008	3	0·012	Yes (86 %)
Phenolic acids‖¶	153	4·72	0·002	89	0·015	Yes (97 %)
Chlorogenic acid	24	4·84	0·009	14	0·103	Yes (98 %)
Flavanones‖¶	75	4·73	0·100	54	0·027	Yes (100 %)
Stilbenes	8	5·42	0·005	4	0·008	No (1 %)
Flavones and flavonols‖	194	4·78	<0·001	134	<0·001	Yes (97 %)
Flavones‖	27	4·72	0·063	23	0·001	Yes (85 %)
Flavonols‖¶	168	4·81	<0·001	111	<0·001	Yes (98 %)
Quercetin	23	4·79	0·028	17	0·341	Yes (95 %)
Rutin	12	4·93	0·013	9	0·127	Yes (96 %)
Kaempferol	14	4·90	0·006	13	0·023	Yes (94 %)
Anthocyanins (total)	20	4·82	<0·001	10	0·002	Yes (82 %)
Anthocyanins‖	53	4·79	0·004	22	0·001	Yes (99 %)
Carotenoids (total)	15	4·78	0·005	4	0·271	Yes (100 %)
Carotenoids‖¶	163	4·71	<0·001	82	0·126	Yes (98 %)
Xanthophylls¶	66	4·78	<0·001	33	0·018	Yes (97 %)
Lutein	21	4·74	0·019	13	0·203	Yes (90 %)
L-Ascorbic acid	65	4·73	0·005	30	0·018	Yes (76 %)
Vitamin E	25	4·56	0·300	15	0·046	No (0 %)
Carbohydrates (total)	60	4·71	0·003	16	0·037	Yes (98 %)
Carbohydrates‖¶	111	4·68	0·001	53	0·049	Yes (93 %)
Sugars (reducing)	20	4·78	0·034	3	0·360	No (0 %)
Protein (total)	87	4·53	<0·001	26	0·007	Yes (99 %)
Amino acids‖¶	332	4·58	0·001	117	<0·001	Yes (91 %)
DM¶	129	4·63	0·001	24	0·191	Yes (99 %)
Fibre	19	4·54	0·010	15	0·017	Yes (42 %)
N	88	4·55	0·001	35	0·015	Yes (97 %)
Nitrate¶	79	4·33	0·001	29	0·429	Yes (99 %)
Nitrite	15	4·17	<0·001	7	0·419	No (0 %)
Cd	62	4·25	<0·001	25	0·008	Yes (98 %)

Fig. 3. Results of the standard unweighted and weighted meta-analyses for antioxidant activity, plant secondary metabolites with antioxidant activity, macronutrients, nitrogen compounds and cadmium (data reported for all crops and crop-based foods included in the same analysis). MPD, mean percentage difference; CONV, conventional food samples; ORG, organic food samples; *n*, number of data points included in the meta-analyses; FRAP, ferric reducing antioxidant potential; ORAC, oxygen radical absorbance capacity; TEAC, Trolox equivalent antioxidant capacity; SMD, standardised mean difference. Values are standardised mean differences, with 95 % confidence intervals represented by horizontal bars. **P* value <0·05 indicates a significant difference between ORG and CONV. †Numerical values for MPD and standard errors are given in Table S9 (available online). ‡Ln ratio = Ln(ORG/CONV × 100 %). §Heterogeneity and the I^2 statistic. ‖Data reported for different compounds within the same chemical group were included in the same meta-analyses. ¶Outlying data points (where the MPD between ORG and CONV was more than fifty times greater than the mean value including the outliers) were removed. ○, MPD calculated using data included in the standard unweighted meta-analysis; ▷, MPD calculated using data included in the standard weighted meta-analysis; ◆, SMD.

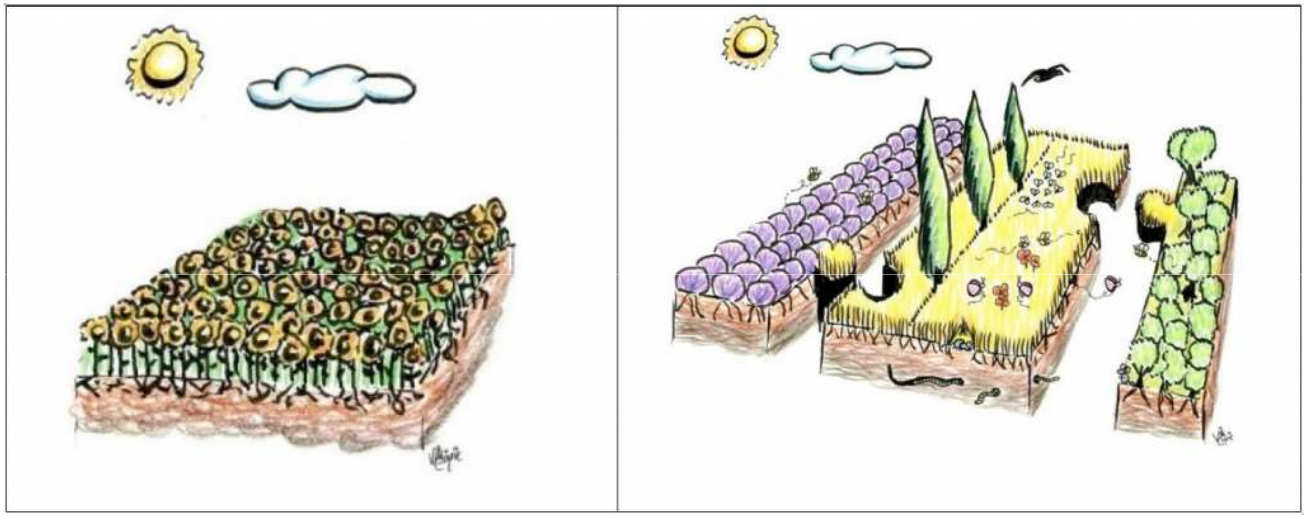
AgroParisTech

(Baranski *et al.*, 2014)

Changements techniques



Changements techniques



Changements techniques

Objectifs / moyens	Diversifier dans l'espace			Diversifier dans le temps		Favoriser les interactions pratiques - composante biologique	
Leviers techniques	Plantes de services	Mélanges d'espèces	Mélanges variétaux	Inter culture	Succession	Mobiliser la biodiversité tellurique et aérienne	*pm* Lutte culturale / génétique (IGE)
Augmenter les ressources							
Augmenter l'utilisation des ressources							
Protéger la culture							

Exemple des leviers d'action à l'échelle parcellaire

AgroParisTech

(Modifié d'après Bertrand *et al.*, 2008)

Changements techniques

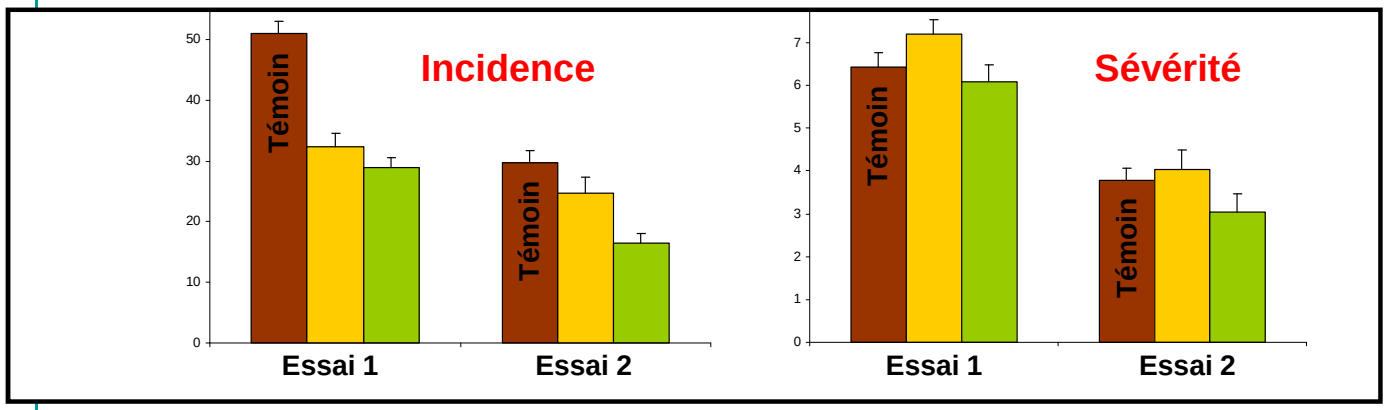
Objectifs / moyens	**Diversifier dans l'espace**			**Diversifier dans le temps**		**Favoriser les interactions pratiques - composante biologique**	
Leviers techniques	Plantes de services	Mélanges d'espèces	Mélanges variétaux	Inter culture	Succession	Mobiliser la biodiversité tellurique et aérienne	*pm* Lutte culturale / génétique (IGE)
Augmenter les ressources	**X**	**X**		**X**		**X**	
Augmenter l'utilisation des ressources	**X**	**X**	**X**		**X**	**X**	**X**
Protéger la culture	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**

AgroParisTech

(Modifié d'après Bertrand *et al.*, 2008)

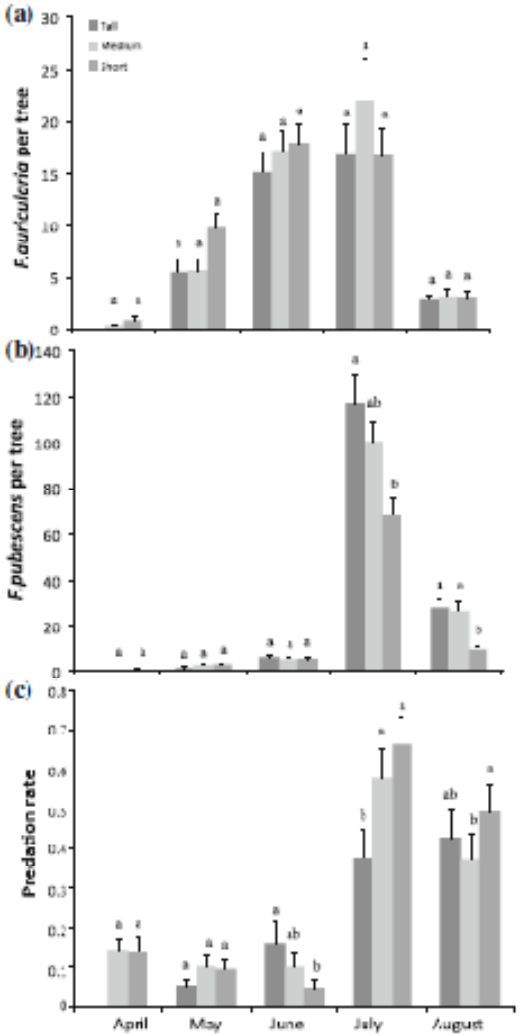
Changements techniques

Action complémentaire de la culture de *Brassica juncea* et de l'enfouissement de ses résidus sur le rhizoctone brun de la betterave



(Motisi *et al*, 2008)

Changements techniques



Trois modalités de bandes enherbées, habitat des prédateurs

Abondance des prédateurs

Taux de prédation

Marliac et al., 2015

Quels chantiers prioritaires pour approfondir avec l'écologie ?

- Prendre réellement en charge les services écosystémiques
- Travailler sur du « multi composantes biologiques »
- Déterminer les domaines de validité des mobilisations de régulations biologiques effectuées
- Valoriser les méthodes des écologues

Eléments de conclusion

Peut-on assurer une production agricole durable et respectueuse de l'environnement pour répondre aux besoins alimentaires demain ?

Il le faudra ! Mais :

- **Les défis sont nombreux**
- **Il n'existe pas de solution simple, toute faite, universelle, permettant de faire face aux enjeux**
- **Bien lier le local et le global**

Garder une vision globale quand on pense local
(et inversement !)

Yield gaps of wheat in the world

Licker et al. (2010)

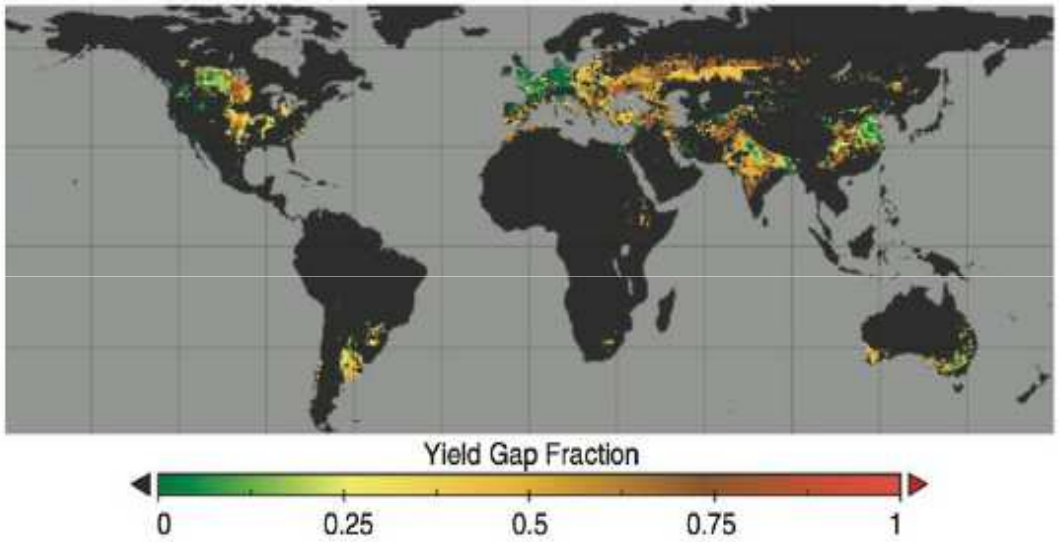


Figure 6 Yield gap fraction values on a 5′ grid with an equirectangular projection for (a) maize, (b) rice, (c) soybean, (d) wheat.

Merci pour votre attention

Quelques références :
http://www.fao.org/hunger/fr/?%DF%94%1F=
http://www.fao.org/publications/sofi/2014/fr/
http://www.un.org/fr/millenniumgoals/poverty.shtml
Inra, Cirad, 2009. *Agrimonde - Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable*. Note de synthèse, février 2009.
http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Pluriagri-Afrique-du-Nord-Moyen-Orient-2050-Dependance-alimentaire#
Galloway J.N., Abier J.D., Erisman J.W., Seitzinger S.P., Howarth R.W., Cowling E.B., Cosby J., 2003. The nitrogen cascade. *Biosciences*, 53(4), 341-356.
Site de l'agence européenne de l'environnement
http://www.sante.gouv.fr/eau-potable.html
Champeil A., Fourbet J.F., Doré T., Rossignol L., 2004. Influence of cropping systems on *Fusarium* head blight and mycotoxin levels in winter wheat. *Crop protection,* 23/6, 531-537.
http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-dernieres-publications-du.html
http://www.citepa.org/fr/le-citepa/publications
http://www.eea.europa.eu/soer-2015/synthesis/lenvironnement-en-europe-etat-et

AgroParisTech

Merci pour votre attention

Quelques références :

http://presse.inra.fr/Ressources/Communiques-de-presse/Reduire-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-de-l-agriculture-francaise-l-Inra-identifie-dix-actions.

http://agriculture.gouv.fr/le-monde-agricole-en-tendances-un-portrait-social-prospectif-des-agriculteurs-0

van der Heijden, M.G.A., Horton, T.R., 2009. Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems. *J. Ecol.* 97, 1139-1150.

Dudareva, N., Pichersky, E., 2008. Metabolic engineering of plant volatiles. *Curr. Opin. Biotechnol*. 19, 181–189.

Lafaye M., Lesage M., Claquin P., 2014. Le recours aux satellites en agriculture : évolutions récentes et perspectives. Centre d'études et de prospective, Analyse N° 67

http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Diversification-des-cultures

http://agriculture.gouv.fr/agriculture-innovation-2025-des-orientations-pour-une-agriculture-innovante-et-durable

Doré T., 2011. *La biodiversité, atout pour l'agriculture*. Dans « Regards - La Nature en questions : Regards et débats sur la biodiversité ».
http://www.sfecologie.org/regards/2011/11/22/r24-dore/

Merci pour votre attention

Quelques références :

M. Barański, D. Średnicka-Tober, N. Volakakis, C. Seal, R. Sanderson, G. B. Stewart, C. Benbrook, B. Biavati, E. Markellou, C. Giotis, J. Gromadzka-Ostrowska, E. Rembiałkowska, K. Skwarło-Sońta, R. Tahvonen, D. Janovská, U. Niggli, P. Nicot and C. Leifert (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. British Journal of Nutrition, 112, pp 794-811.

Motisi* N., Montfort F., Faloya V., Lucas P., Doré T., 2009. Growing *Brassica juncea* as a cover crop and then incorporating its residues provide complementary control of Rhizoctonia root rot of sugar beet. *Field Crop Research*. 113 (3-4), 238-245. 0.1016/j.fcr.2009.05.011

Marliac G., Simon S., Mazzia C., Penvern S., Lescourret F., Capowiez Y., 2015. Increased grass cover height in the alleys of apple orchards does not promote Cydia pomonella biocontrol. BioControl, 60:805–815

Licker R, Johnson M, Barford C, Foley JA, Kucharik CJ, Monfreda C, Ramankutty N (2010) Mind the gap: how do agricultural management explain the 'yield gap' of cropland around the world? *Glob Ecol Biogeogr* 19:769–782. doi:10.1111/j.1466-8238.2010.00563.x