



# CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES SYSTÈMES AGRICOLES : L'EXPÉRIENCE DE PLANÈTE ET DU SCÉNARIO AFTERRRES2050

**Mardi 24 mai 2022**

**INRAE : Vers des systèmes agricoles sobres en énergie fossile**



**Philippe Pointereau**  
Philippe.pointereau@solagro.asso.fr

# Solagro : Association au service des transitions énergétique, agroécologique et alimentaire, depuis 1981 – 40 salariés

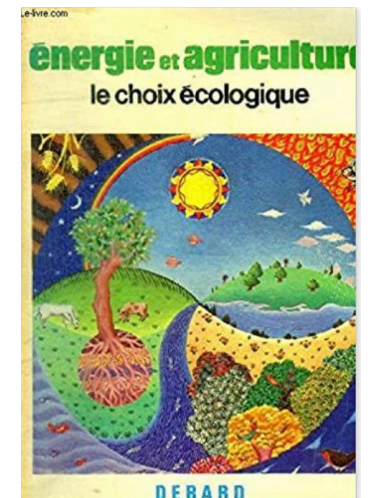


Première présidente **Annie Peyre**

Physicienne

Directrice du laboratoire d'énergétique rurale à l'ENSAT

L'énergie au cœur des travaux de Solagro avec le fondement historique des travaux de Jean **Roger Mercier** d'ARES « **énergie et agriculture : le choix écologique** » de 1978 et travaux de **W Hutter** d'Inra de 1976 « **énergie consommée pour quelques cultures** »



# Les outils « communs » construits par Solagro pour accompagner la transition écologique



1995



2013

**Afterres2050**

2010

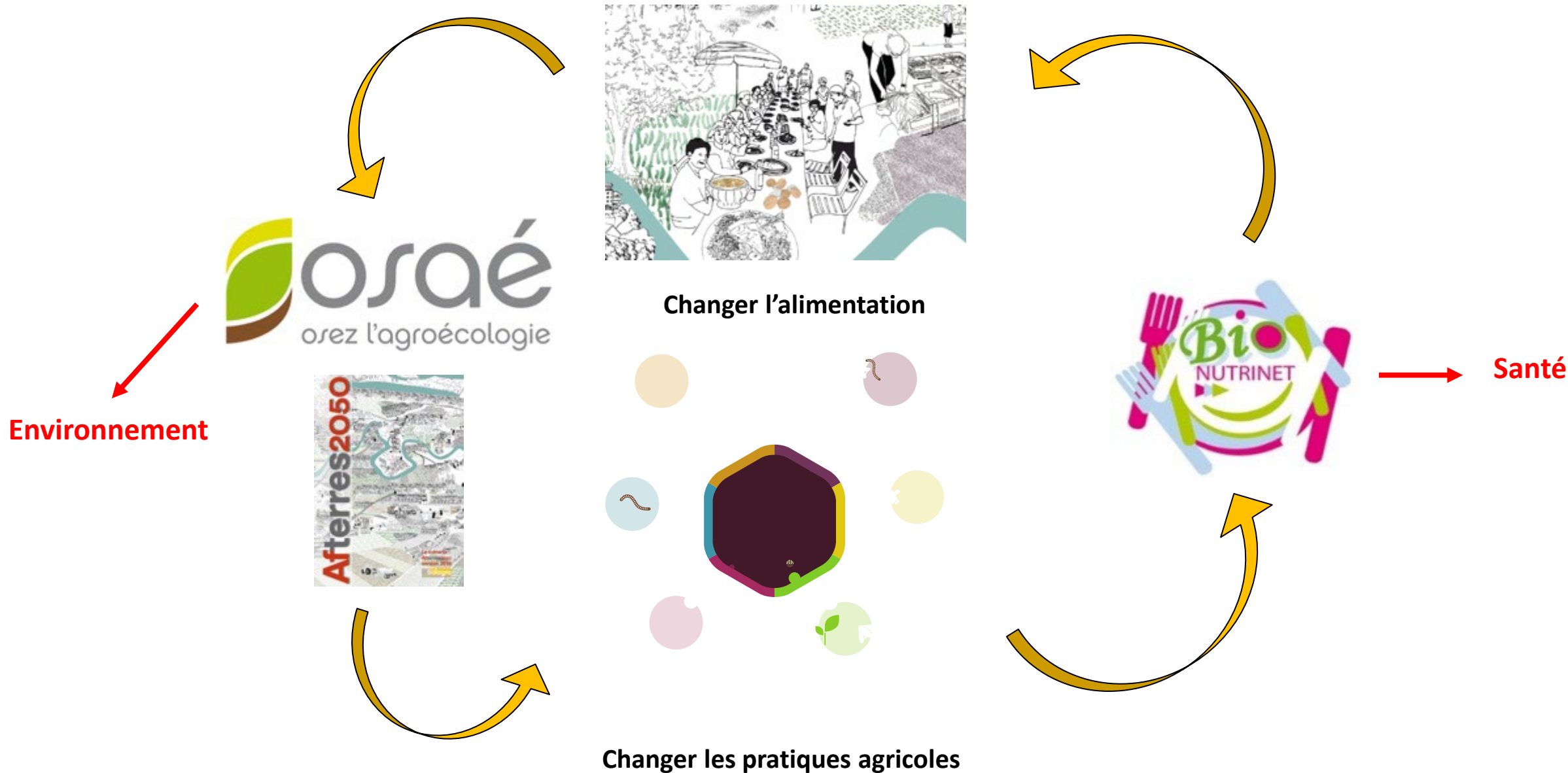


2014



2021

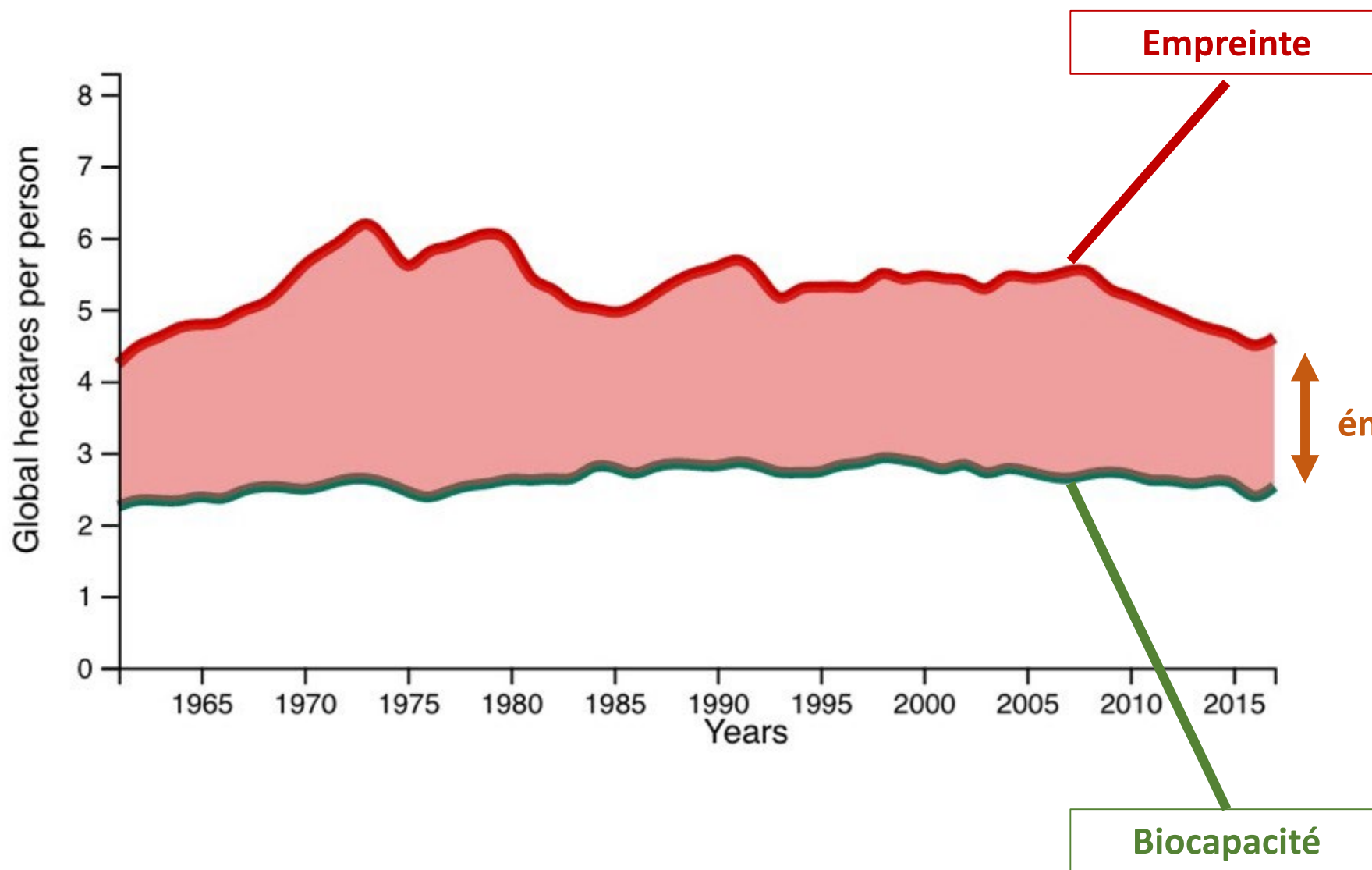
# Construire un système alimentaire durable en couplant alimentation et agriculture



## Quelques références de Solagro

- **Références PLANETE 2010**. Solagro. 2010. Avec le soutien de l'Ademe
- Le projet **BioNutriNet** (2014-2017) sur l'impact nutritionnel et environnemental des régimes bio
- Le scénario **Afterres2050** (depuis 2010) qui vise une alimentation durable en 2050 avec 70% de bio
- **Agriculture et efficacité énergétique : propositions et recommandations pour améliorer l'efficacité énergétique des exploitations agricoles en France (2018)**. Bochu J-L et Al. Pour l'ADEME
- **L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France (CECAM) (2019)**. Barbier C. et Al. Cired, Solagro, CNRS, EDF. Pour l'Ademe
- **Simulation prospective du Système Alimentaire et de son Empreinte carbone (SISAE). 2022**. Carine BARBIER (CNRS-CIRED), Christian COUTURIER (SOLAGRO), Patrice DUMAS (CIRAD-CIRED), Emmanuelle KESSE-GUYOT (INRAE-EREN), Julia BAUDRY (INRAE-EREN), Ivan PHARABOD (PhiLabs), Prabodh POUROUCHOTTAMIN (EDF R&D), Florence TOILIER (LAET). ADEME.

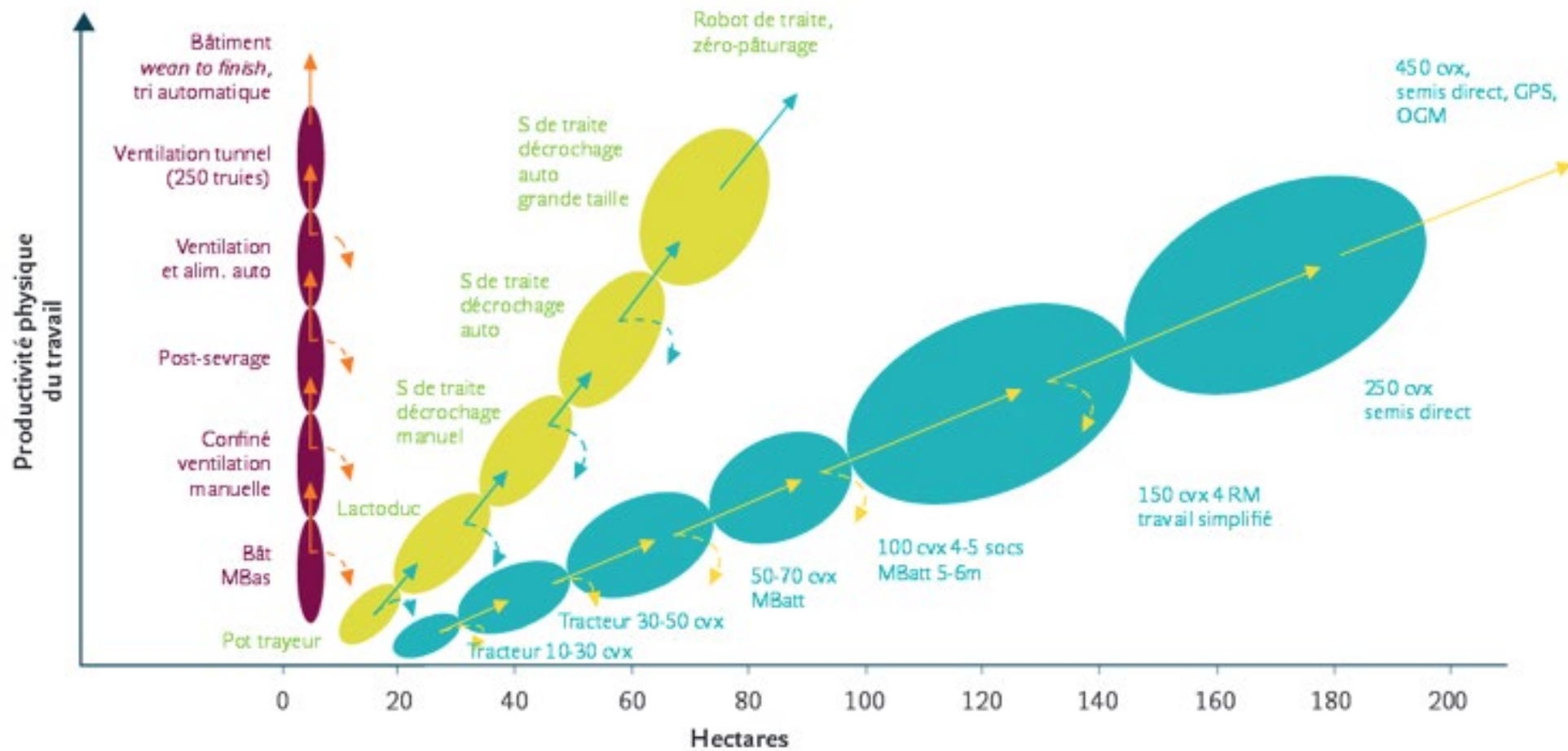
# L'empreinte écologique d'un français



	Empreinte en Hag
Energie	2,61
Cultures	0,88
Forêts	0,51
Pâturages	0,16
Artificialisation	0,15
Pêche	0,21
<b>Total</b>	<b>4,60</b>

	Biocapacité en hag
Energie	0
Cultures	1,17
Forêts	0,94
Pâturages	0,16
Artificialisation	0,15
Pêche	0,11
<b>Total</b>	<b>2,53</b>

# Une productivité croissante : quelle incidence sur l'efficacité énergétique ?



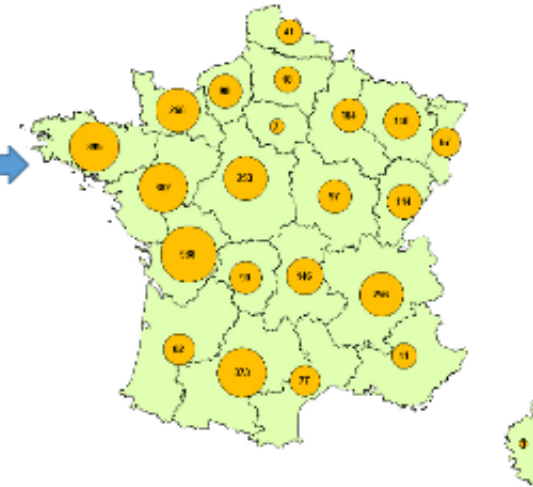
**4.600 fermes (1% des fermes de France) produisent 67% des poulets de chair, 79% des poules pondeuses (+ 20.000 têtes) et 50% des porcs (+2.000 porcs)**

# Investir dans les outils énergie-GES

Solagro : 20 années dans la création d'outils énergie-GES en agriculture

## → PLANETE (1999 – 2010)

- Création de l'outil, formation d'utilisateurs
- Plus de 3 500 bilans en France
- Création de références par système agricole (RefPLANETE 2010)



## → Dia'terre® (2010-2018)

- Outil national de l'ADEME Energie-GES de diagnostic de ferme
- Solagro participe à la création de l'outil, la formation, les références



## → ClimAgri® (depuis 2009)

- Outil de l'ADEME pour le diagnostic énergie-GES à l'échelle d'un territoire (développé par Solagro)



## → ACCT-DOM (depuis 2014)

- Un outil support des politiques d'investissements énergie des exploitations agricoles dans les DOM (Antilles + La Réunion)
- Outil de Solagro, réalisé avec le soutien ADEME - MAAF

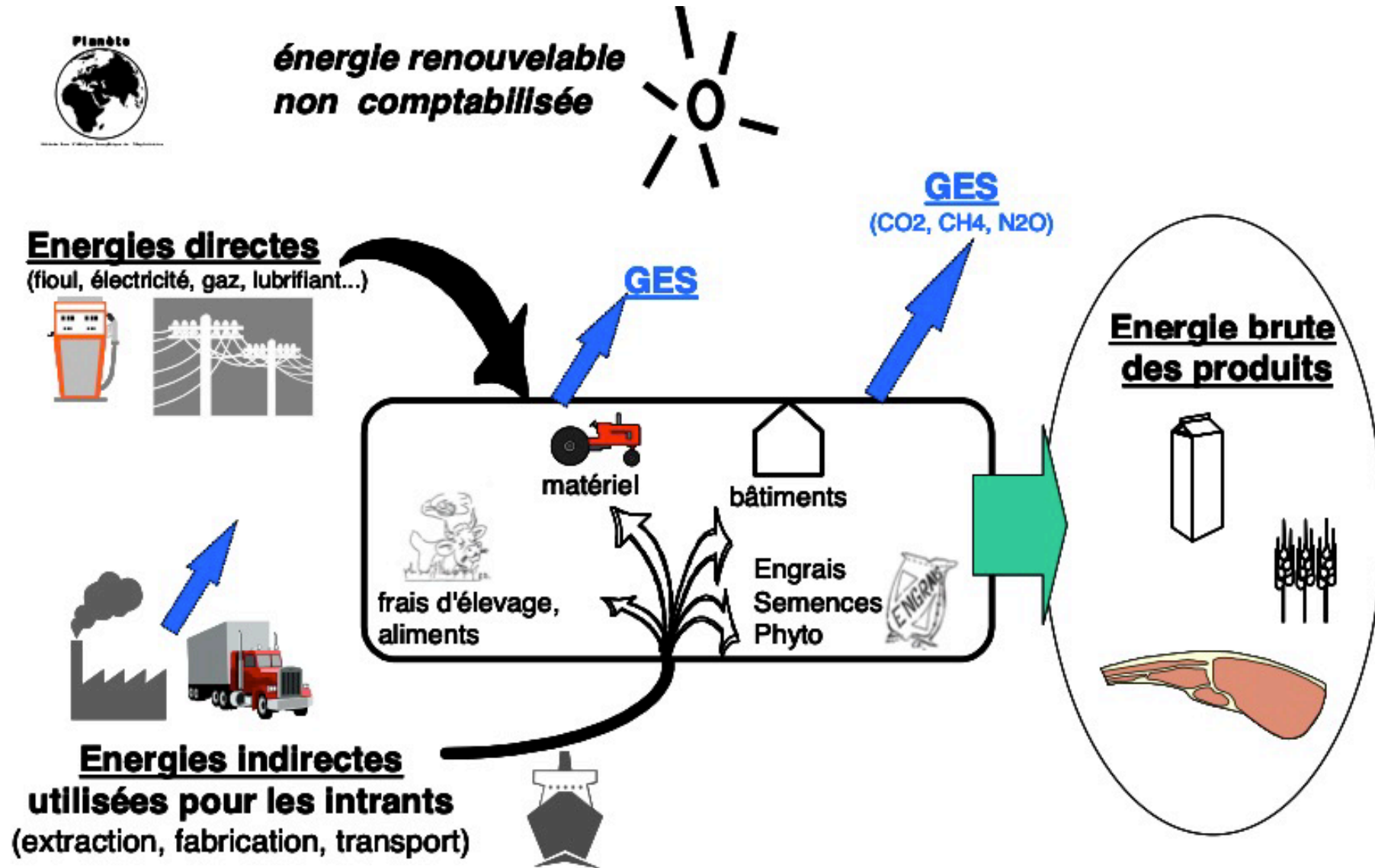


Dialecte depuis 1994





# Schéma général du principe du bilan PLANETE



## Les principaux systèmes étudiés

Tableau 4 : Les principaux types détaillés de la base de données

Type détaillé	Nombre de bilans	% de la base	Observations
BlaitCult	608	17 %	Lait de vache et cultures vendues
Blait	415	11 %	Lait de vache seul (avec viande associée), cultures fourragères et céréales totalement intra consommées
CultVég	324	9%	Grandes cultures avec autres végétaux
Cult	291	8%	Grandes cultures (céréales et oléoprotéagineux, cultures industrielles)
BlaitCultVég	229	6%	Bovin lait, grandes cultures et autres végétaux
VallCult	195	5%	Vaches allaitantes et cultures vendues
Vég	165	4%	
Vall	134	4%	Bovin viande (avec vaches allaitantes)
BlaitVallCult	124	3%	Bovin lait, bovin viande et cultures

# Répartition de la consommation d'énergie primaire totale par poste

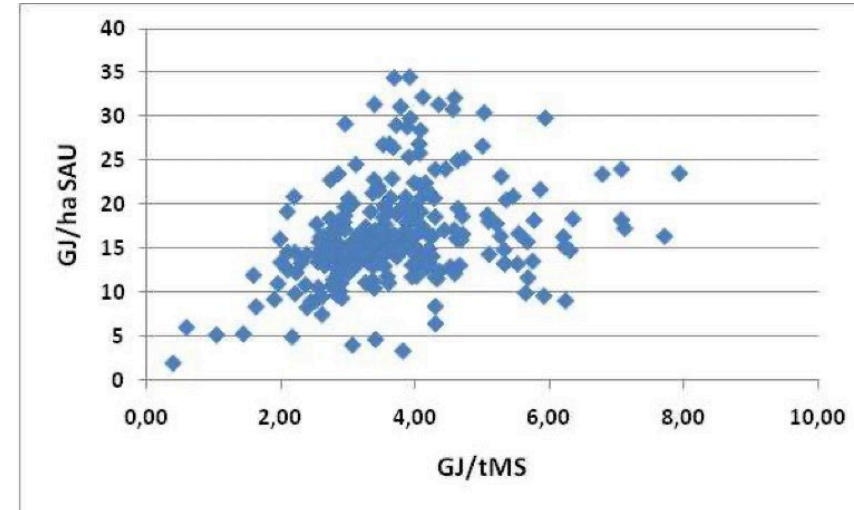
POSTES	GJ/ha	EQF/ha	%
Fioul	4,3	119	18%
Autres prod pétroliers	1,4	39	6%
Electricité	2,7	76	12%
Energie eau	0,2	5	1%
Autres énergies directes	0,0	0	0%
Achat aliment	5,2	145	22%
Fertilisation	5,0	141	21%
Phyto	0,5	14	2%
Semences	0,3	7	1%
Jeunes Animaux	0,4	12	2%
Matériels	1,9	53	8%
Batiment	1,0	29	4%
Autres achats	0,7	19	3%
<b>TOTAL ENTREES</b>	<b>23,6</b>	<b>662</b>	<b>100%</b>

**Energies directes 38%**  
**Energies indirectes 64%**

# Exemple des grandes cultures sans cultures industrielles

Poste de consommation	MJ/ha	%
Fioul	3 489	21%
Autres produits pétroliers	657	4%
Electricité	1 405	8%
Energie pour l'eau	182	1%
Autre énergie directe	4	0%
Achat aliment	0	0%
Engrais et amendement	8 174	49%
Phytosanitaires	848	5%
Semences	299	2%
Materiels	1 615	10%
Jeunes animaux	0	0%
Bâtiments	105	1%
Autres achats	2	0%
<b>TOTAL</b>	<b>16 780</b>	<b>100%</b>

**470 EQF**



**3 492 MJ/tMS**  
**98 EQF/tMS**

	Quart inférieur	Moyenne	Quart supérieur
Nombre de fermes	61	271	61
Etendue des consommations (GJ/tMS)	1,95 - 2,94	0,38 - 28,29	4,19 - 7,09
Moyenne des consommations (MJ/ tMS)	2 578	3 492	4 943
Moyenne des consommations (MJ/ ha SAU)	14 204	16 780	18 631
FIOUL (MJ/tMS)	539	726	1 082
ELECTRICITE EAU (MJ/tMS)	151	330	572
FERTILISATION (MJ/tMS)	1 372	1 701	2 259
MATERIEL (MJ/tMS)	226	336	452
AUTRES (MJ/tMS)	290	399	578

# Agriculture et efficacité énergétique

Etude menée par :

Avec :



Étude à télécharger sur le site ADEME <https://www.ademe.fr/agriculture-efficacite-energetique>

# Consommation énergies et coûts pour le secteur agriculture (2015)

Productions	Consommation énergétique nationale (ordre de grandeur)		Coût de l'énergie (estimation) (en MEUR / an)	Énergie principale utilisée (énergies secondaires)
	Ktep /an	GWh /an		
<b>Cultures : carburants</b>	2 700	31 500	2 200	Gazole non routier GNR (gazole, essence)
<b>Cultures : irrigation</b>	125	1 450	175	Électricité (GNR)
<b>Serres (maraîchage et horticulture)</b>	400	4 650	120	Gaz naturel (fioul, propane, chaleur fatale, biomasse)
<b>Bâtiments herbivores : lait (bovin, ovin, caprin)</b>	125	1 450	175	Électricité
<b>Bâtiments herbivores : systèmes d'alimentation et de manutention</b>	310	3 600	250	GNR (électricité)
<b>Bâtiment Porcins</b>	100	1 150	140	Électricité (GNR)
<b>Bâtiments Volailles</b>	160	1 850	95	Propane (électricité)
<b>Sous-total périmètre étudié</b>	<b>3 920</b>	<b>45 650</b>	<b>3 155</b>	
<b>Autres usages de l'énergie non étudiés :</b>				
Carburant : Sylviculture	30	350	25	GNR
Combustibles Pêche	270	3150	160	Gazole, diesel marin, fioul
Séchage grains	190	2 200	55	Gaz naturel (propane)
Déshydratation Luzernes	110	1 280	30	Charbon, gaz, biomasses
Vinification hors exploitations	?	?	?	Électricité
<b>Total Productions agricoles</b>	<b>4 520</b>	<b>52 630</b>	<b>3 425</b>	

# Analyse Prospective : 2 scénarios

AME « Avec Mesures Existantes » :  
Cumul solutions MTD

À productions identiques à aujourd'hui

**Gain cumulé de 26% en 2050**

Cultures : -14%

Irrigation : -75%

Serres : -96%

Bâtiment lait : -23%

Bâtiment alim : -1%

Bâtiment porcin : -64%

Bâtiment volailles : -40%

AMS « Avec Mesures Supplémentaires » :  
SNCB2 ambitieux

Modifications des productions type Afterres

**Gain cumulé de 43% en 2050**

Cultures : -71%

Irrigation : -40%

Serres : + 14%

Bâtiment lait : -25%

Bâtiment alim : -77%

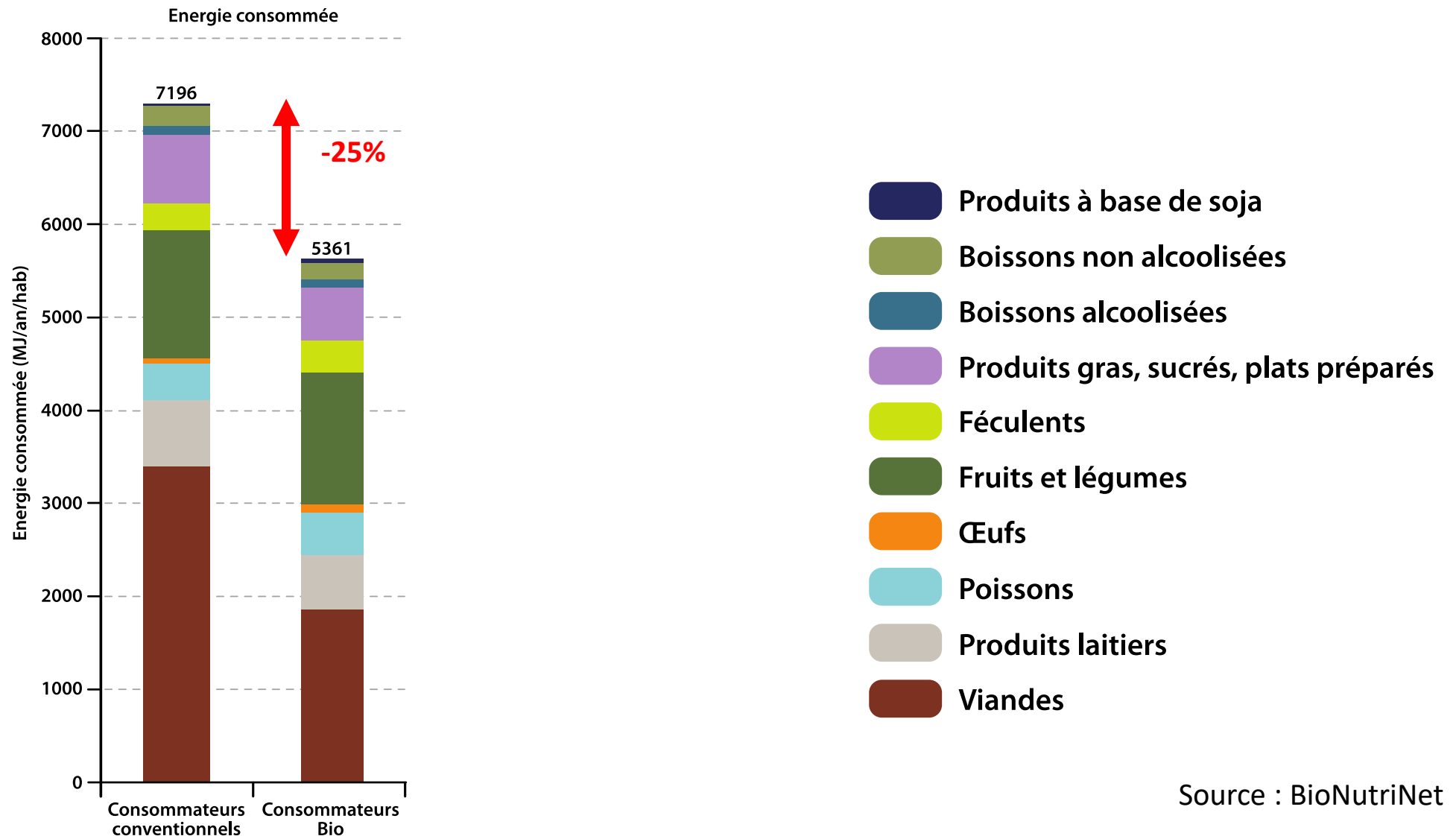
Bâtiment porcin : -20%

Bâtiment volailles : -15%

Conclusions :

- . Des potentiels non négligeables, soumis au critère "prix de l'énergie"
  - . Évolutions structurelles de production agricole très différentes → quel mix entre évolution demande / marché ?
  - . Dispositifs CEE peu opérationnels en agriculture (dispersion, faible volume)
- Comment inciter aux EE en agriculture ?

# EMPREINTE ÉNERGIE POUR PRODUIRE SON ALIMENTATION AU PÉRIMÈTRE FERME (EN MJ/AN/ADULTE)

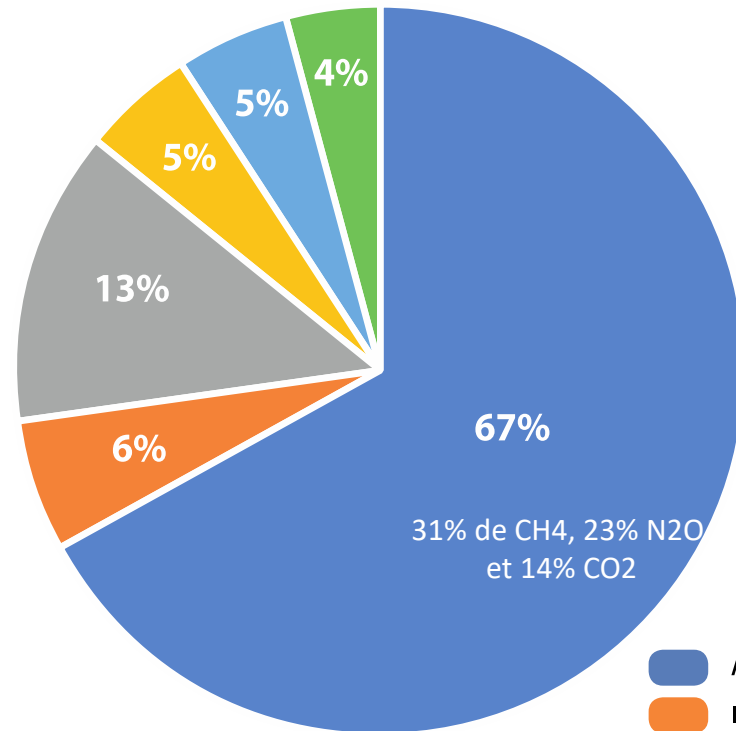




# LES ÉMISSIONS DU CHAMP À L'ASSIETTE

## Facteur 1,5 pour les GES

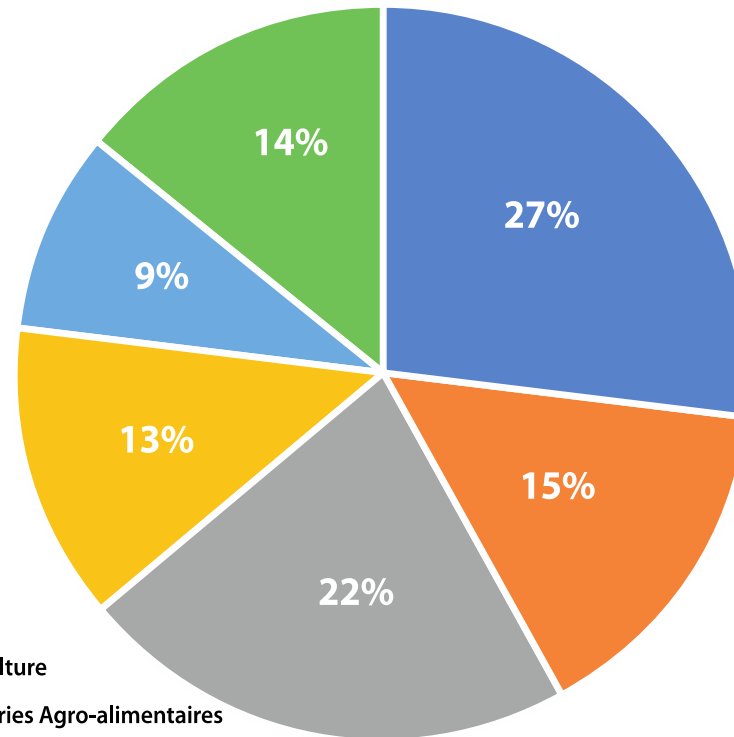
• (fig. 1) : Bilan GES de l'alimentation par secteur (source : CECAM)



31% de CH<sub>4</sub>, 23% N<sub>2</sub>O et 14% CO<sub>2</sub>

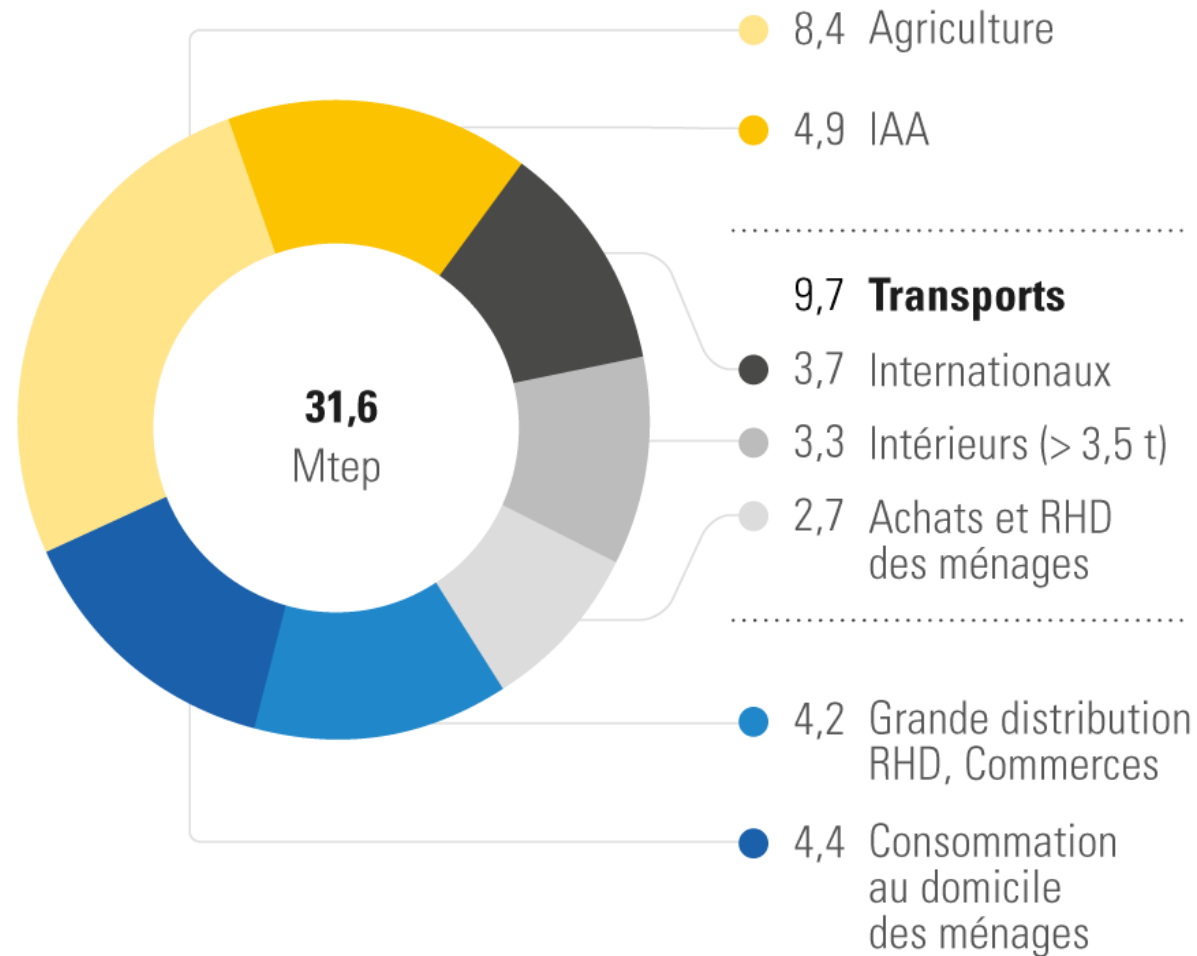
## Facteur 3,5 pour l'énergie

• (fig. 2) : Bilan énergétique de l'alimentation par secteur (source : CECAM)



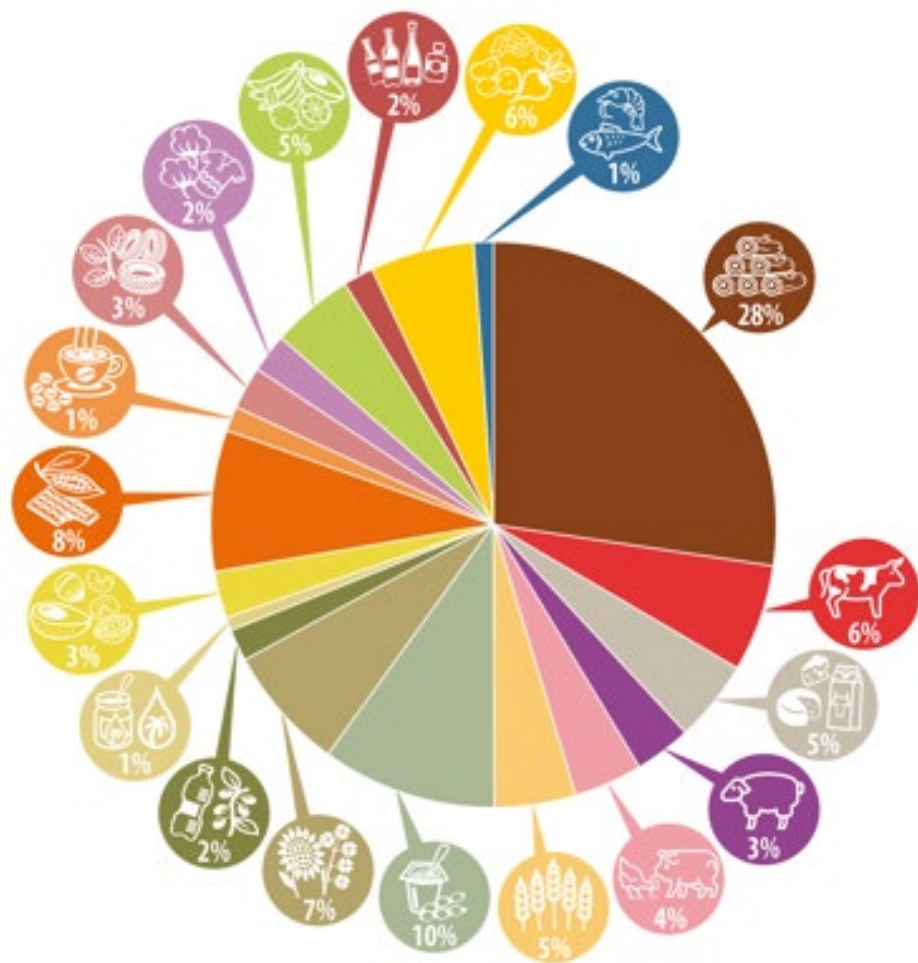
- Agriculture
- Industries Agro-alimentaires
- Transports de marchandises
- Grande distribution, commerces
- Transports, achats des ménages et RHD
- Consommation au domicile des ménages

# Empreinte énergétique actuelle du système alimentaire



- ✓ **Energie : le premier poste est le transport**
- ✓ **Deux tiers des émissions proviennent de la production agricole**

# Surfaces importées



- Bois et liège
- Viande bovine
- Produits laitiers
- Viande ovine
- Autres viandes et œuf
- Céréales
- Soja et autres protéagineux
- Tournesol et colza
- Olives
- Palme
- Autres oléagineux
- Cacao
- Café
- Caoutchouc
- Coton
- Fruits et légumes
- Boissons alcoolisées
- Autres
- Aquaculture



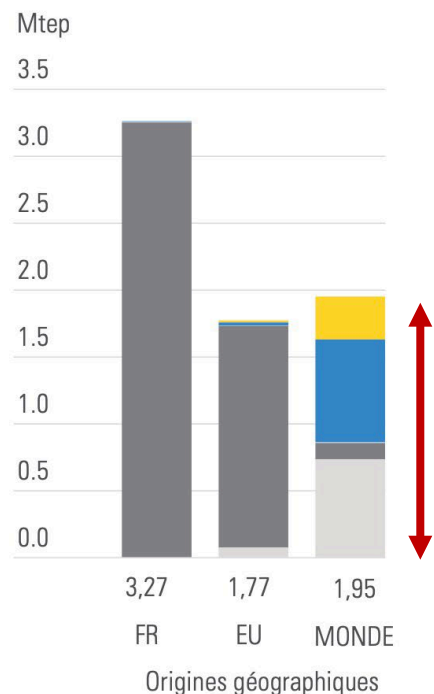
**3670 m<sup>2</sup> pour nourrir un Français**

**14 millions d'ha « importés »**  
soit 25 % du territoire français

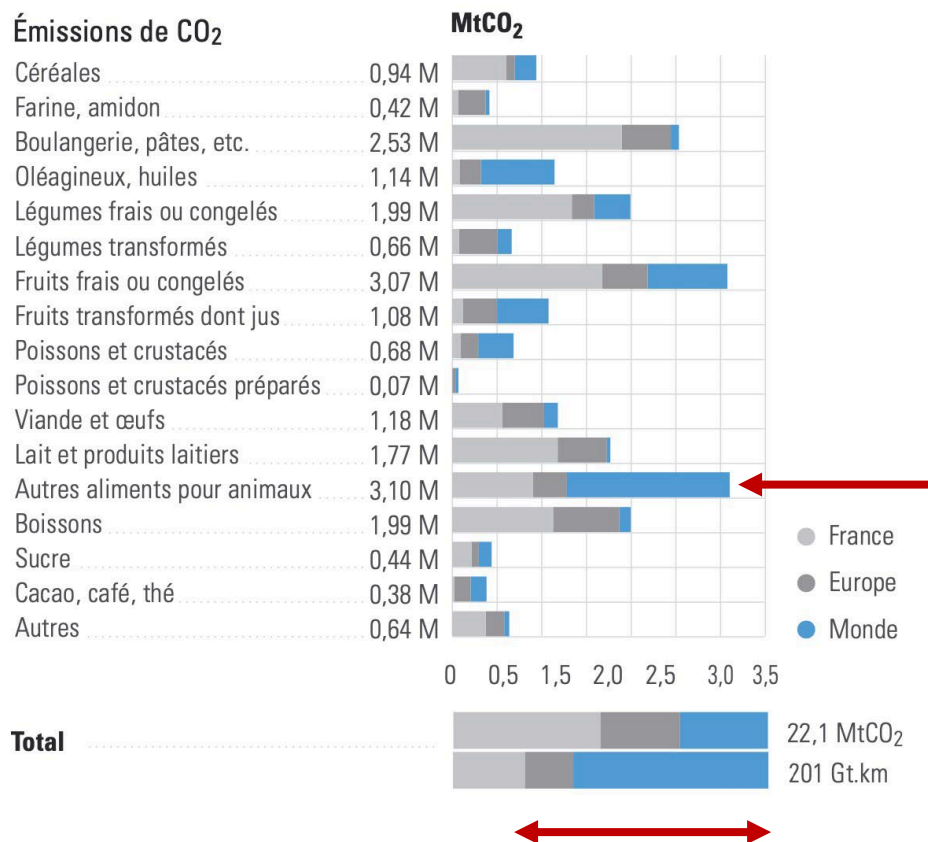
**44%** des surfaces agricoles consacrées aux exportation mais l'équivalent de **33%** consacrées aux importations

# Transports des produits alimentaires par origine

## Consommation d'énergie



## Émissions de CO<sub>2</sub>



Les importations génèrent :

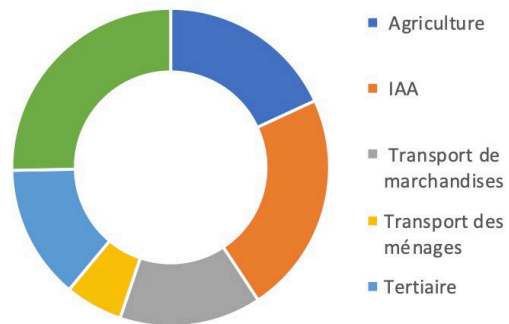
- **77%** du transport en t.km
- **36%** des coûts énergétiques de transport
- **53%** des émissions de GES
- **11,7 MtCO<sub>2</sub>** soit 9% des émissions à ne pas dépasser en 2050

- Source : **L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France de la production à la consommation.** C. BARBIER (CIRED), C. COUTURIER (SOLAGRO), P. POUROUCHOTTAMIN (EDF R&) J-M CAYLA (EDF R&D), M. SILVESTRE (FIRE) et I. PHARABOD (PhiLabs) . Janvier 2019

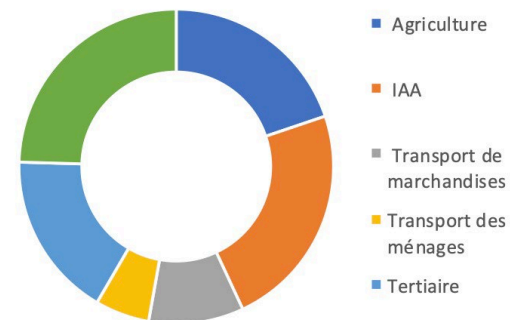
# Empreinte énergétique actuelle du système alimentaire

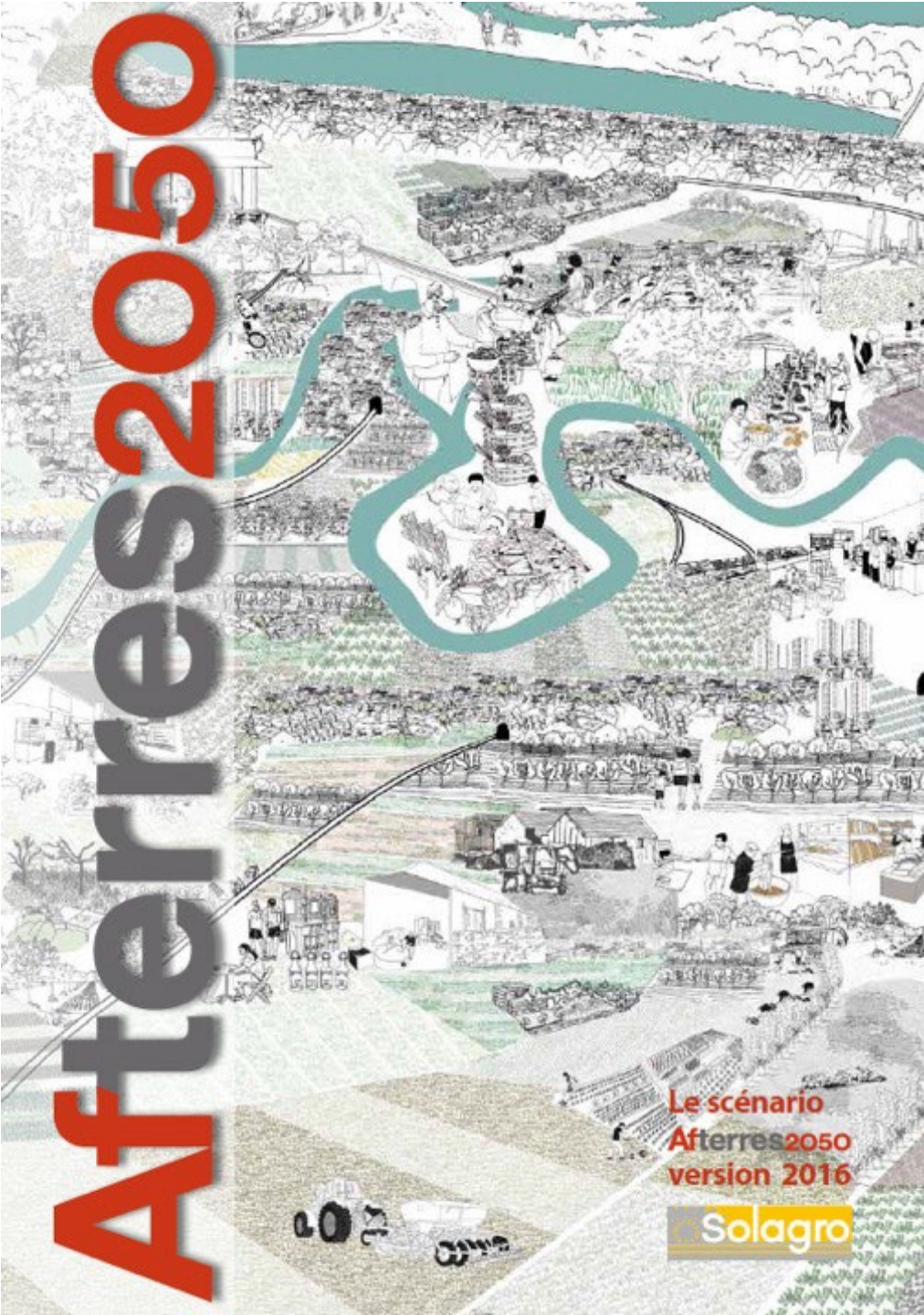
TWh	Agriculture	IAA	Transport de marchandises	Transport des ménages	Tertiaire	Résidentiel	Total
Tendanciel	42,1	52,5	33,6	13,7	31,7	58,8	232,5
Génération frugale	24,0	35,3	16,5	5,1	18,7	39,1	138,7
Coopérations territoriales	26,4	33,1	14,4	7,2	20,1	42,2	143,4
Technologies vertes	30,5	33,1	15,9	9,8	26,2	48,0	163,5
Pari réparateur	36,9	43,2	18,2	10,4	31,7	45,7	186,1
SNBC	38,7	40,0	17,9				

Tendanciel



Pari technologique





# Afterres2050

Un scénario pour une transition agricole, alimentaire et d'usage des terres pour la France en 2050

2010



Décliné par région

2014



Puis par territoire

2016



En cours l'Europe

2020

*Couplé avec le scénario négaWatt pour une sortie des énergies fossiles et du nucléaire*

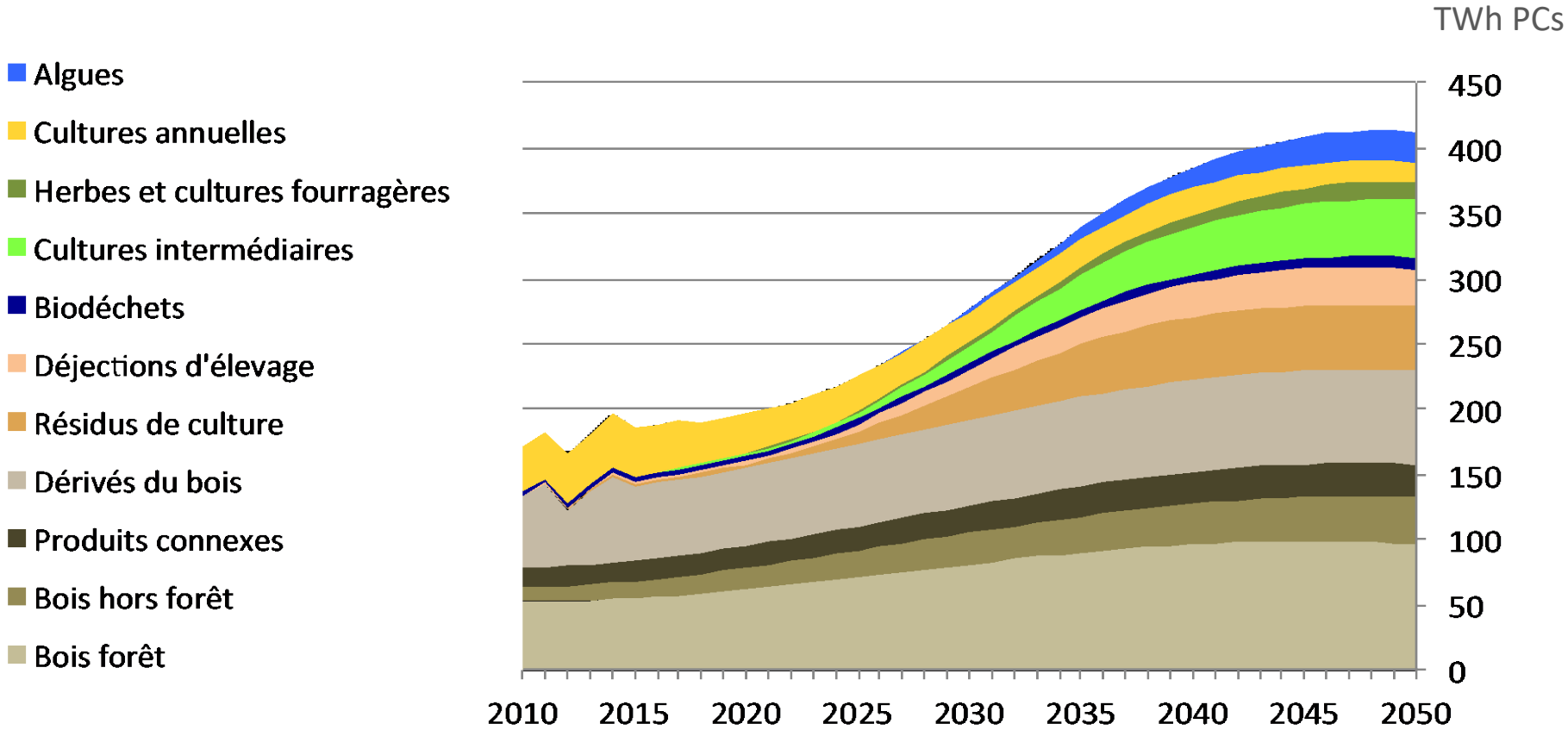
3<sup>ème</sup> révision en 2022

# Une agriculture bas carbone - 1.5 est possible

---

- 3 principes d'Afterres2050
  - Mobiliser des pratiques et techniques déjà éprouvés
  - Privilégier les voies sans regret et à dividendes multiples
  - Maintenir une approche holistique des enjeux
- 2 piliers
  - Agir sur les régimes alimentaires
  - Agir sur les pratiques agricoles
- Des objectifs chiffrés
  - Réduire les émissions de GES (empreinte) d'au moins 50%
  - Réduire l'usage des produits phyto de 90% et l'N chimique de 50%
  - Limiter l'artificialisation des sols (baisser le rythme de moitié)
  - Un régime en adéquation avec le PNNS4 (+ végétal + bio - de gaspillage)
  - Accroître la production d'énergie de la biomasse (+120% soit 371 TWh en 2050)

# Contribution au scénario négawatt de sortie des énergies fossiles et du nucléaire d'ici 2050 - 420 TWh de Bioénergies



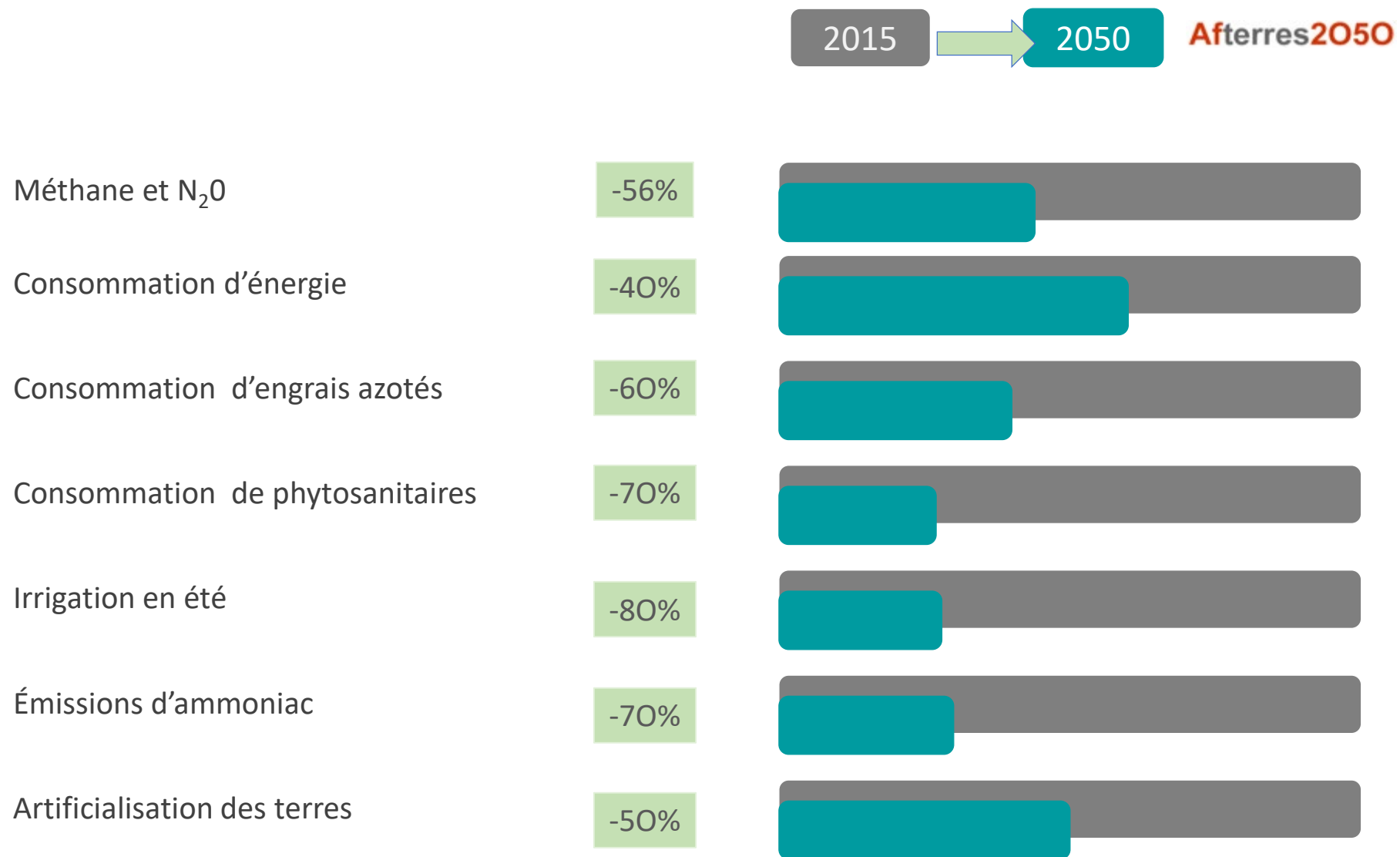


## Evolution des consommations d'énergie dans le scénario

Consommation d'énergie dans l'agriculture, TWh	2010	2050	2050	2050
		Tendanciel	Afterres	SAB
Energie directe	63	48	44	45
Carburants	33	27	23	25
Electricité	11	9	6	6
Combustibles (gaz, fioul)	18	10	6	6
Bois	-	2	9	9
Energie indirecte	54	41	27	19
Azote	34	23	10	3
Autres intrants	10	9	7	7
Matériel	10	9	9	9
<b>TOTAL</b>	<b>116</b>	<b>89</b>	<b>71</b>	<b>54</b>

- La consommation d'énergie globale de la production agricole est réduite de 40 %
- Les sources d'énergie sont renouvelables à 90 % selon le scénario négaWatt
- On peut noter que la production d'énergies renouvelables issues de l'agriculture s'élèvera à environ 165 TWh

# Résultats des impacts réduits par un facteur 2 à 4



Merci de votre attention

