





Journées scientifiques de l'Environnement, Créteil, 31 janv-2 févr 2017

# L'agriculture française dans le bilan énergétique: hier, aujourd'hui et demain

Gilles Billen, Julia Le Noë et Josette Garnier UMR Metis, UPMC/CNRS

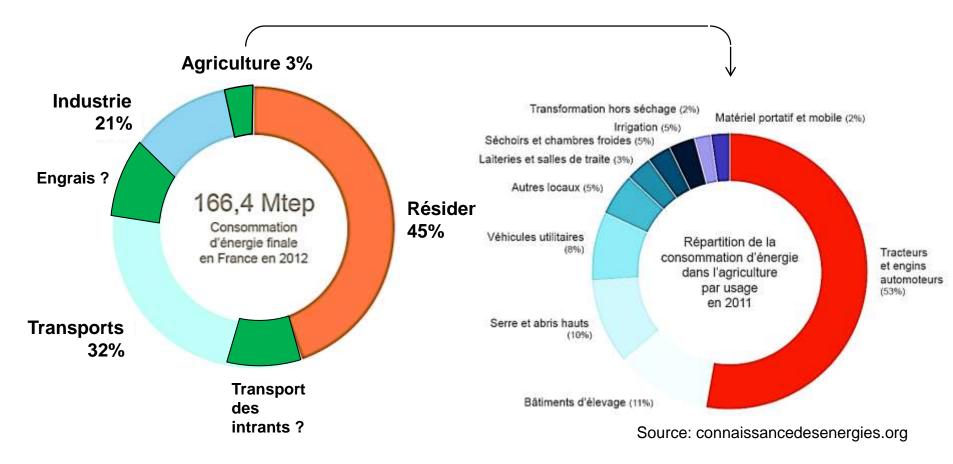








# L'agriculture: un rôle mineur dans le bilan énergétique?

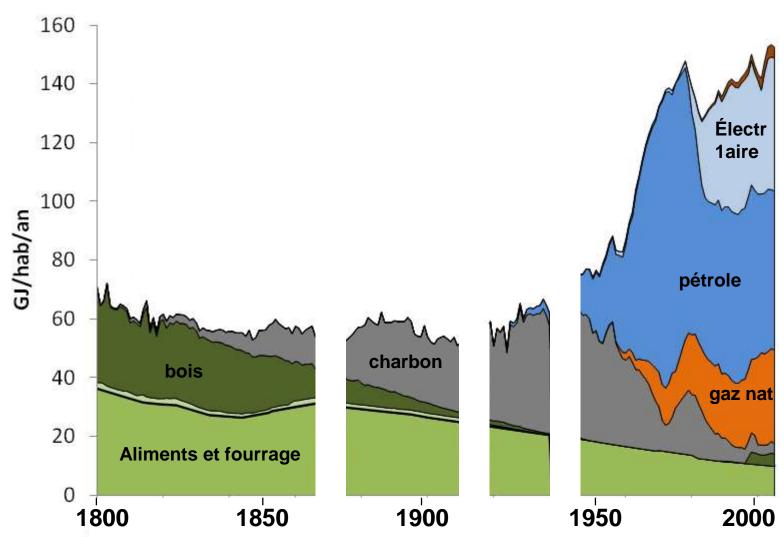


- = Consommations directes de l'agriculture
- ? Quid des consommations indirectes de l'agriculture?
- ? Mais l'agriculture (et le sylviculture) ne sont-elle pas source d'énergie?

# La demande énergétique du francilien

## Consommation d'énergie primaire par habitant en lle de France

L'agriculture et la sylviculture ont perdu le rôle majeur qu'elles jouaient au XIXe s dans le mix énergétique



E. Kim, thèse 2013

# La consommation d'énergie fossile par l'agriculture

L'agriculture convertit l'énergie solaire en énergie de biomasse alimentaire. Au cours de l'histoire, l'investissement en énergie externe (hormis l'énergie solaire) dans l'agriculture s'est accru.

# L'exemple de Santa Fe (Andalousie)

Ortor Chape Chape

Intensité Energétique (IE): Énergie extérieure requise pour produire une unité d'énergie consommable)

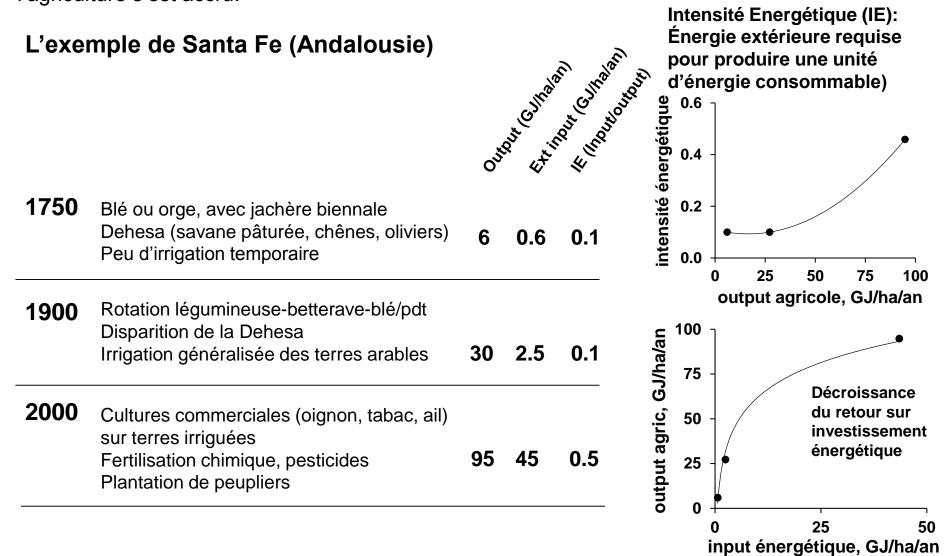
		OUT	out while	A RUS
1750	Blé ou orge, avec jachère biennale Dehesa (savane pâturée, chênes, oliviers) Peu d'irrigation temporaire	6	0.6	0.1
1900	Rotation légumineuse-betterave-blé/pdt Disparition de la Dehesa Irrigation généralisée des terres arables	30	2.5	0.1
2000	Cultures commerciales (oignon, tabac, ail) sur terres irriguées Fertilisation chimique, pesticides Plantation de peupliers	95	45	0.5

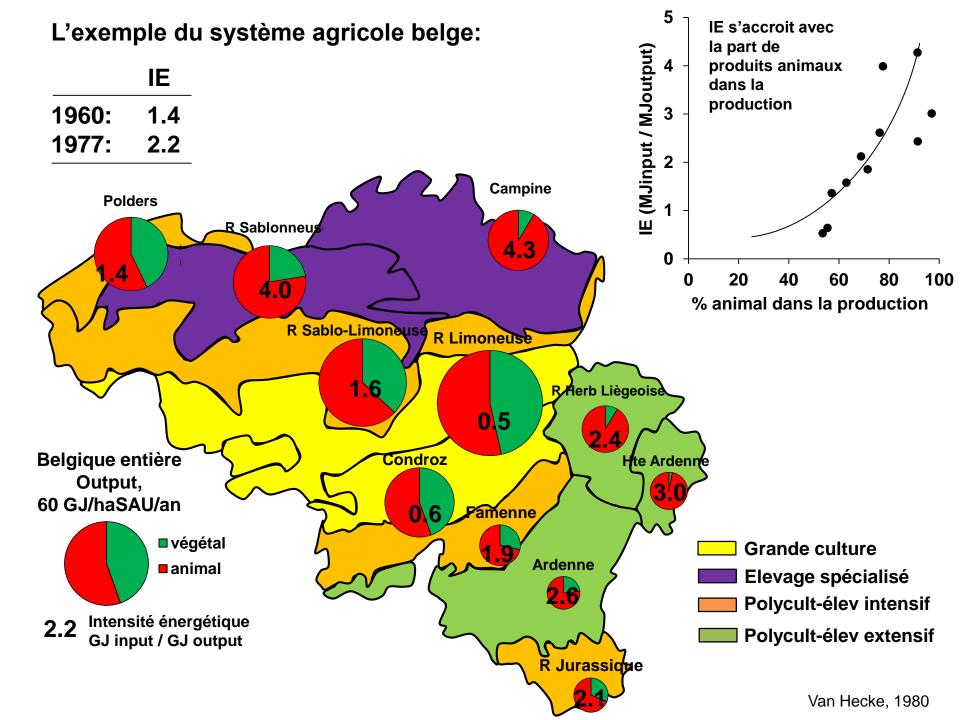




# La consommation d'énergie fossile par l'agriculture

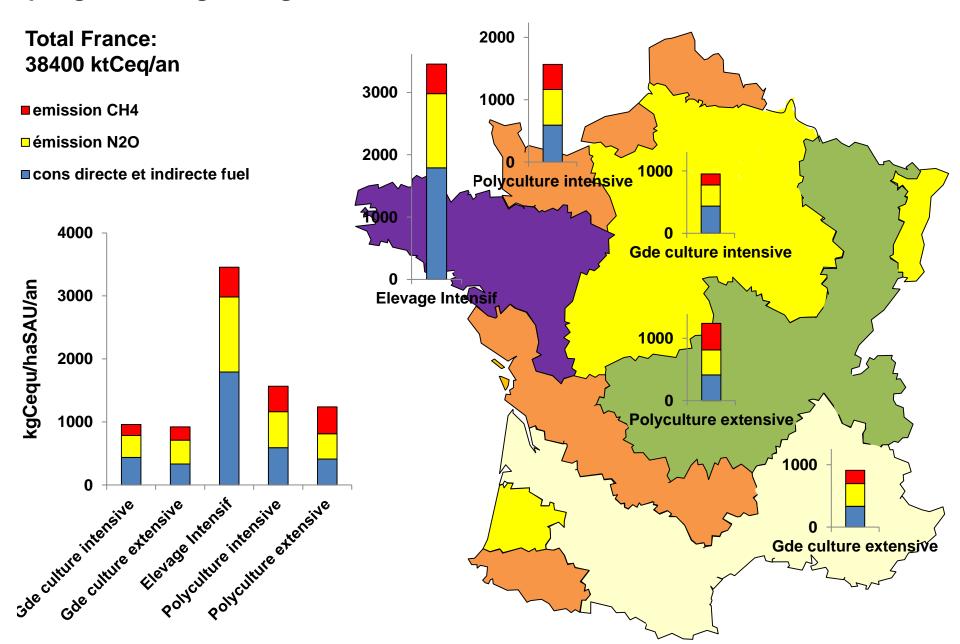
L'agriculture convertit l'énergie solaire en énergie de biomasse alimentaire. Au cours de l'histoire, l'investissement en énergie externe (hormis l'énergie solaire) dans l'agriculture s'est accru.





Bilan énergétique de l'agriculture française par grandes régions agricoles, 2006 Déconnexion 15 IE (MJ in) / MJ out) culture-élevage Bretagne\_ 5 0.3 **50** 75 100 % production animale France entière Output, 50 GJ/haSAU/an ■ végétal ■animal 8% 1.4 Intensité énergétique **GJ** input / **GJ** output **Gde culture intensive Gde culture extensive** Elevage spécialisé intensif Polyculture-élevage intensive Polyculture élevage extensive

# Bilan des émissions de GES de l'agriculture française par grandes régions agricoles, 2006



# Les enjeux agricoles de la transition énergétique

### L'agriculture

- Pèse 20% dans le bilan énergétique, bien plus que ses 3% de consommation directe!
  - Par sa capacité à capter l'énergie solaire peut être source d'énergie renouvelable au-delà de l'énergie alimentaire, si IE << 1 (Grande Culture et Polyculture-élevage Extensive)</li>
  - Peut être consommatrice nette d'énergie si El >1 (Elevage et polyculture-élevage intensif)
- Contribue aux émissions de GES bien au-delà de sa consommation de combustibles fossiles

## Dans le cadre de la transition énergétique, l'agriculture doit

- Limiter sa consommation (directe et indirecte) d'énergie fossile
- Contribuer à l'approvisionnement en énergie renouvelable
   agriculture à énergie positive!
- Limiter ses émissions de GES
- 'Nourrir le Monde'!

# Deux visions de l'agriculture du futur

Voie Technologique Ricardienne Agriculture de précision, Spécialisation régionale, Commerce international









Voie Agro-écologique Extensification, Diversification, Reconnexion, Sobriété

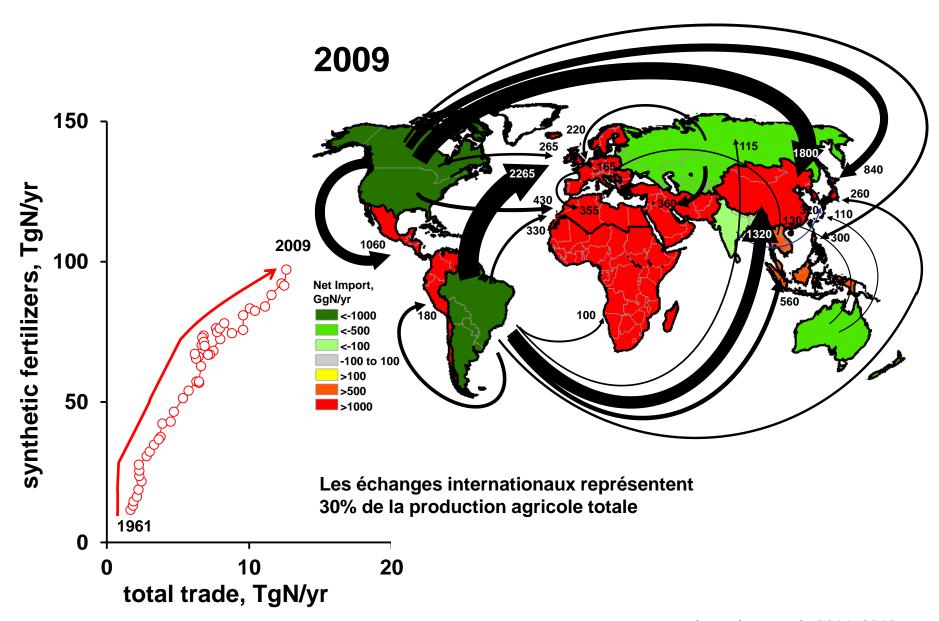








## La voie technologique Ricardienne est celle qui a été suivie depuis les années 1960



# L'impasse de la voie technologique

## L'exemple des agro-carburants

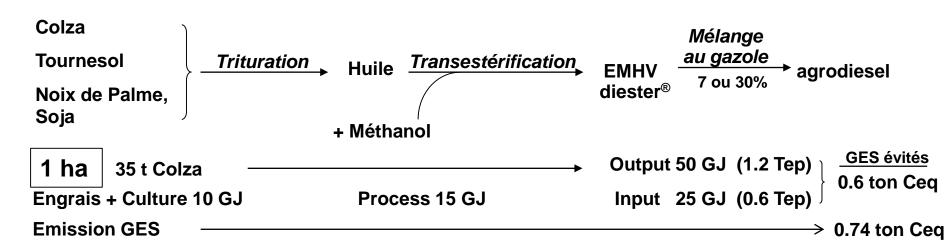
Une part significative des surfaces agricoles françaises est destinée à la production d'agro-carburants

Betterave sucrière	<b>8%</b>	Ethanol	
Blé	<b>2%</b> ∫		
Colza	28% —	→ Agrodiesel	

La filière 'biodiesel'







# La Voie Agroécologique

Une modification radicale du système agro-alimentaire



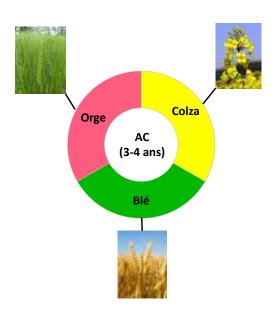
- 1. Se passer des engrais de synthèse (et des pesticides)
- 2. Reconnecter l'agriculture et l'élevage
- 3. Valoriser les excédents et les résidus par la méthanisation
- 4. Redéfinir les besoins humains en protéines animales

## 1. Se passer des engrais de synthèse (et des pesticides)

Engrais azotés: 70 MJ/kgN (1.5 kg eq pétrole) Engrais phosphorés: 16 MJ/kgP2O5 (0.4 kg eq pétrole) Engrais potassiques: 13 MJ/kgK2O (0.3 kg eq pétrole)



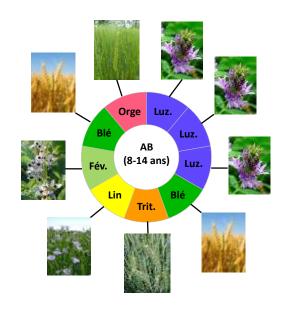
#### **Rotation conventionnelle**



Fertilisation: 180 kgN/ha/an (90 % synthétique)

Production: 6.1 tMS/an = 130 kgN/ha/an

#### **Rotation bio**



160 kgN/ha/an (70% fixation symbiotique)

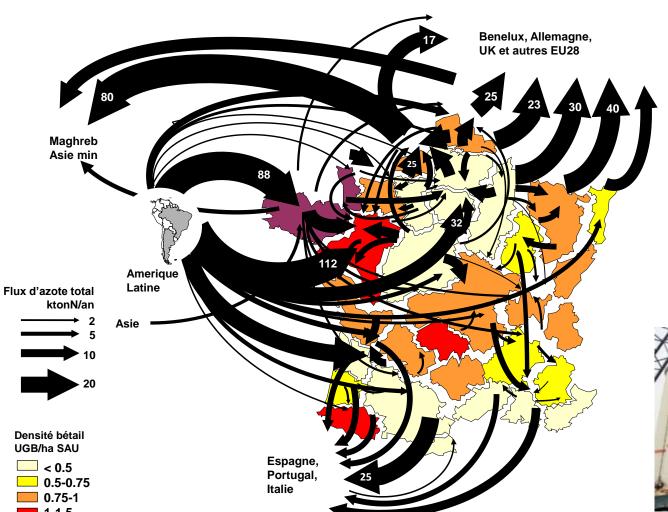
6.3 tMS/ha/an = 123 kgN/ha/an

Les légumineuses fourragères représentent 52% de la récolte totale

## 2. Reconnecter l'agriculture et l'élevage

L'existence d'un débouché local pour les productions fourragères est une condition nécessaire pour le développement de l'agriculture biologique.

S'affranchir de la dépendance aux importations de soja



> 1.5







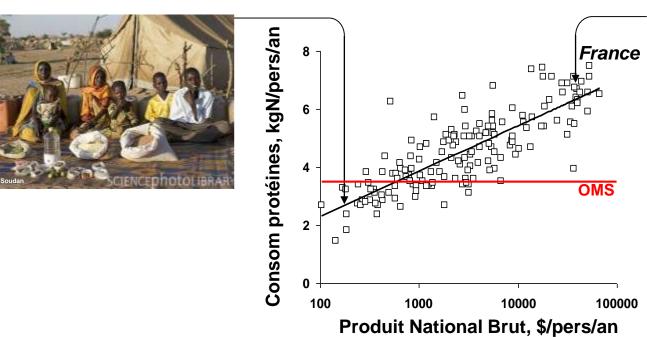
Le Noë et al. (2016). Cahiers Agricultures

## 3. Valoriser les excédents et les résidus par la méthanisation

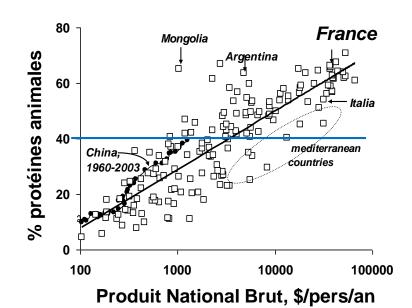
**Output 60 GJ (1.5 Tep)** 1 ha 7 t MS Luzerne Résidus de cultures → Injection réseau Voie liquide continue Biogaz -Cultures dérobées ou Voie sèche continue > 50-100 excédentaires Voie sèche discontinue m³/ton Co-génération **Déjections animales** de chaleur et **Autres produits...** Résidus d'électricité **Fertilisation** et apport humique au sol



# 4. Redéfinir les besoins en protéines animales

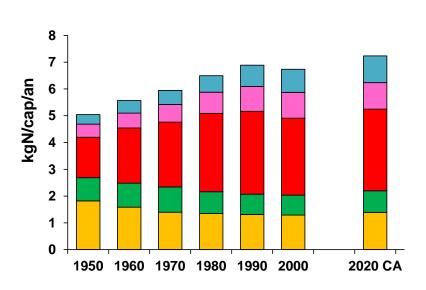






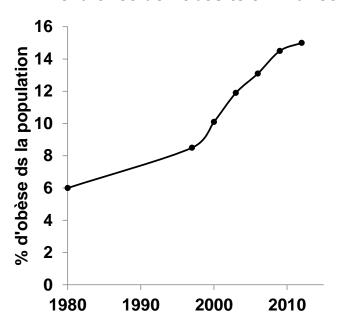
# Réduire la part de produits animaux dans la consommation humaine des pays riches

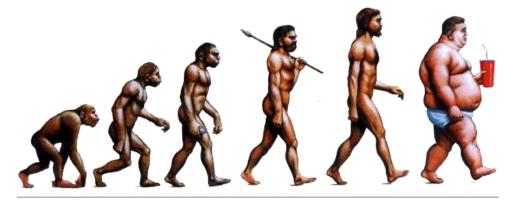
Consommation alimentaire par habitant en France



Accroissement (de 40 à 65%) de la part de protéines animales dans le régime alimentaire

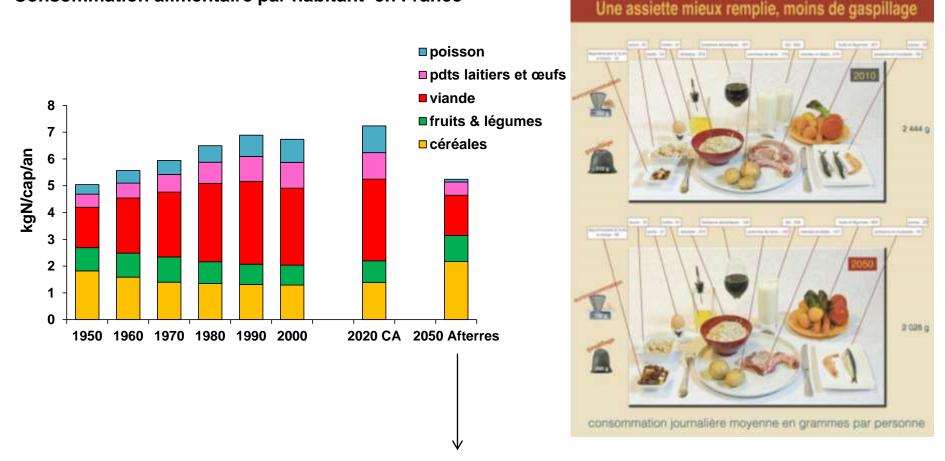
#### Prévalence de l'obésité en France





## Redéfinir le régime alimentaire

Consommation alimentaire par habitant en France

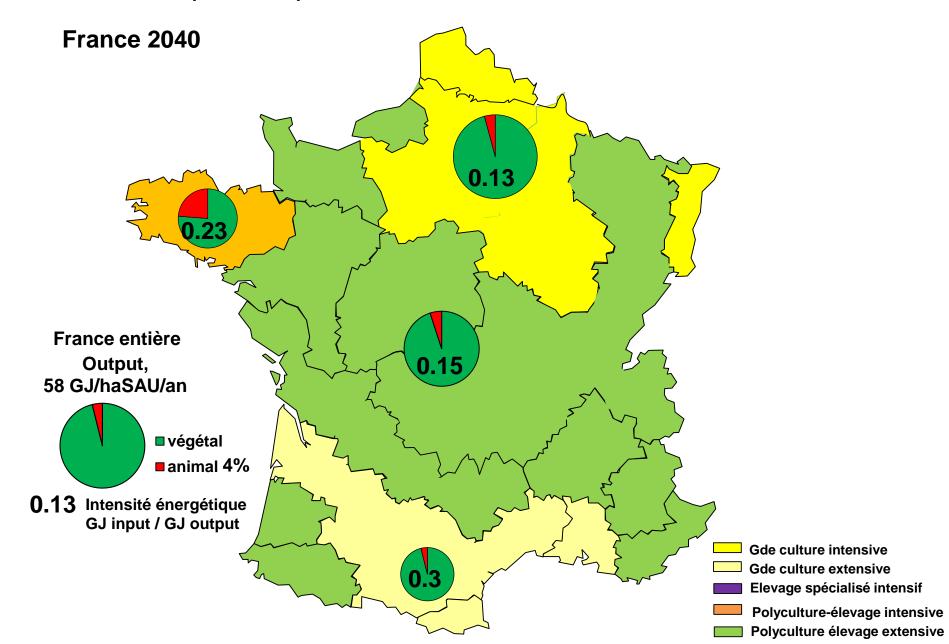


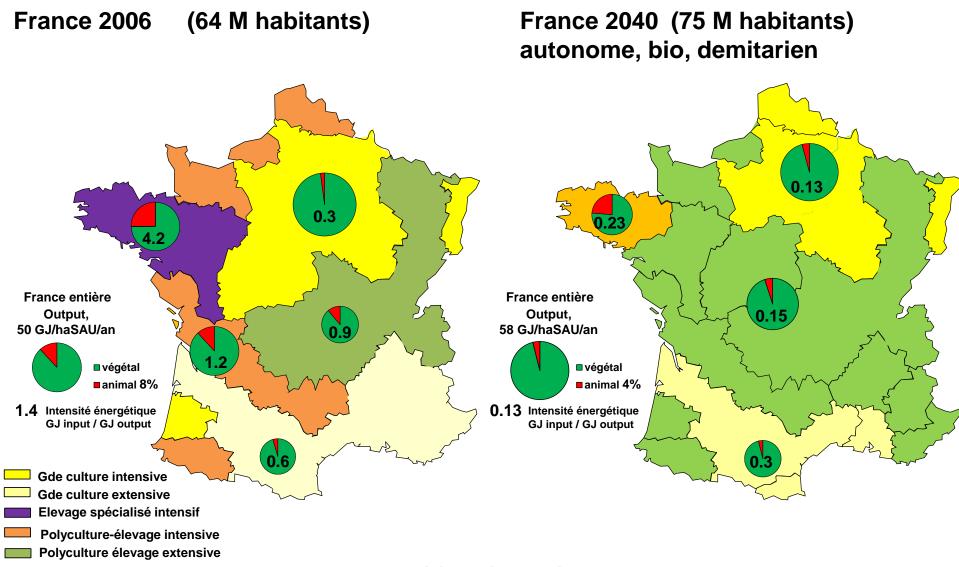
Réduction de moitié de la part de protéines animales Substitution par des légumineuses graines et des fruits secs

- = régime demitarien (déclaration de Barsac: http://www.nine-esf.org/)
- = régime équitable (généralisable à l'échelle du monde: Billen et al. 2015)

## Un scénario Bio Autonome Demitarien

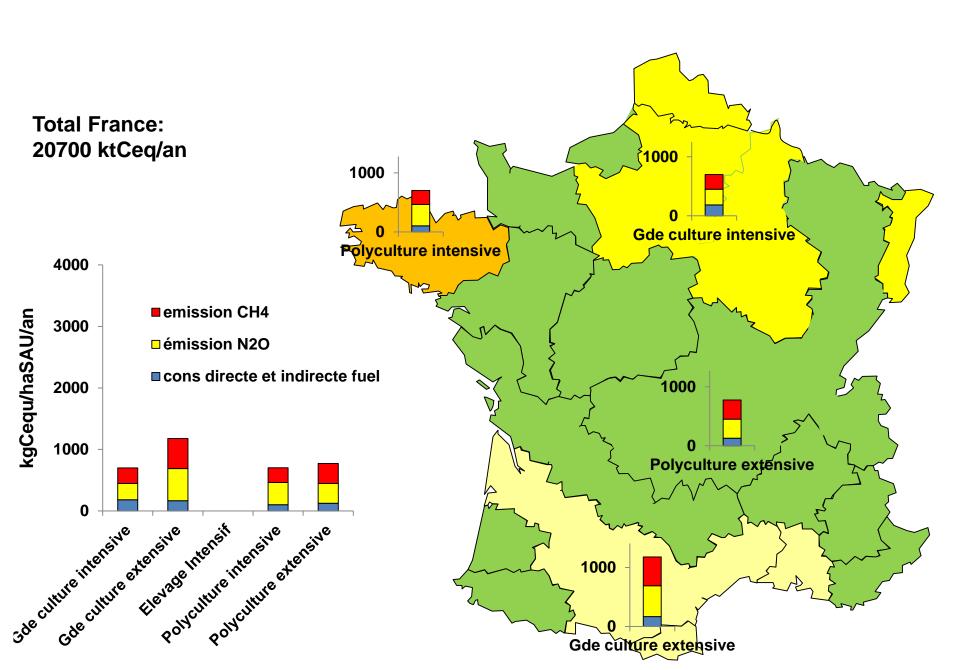
Sur les mêmes prémisses que les scénarios Afterres2050



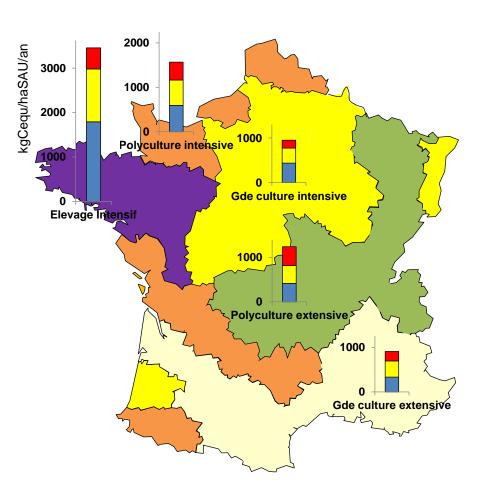


Intensité énergétique réduite de 90% Consommation intérieure réduite Potentiel d'exportation et/ou de production non alimentaire accrue

#### Les émissions de GES du scénario Bio Autonome Demitarien

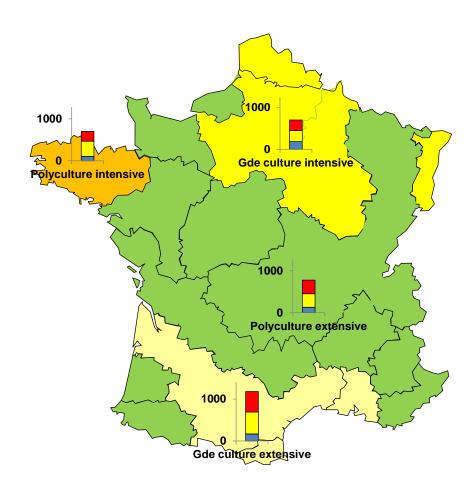


# Les émissions de GES France 2006



Total France: 38 400 ktCeq/an

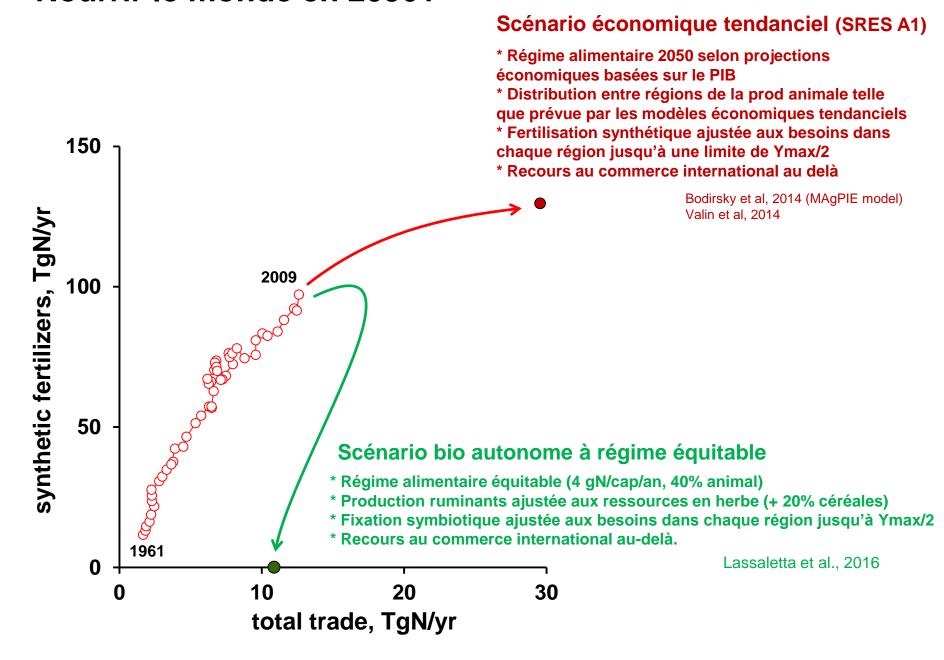
France 2040, autonome, bio, demitarien



20 700 ktCeq/an

Réduction de près de 50% des émissions de GES

# Nourrir le monde en 2050?



# **Conclusion**

Réussir la transition énergétique en agriculture?

Amorcer une autre trajectoire que celle de la spécialisation et de l'intensification

Rechercher l'autonomie des exploitations par rapport à la fertilisation et à l'alimentation animale Reconnecter l'agriculture et l'élevage

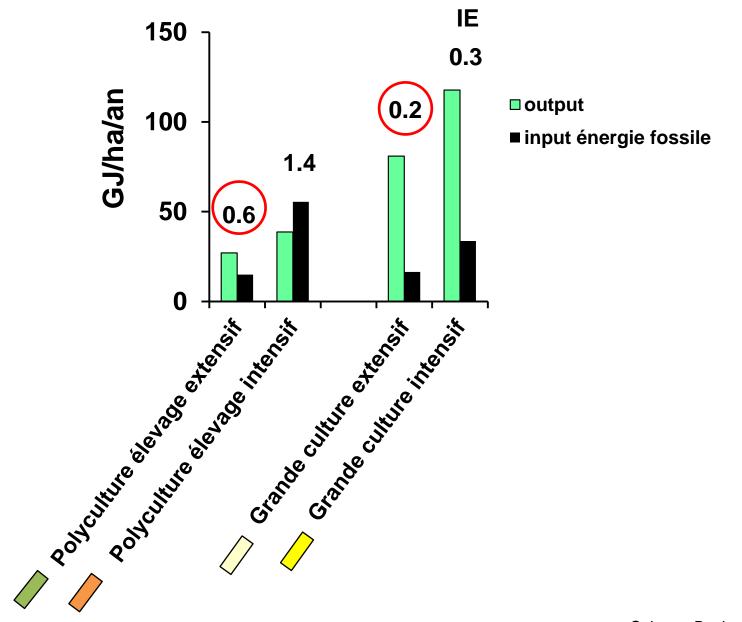
Relocaliser la consommation alimentaire

Réduire de moitié la consommation de viande et de produits laitiers

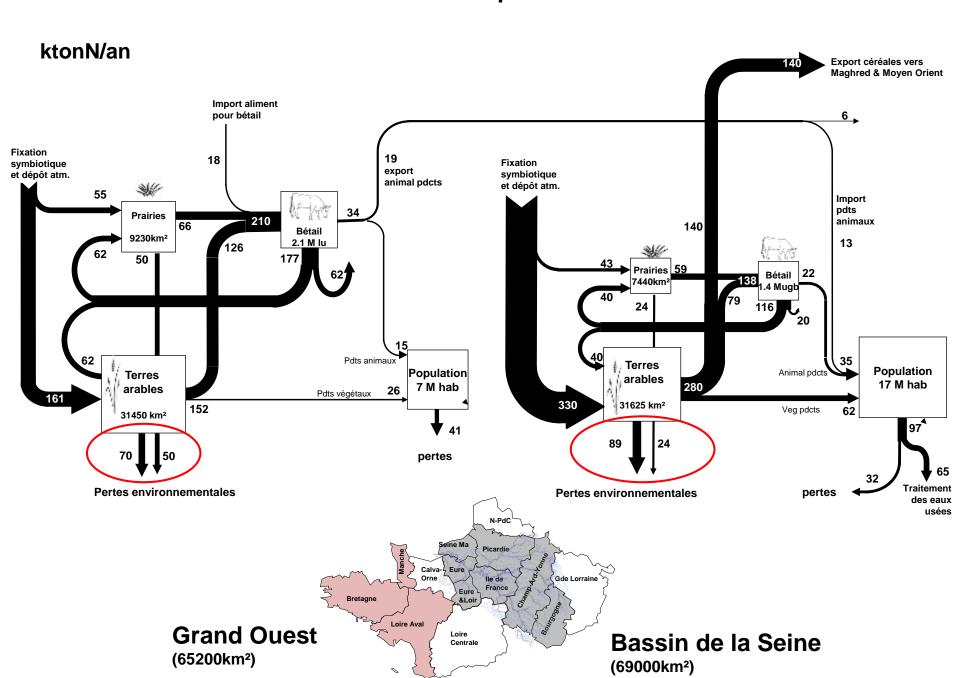


# Réserve pour discussion

## En France: les enquêtes 'Planète' sur 460 fermes volontaires



## Le scénario bio-autonome et demitarien pour le bassin de la Seine



## ... comparé à la situation actuelle du bassin de la Seine

