



# Afterres2050

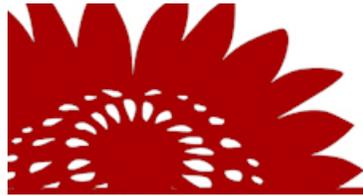
**Mise en débat des 1<sup>er</sup> résultats**  
**Université d'Automne - négaWatt**  
**Christian Couturier – Elen Devauchelle – Sylvain Doublet**

Avec le soutien de



Fondation Charles Léopold Mayer  
pour le Progrès de l'Homme





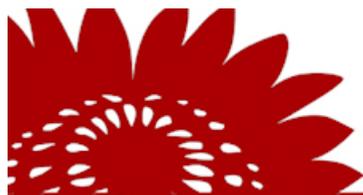
## Le scénario AFTERRRES 2050

- **Afterres 2050 : scénario sur l'Agriculture, la Forêt, et l'utilisation des terres**
  - Projet de l'association SOLAGRO, avec le soutien de la Fondation Charles Léopold Mayer
  - Objectif : proposer un scénario pour concilier alimentation, production de matériaux et d'énergie, réduction des gaz à effet de serre en agriculture et stockage de carbone, réduction de l'empreinte écologique, système agro-sylvo-pastoral soutenable...
  - Inspiré de la démarche négaWatt : partir des besoins, pratiques et techniques connues, pas de rupture sociétale ni technologique
  - Travail collaboratif en cours, mise en débat des résultats
  - Version actuelle « compatible négaWatt 2011 »
  - Présentation du volet « énergie »

**Afterres2050**



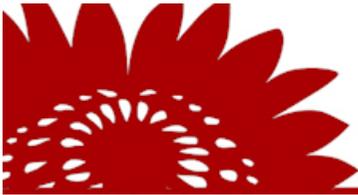
Fondation Charles Léopold Mayer  
pour le Progrès de l'Homme



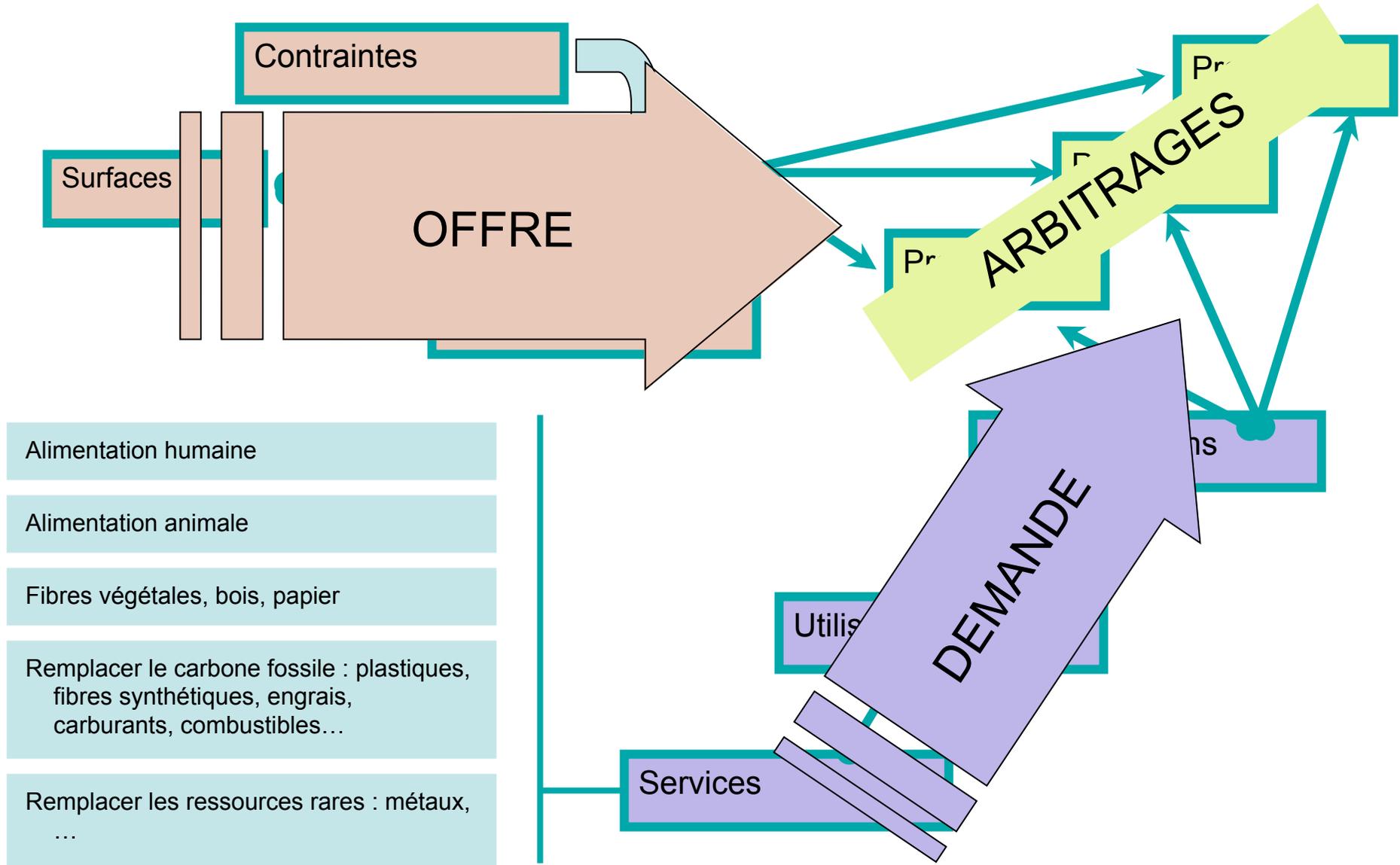
## Emissions de gaz à effet de serre (direct et indirect ; CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>)

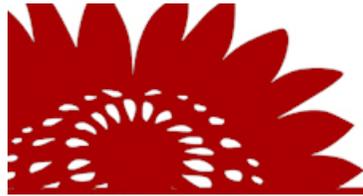


Mt eq. CO <sub>2</sub> / an	1990	2010
<b>Emissions directes de GES</b>	<b>94,3</b>	<b>86,4</b>
consommation d'énergie	9,3	9,2
sols agricoles (y.c. N <sub>2</sub> O lessivage et NH <sub>3</sub> )	34,8	34,0
fermentation entérique	39,8	33,5
stockage des effluents	10,4	9,6
<b>Emissions indirectes de GES</b>	<b>19,9</b>	<b>19,8</b>
mise à disposition de l'énergie	0,9	0,9
fabrication de l'azote	13,9	13,9
fabrication des autres fertilisants	1,3	1,2
Produits phytosanitaires	0,8	0,8
fabrication du matériel	3,0	2,8
<b>Total des émissions</b>	<b>114,2</b>	<b>106,2</b>

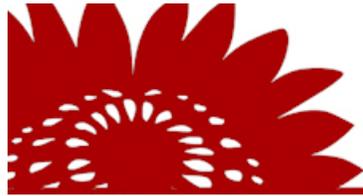


# Architecture générale de l'outil de modélisation

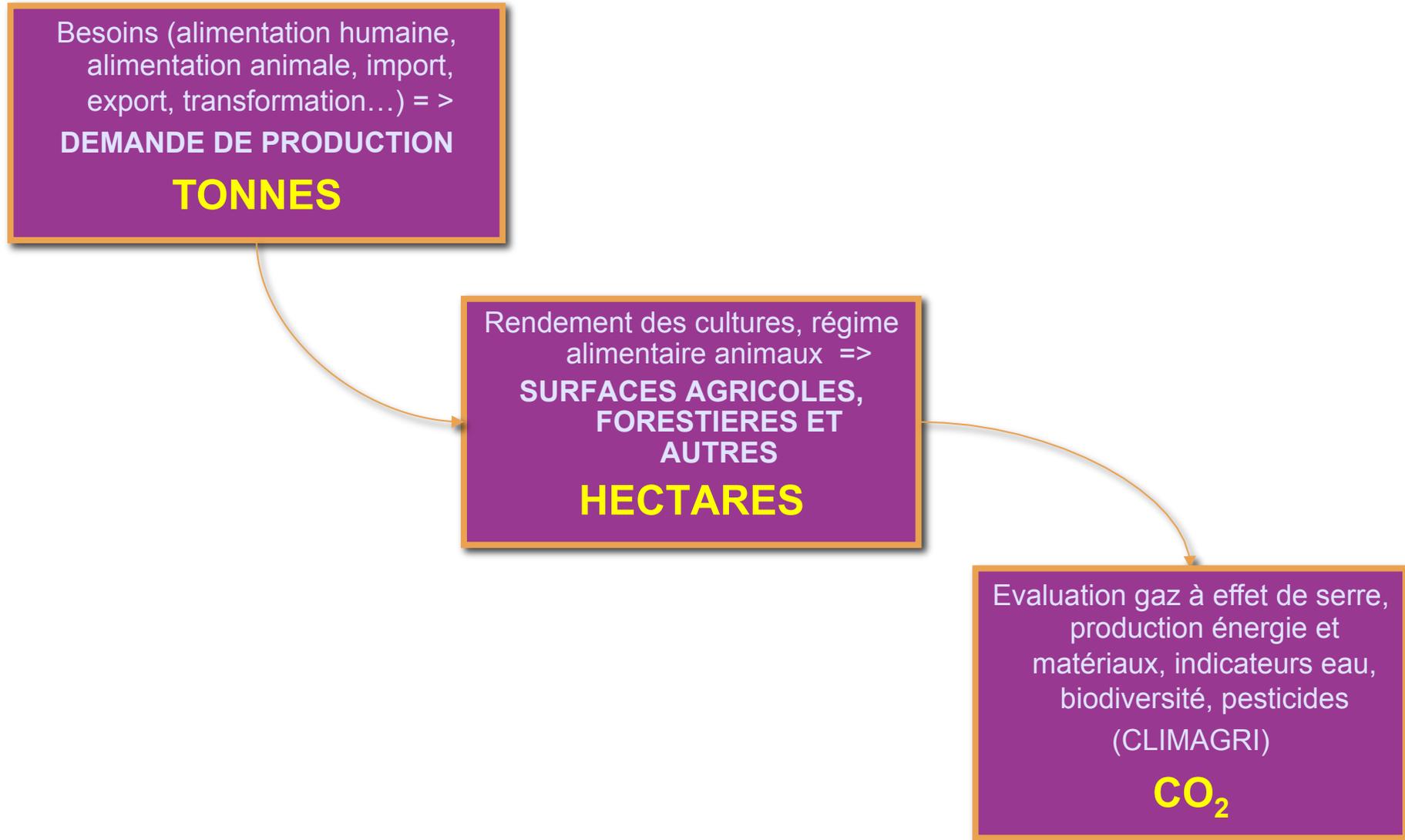


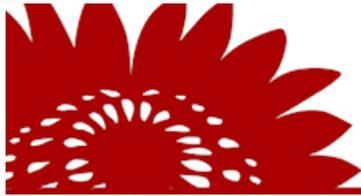


- **Physique**
  - Basé sur des surfaces, flux de masse et d' énergie
  - n' intègre pas de moteurs sociaux-économiques : nécessiterait de prendre en compte les rétroactions, donc recourir à un modèle économique d' équilibre général, non modélisable à l' horizon 2050
- **Récurif**
  - les variables de demande et d' offre s' ajustent progressivement
- **Ascendant (ou bottom-up),**
  - et non descendant (top down),
  - on part de données maîtrisées que l' on agrège par remontées successives

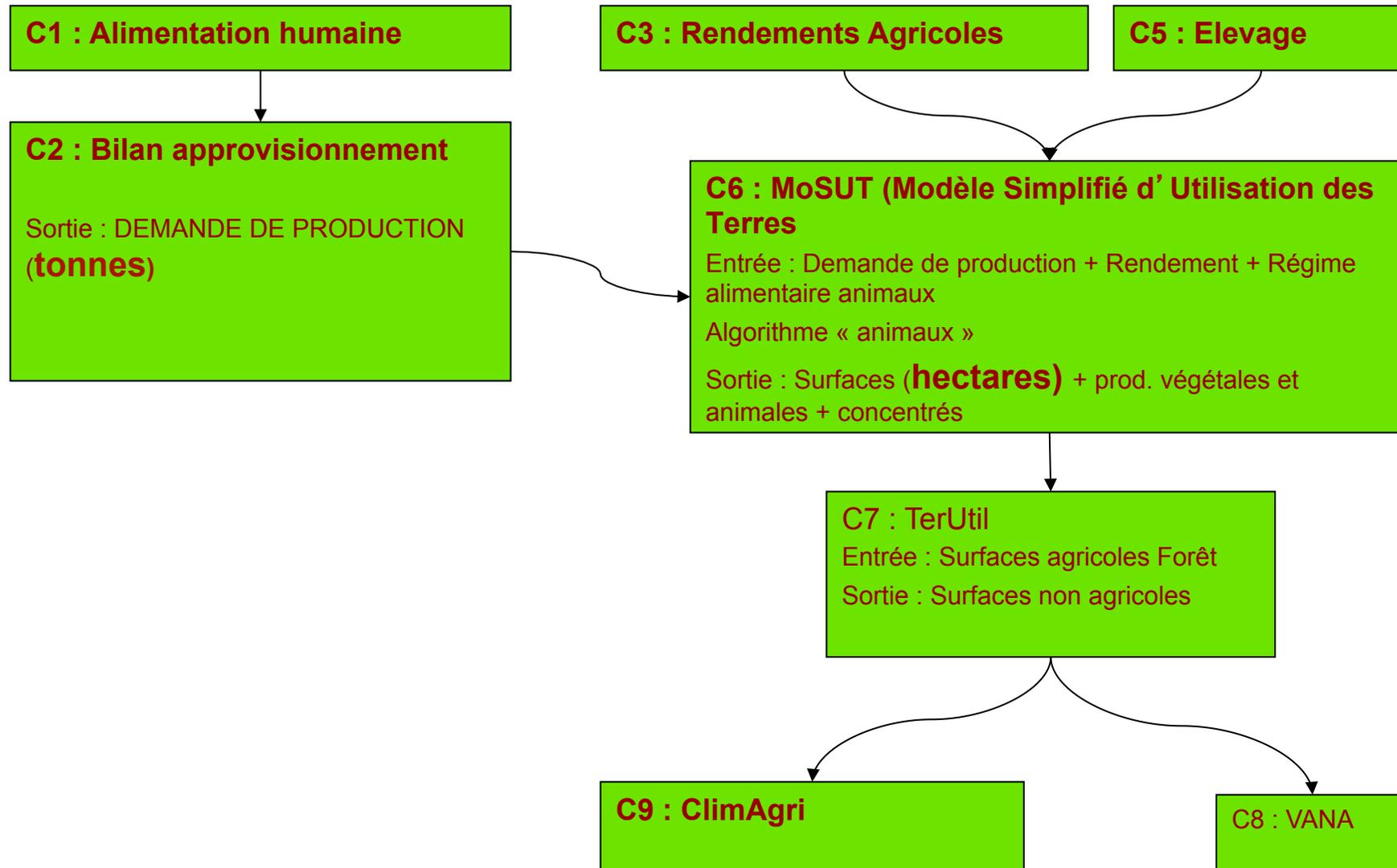


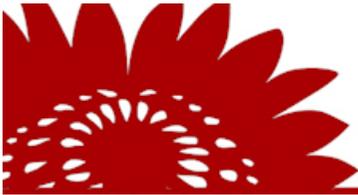
# Description de l'outil de modélisation



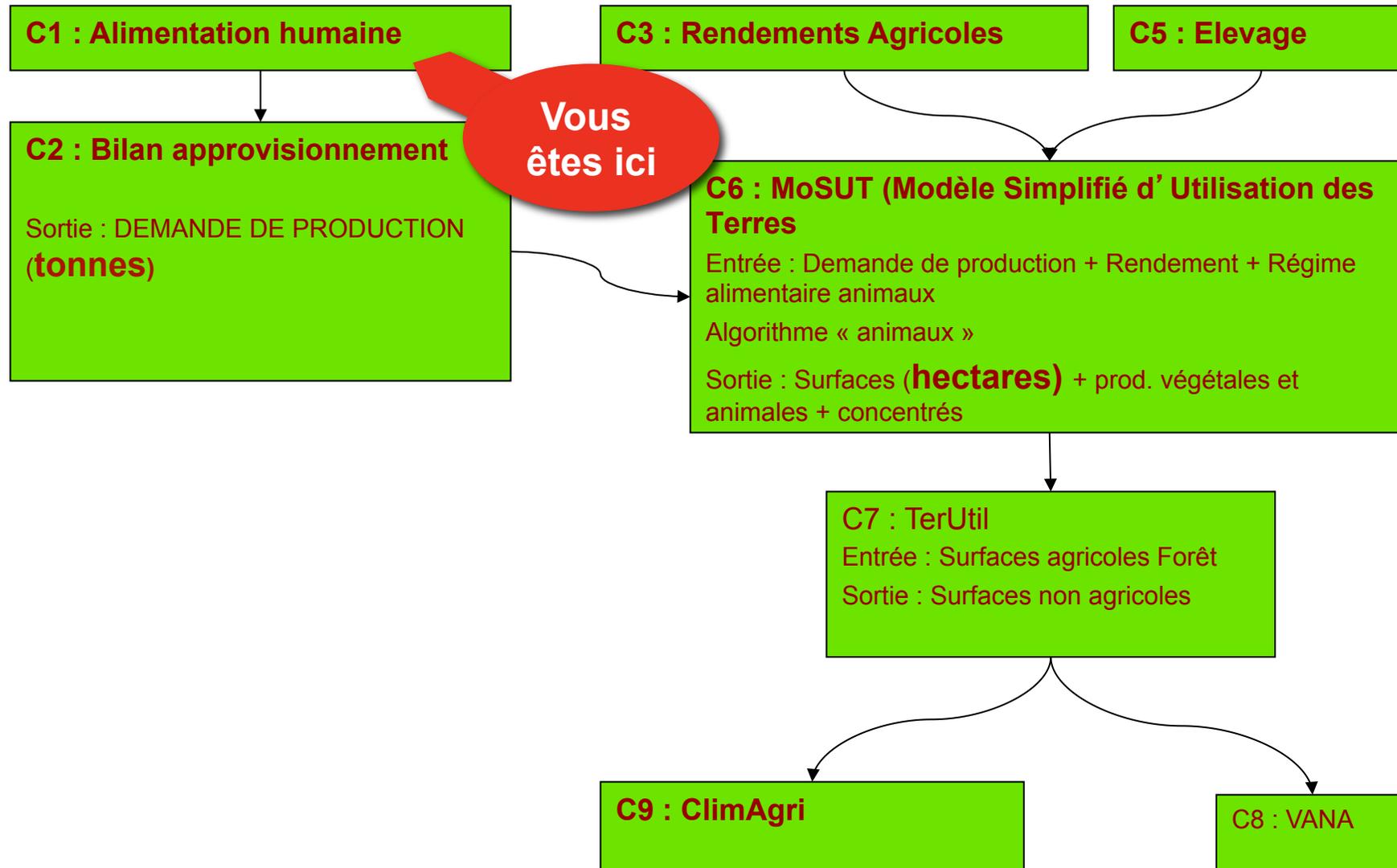


# Architecture de l'outil



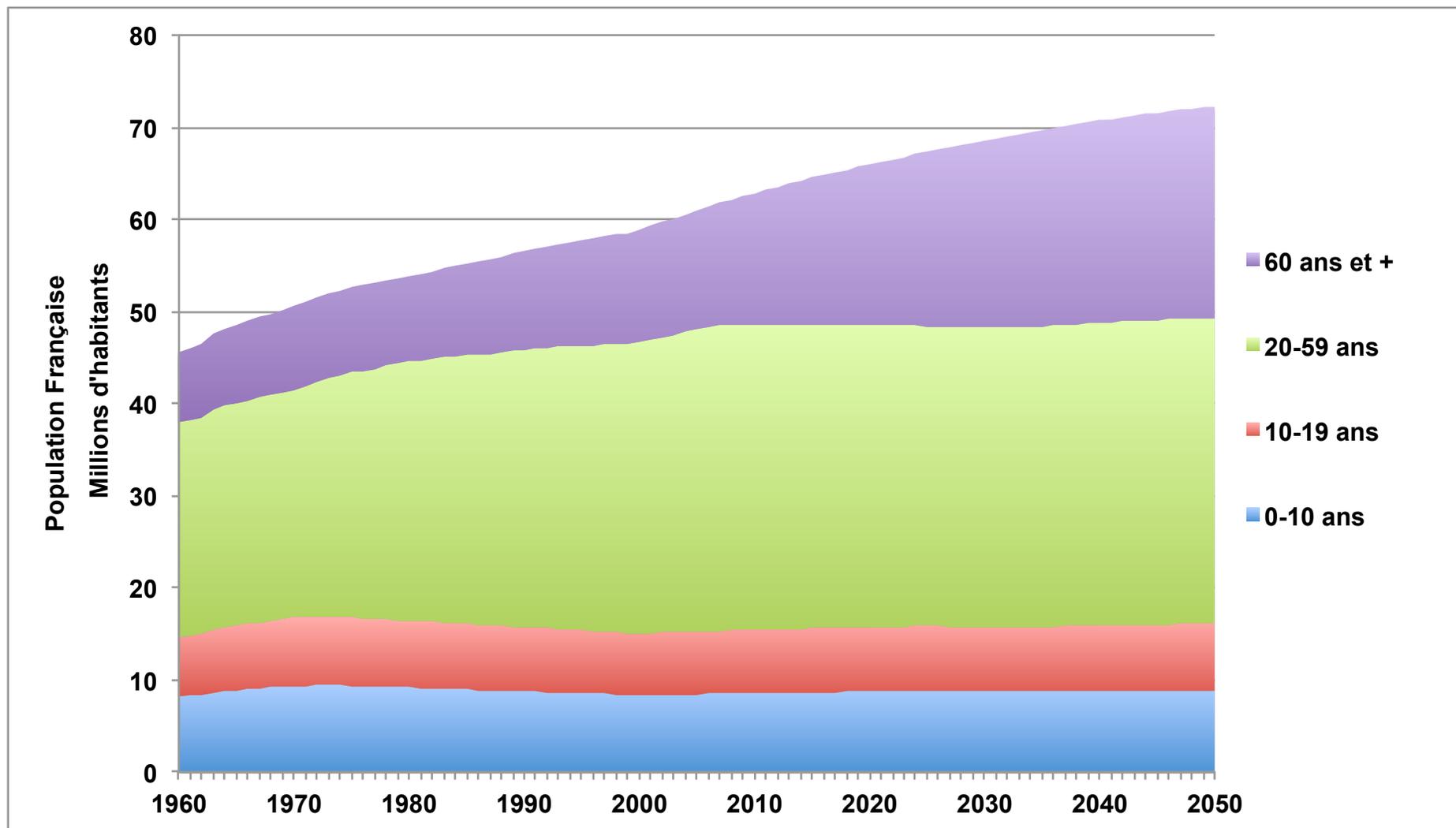


# Architecture de l'outil

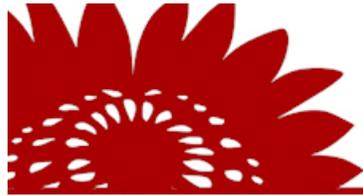




# Une population vieillissante et en augmentation



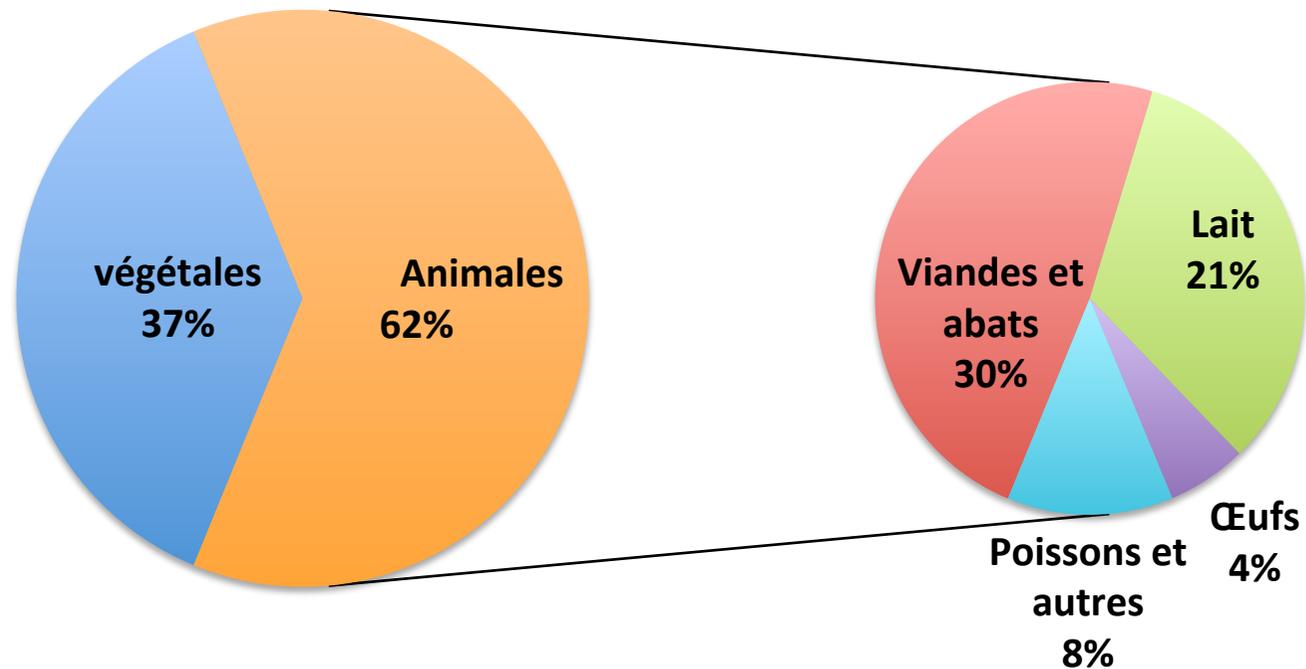
Source : INSEE – 2011 – Scénario central

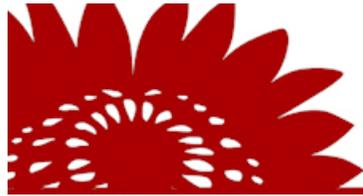


## Des protéines en excès



- Une surconsommation de protéines
  - 90 g/j/personne au lieu des 52g/j/personne conseillés (ANC)
- Majoritairement des protéines animales



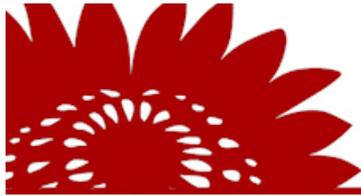


## Des sucres en excès



- Surconsommations de sucres:
  - 14% de l'apport énergétique au lieu de 10% recommandés
  - Soit l'équivalent d'environ 20 morceaux de sucres par jour





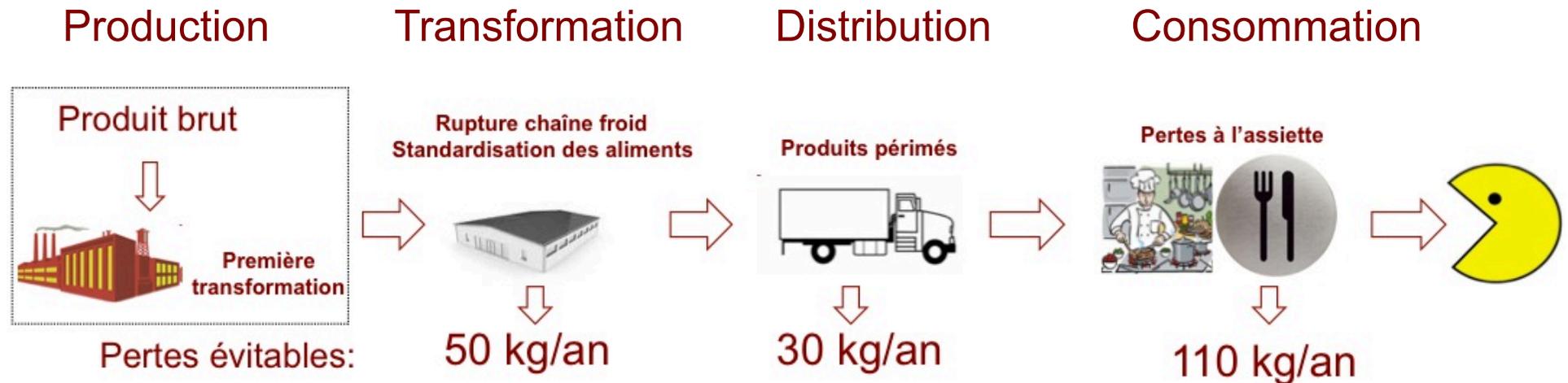
# Et des gaspillages



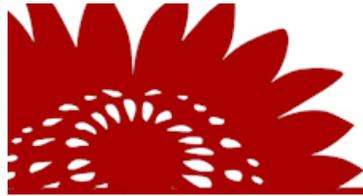
- **Les gaspillages alimentaires (pertes évitables)**

- 190 kg/an/pers de la sortie de ferme jusqu'à l'ingestion sur 900 kg/an/pers consommés

De la production à l'ingestion:



Source : Fao – 2011- Global food losses and food waste



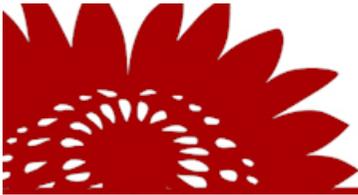
## 1. Réduire les surconsommations : protéines et sucres

- Passer d'une surconsommation de protéines de 70 % à 10 %
- Ramener à 11 % le rôle du sucre dans nos apports énergétiques (équivalent de 4 morceaux de sucres en moins par jour sur les 20 mangés aujourd'hui.)
- Ramener / maintenir l'Indice de Masse Corporelle à celui de l'an 2000



## 2. Réduire les gaspillages

- Diviser par 3 les pertes évitables
- Recycler les pertes inévitables (épluchures...)



## Demande: Alimentation humaine

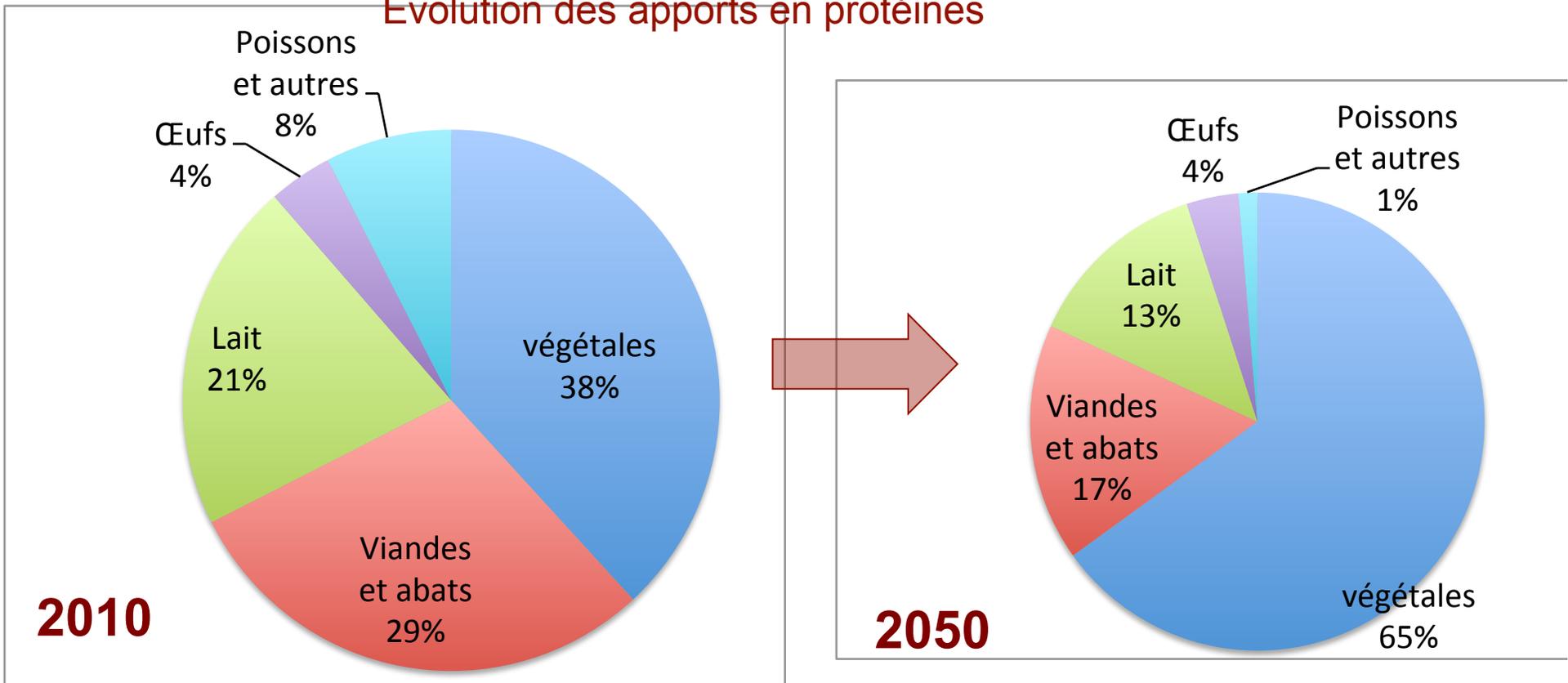


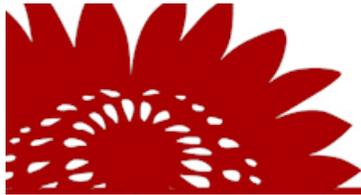
### 3. Modifier la répartition protéines animales/végétales

Pour diminuer les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

- Satisfaire aux besoins en énergie sans surconsommation

#### Evolution des apports en protéines

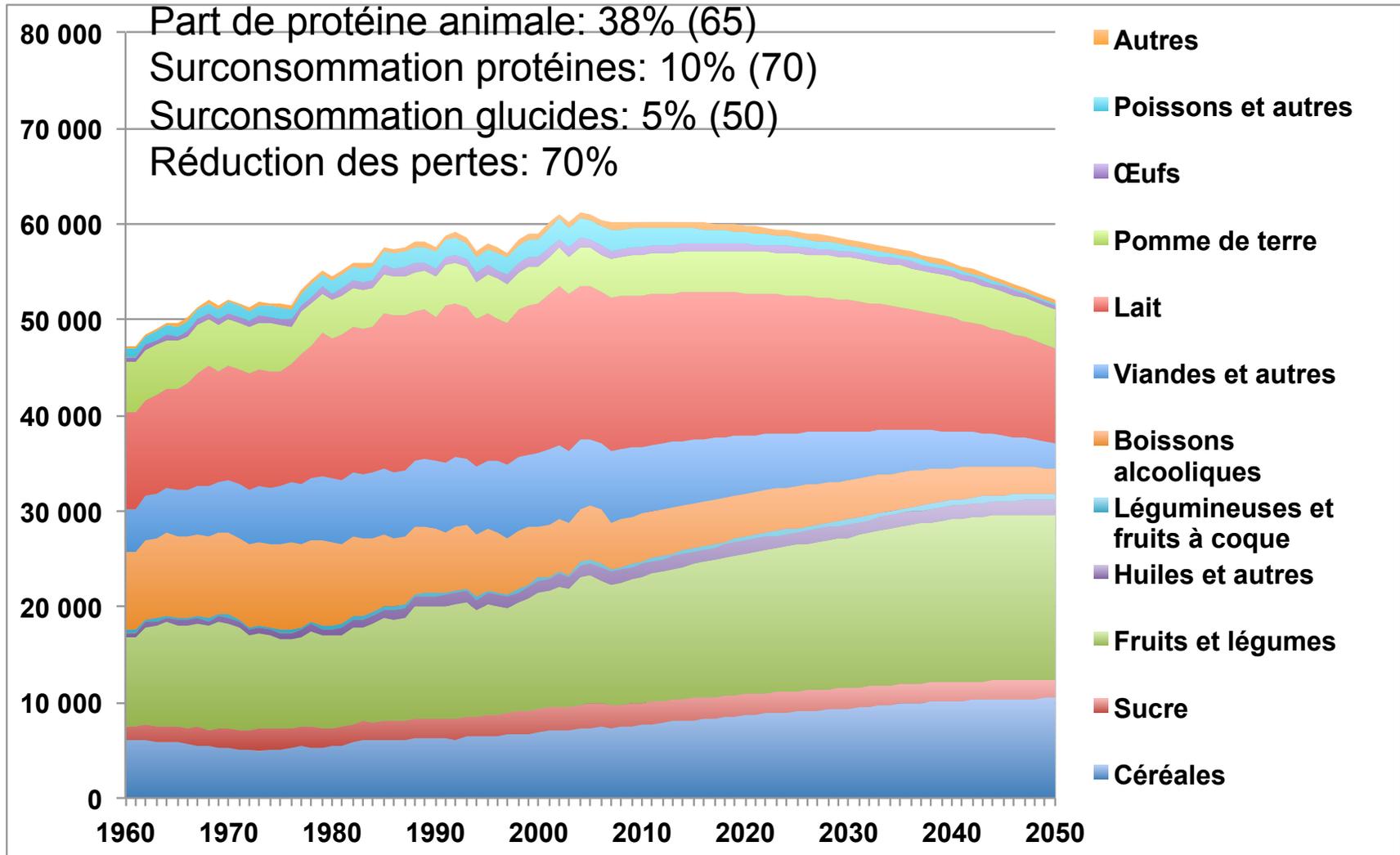


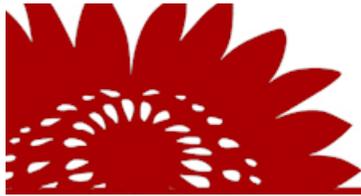


# 1 + 2 + 3 ... 2050



## Tonnage annuel brut d'aliments mis sur le marché

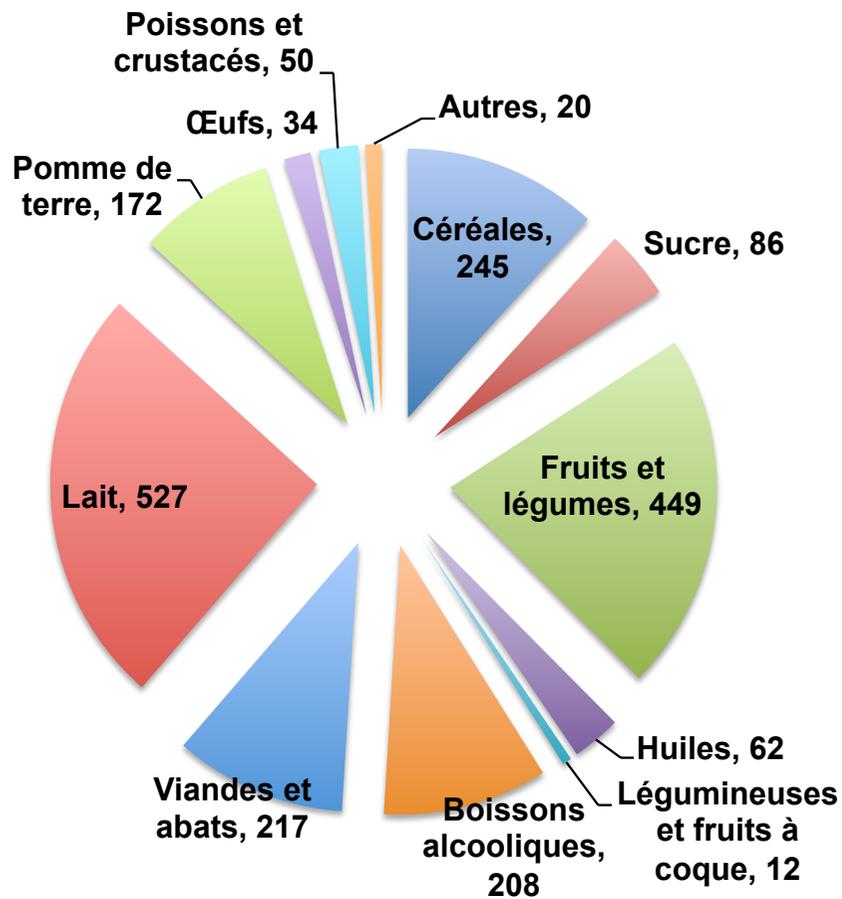




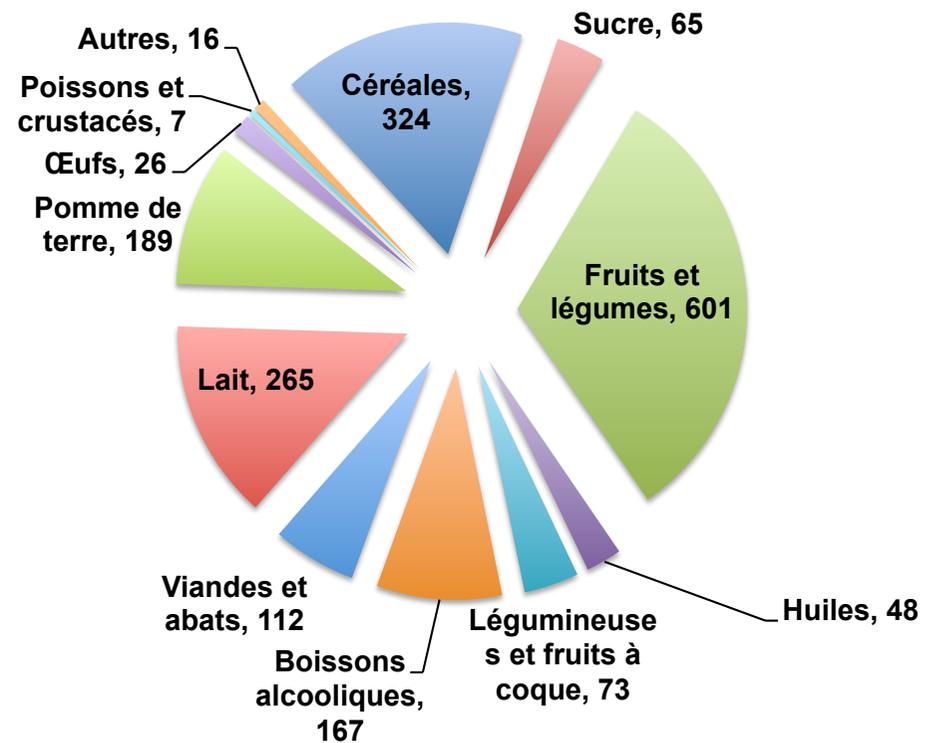
# Demande: quantités ingérées 2050

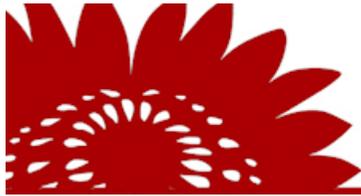
## Consommation journalière en g/personne

2010

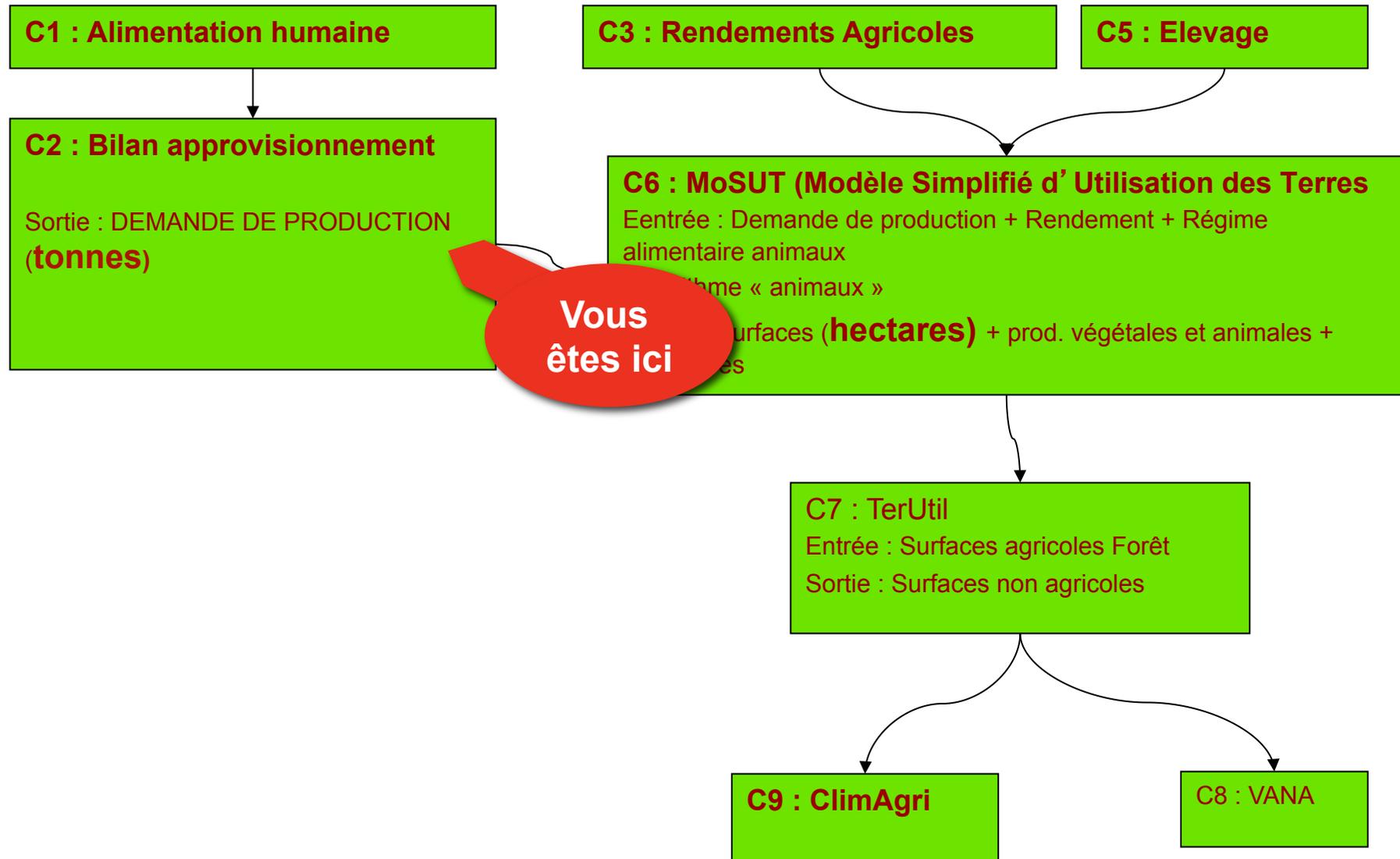


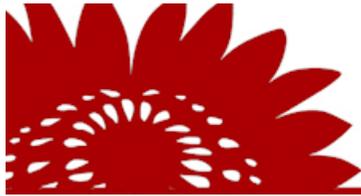
2050





# Séquence : bilans d'approvisionnement





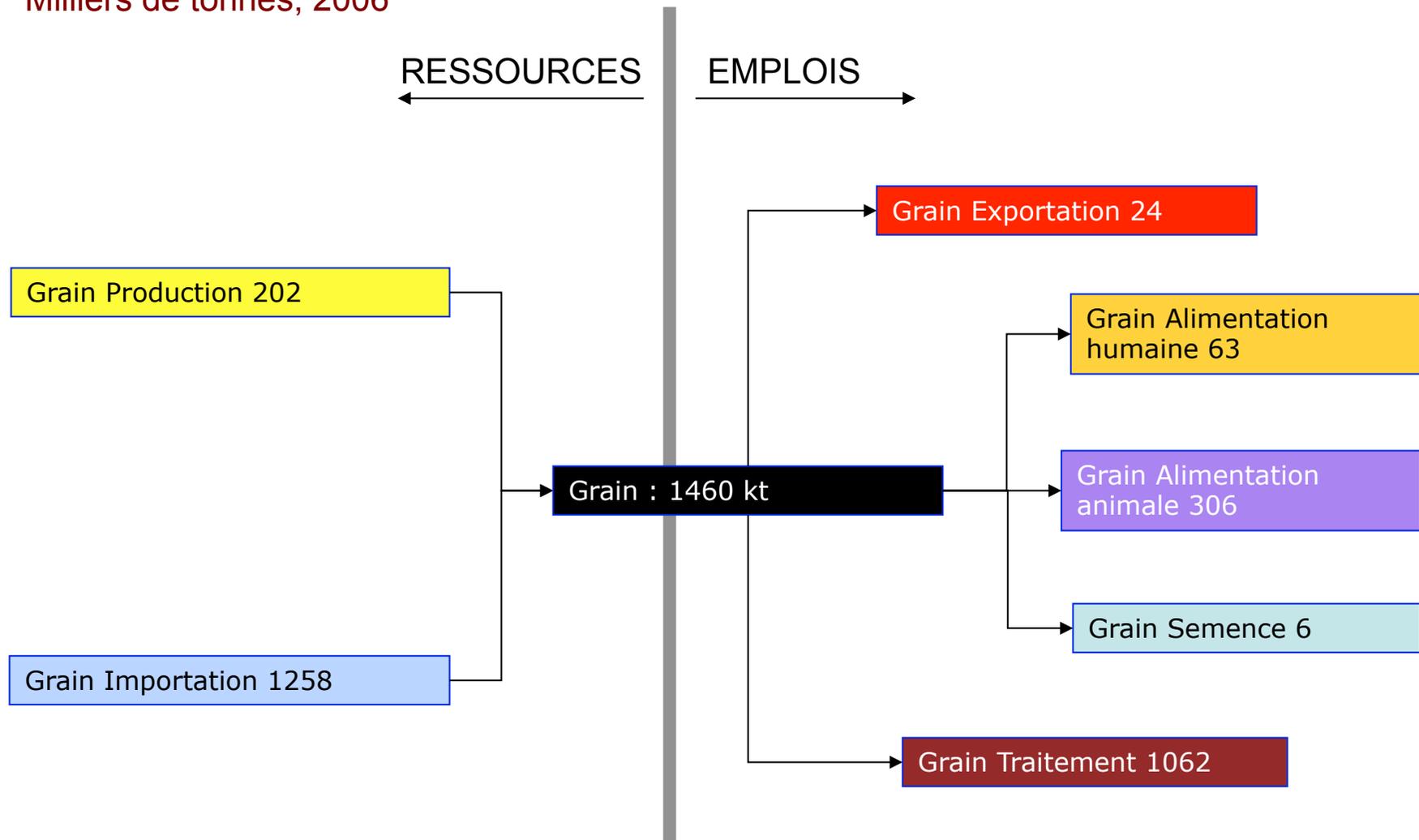
# Schéma bilan d'approvisionnement

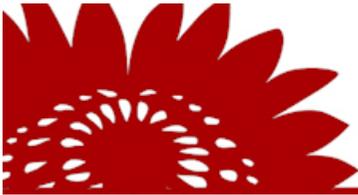
## Exemple : grain soja



C2 : 906\_Bilappro

Milliers de tonnes, 2006





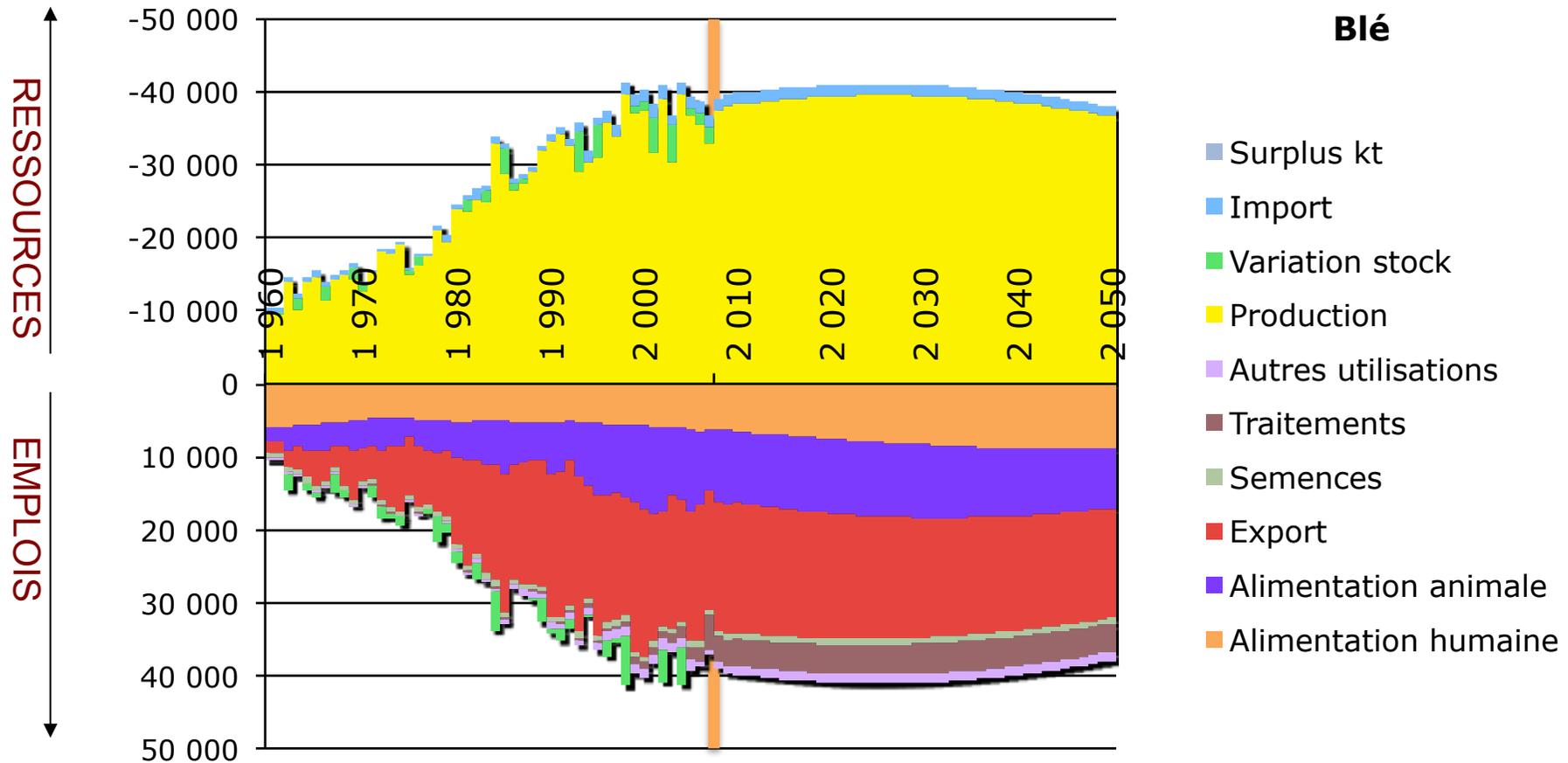
# Bilan d'approvisionnement BLE

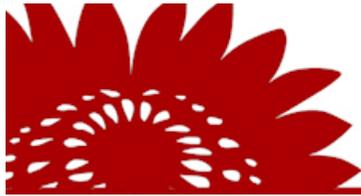


C2 : 906\_Bilappro

Scénario « 19 mai »

Milliers de tonnes



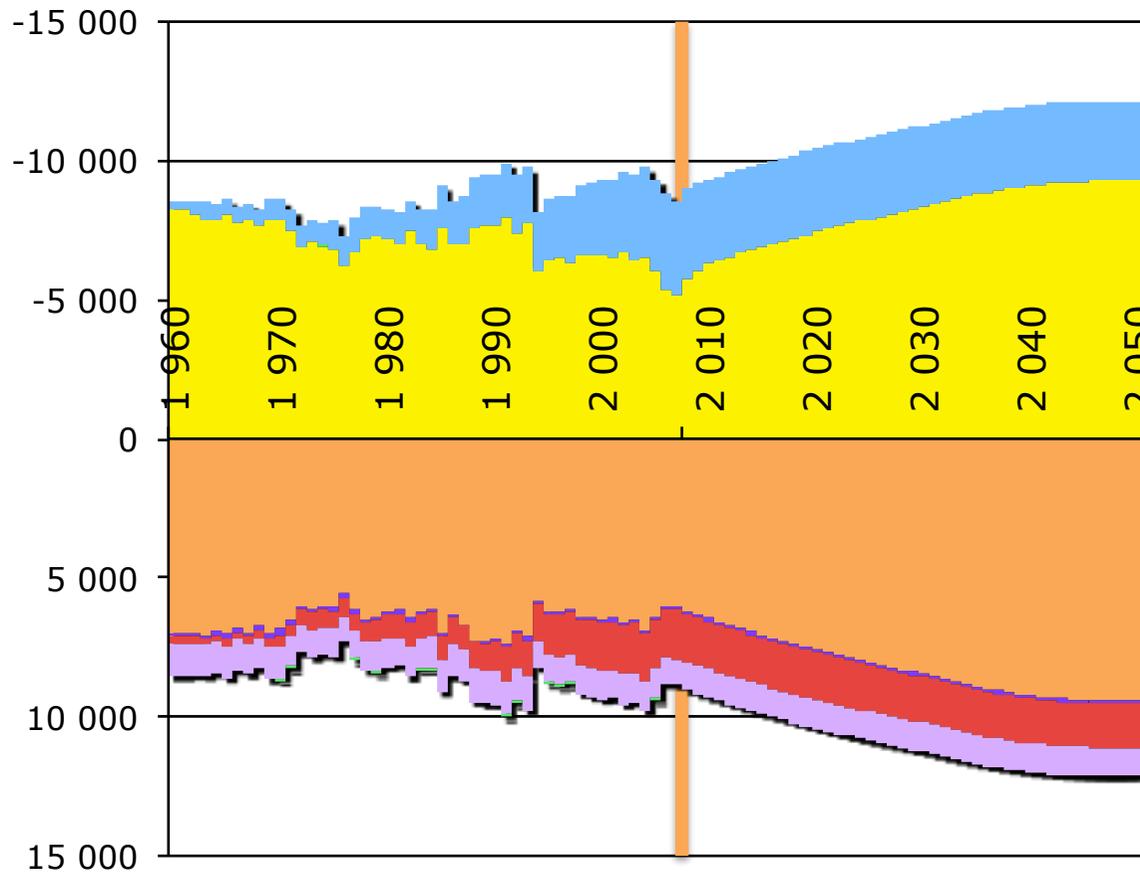


# Bilan d'approvisionnement LEGUMES



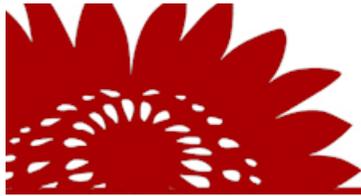
C2 : 906\_Bilappro

Milliers de tonnes



## Légumes + (Total)

- Surplus kt
- Import
- Variation stock
- Production
- Autres utilisations
- Traitements
- Semences
- Export
- Alimentation animale
- Alimentation humaine

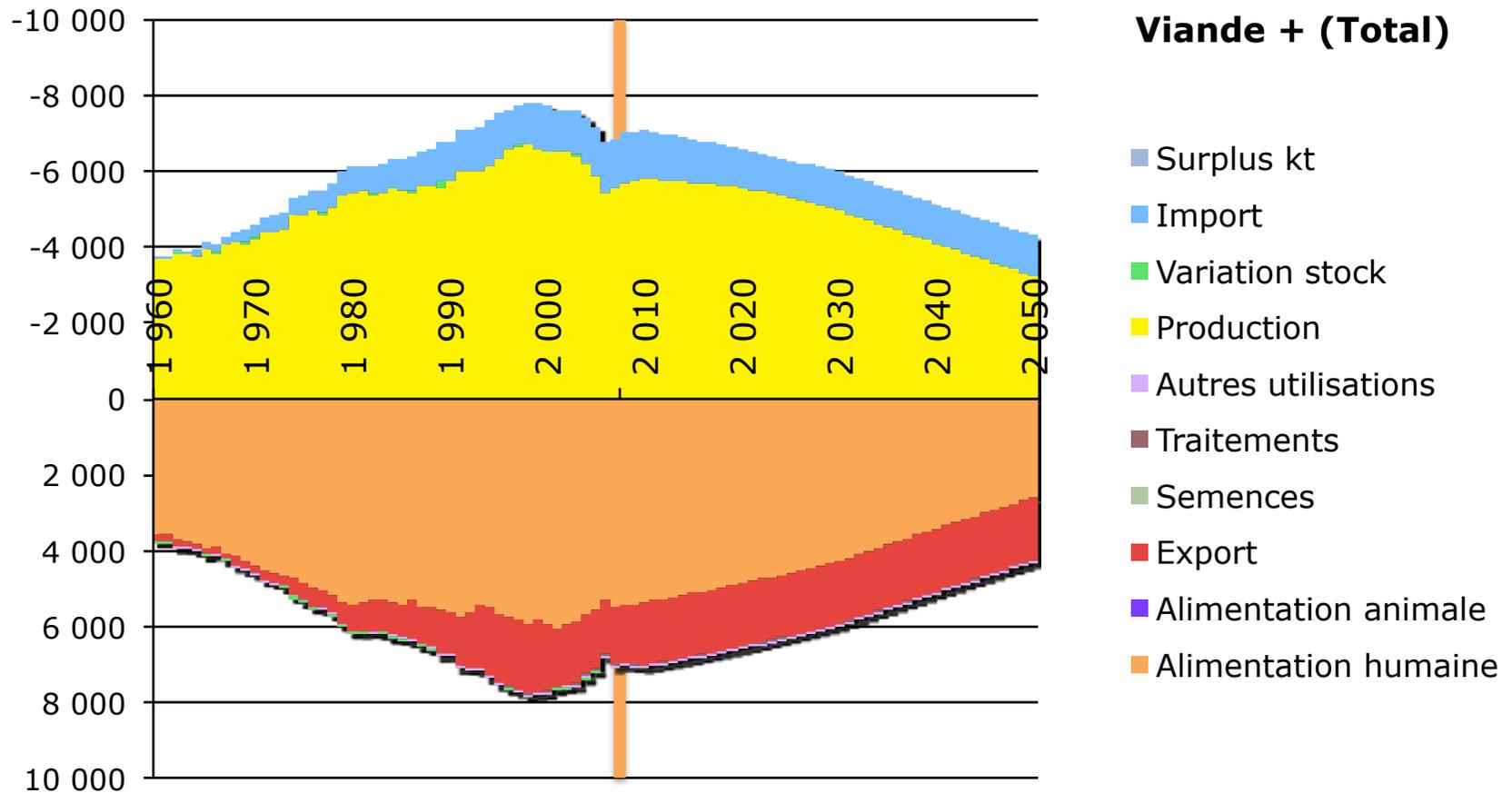


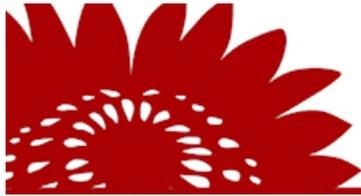
# Bilan d'approvisionnement VIANDE



C2 : 906\_Bilappro

Milliers de tonnes





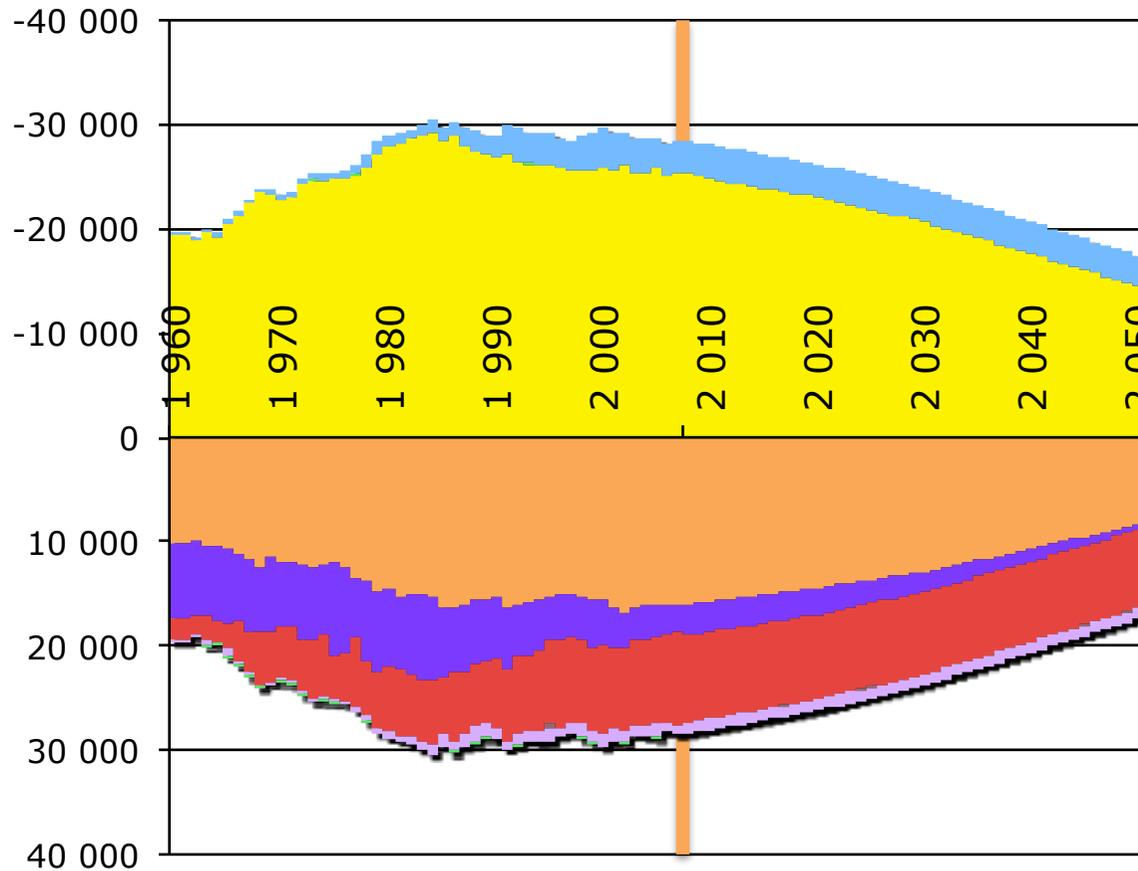
# Bilan d'approvisionnement LAIT



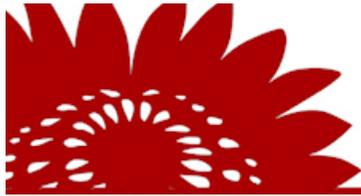
C2 : 906\_Bilappro

Milliers de tonnes

**Lait - Excl Beurre +  
(Total)**



- Surplus kt
- Import
- Variation stock
- Production
- Autres utilisations
- Traitements
- Semences
- Export
- Alimentation animale
- Alimentation humaine

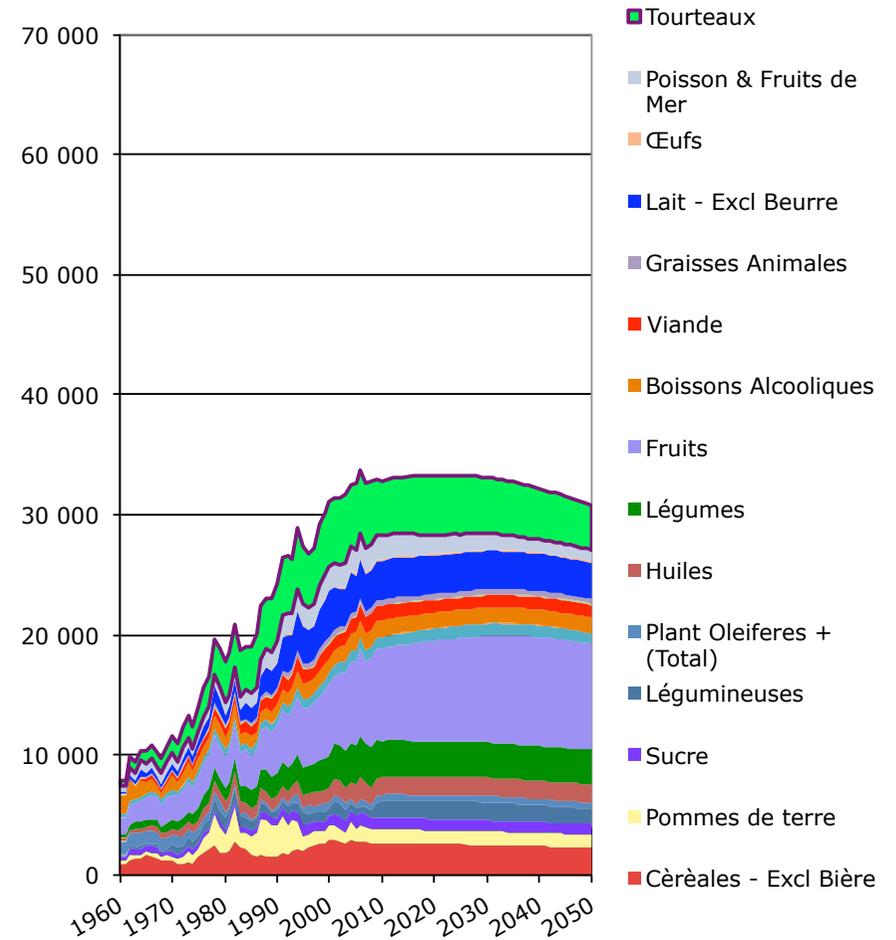
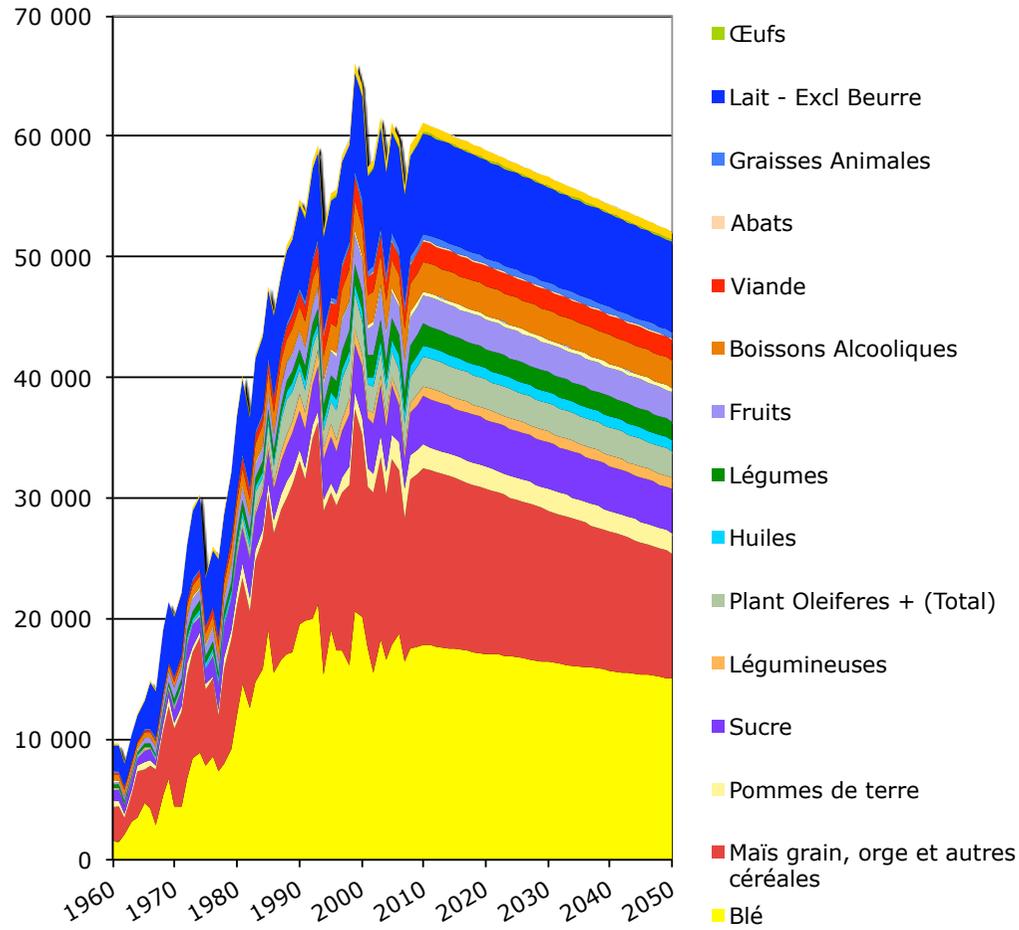


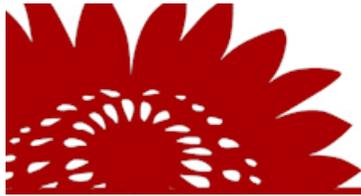
# Bilan d'approvisionnement EXPORTATIONS



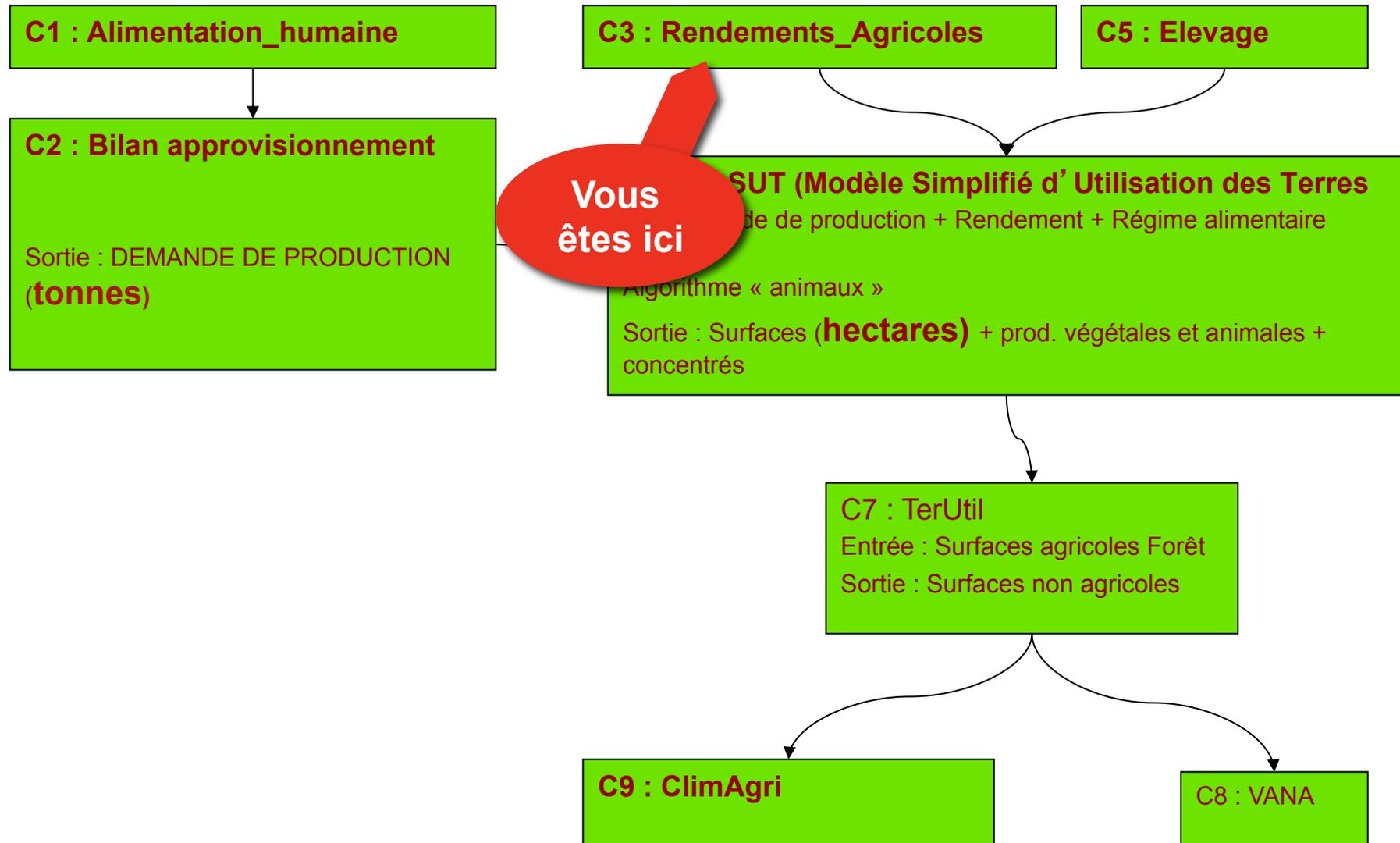
C2 : 906\_Bilappro

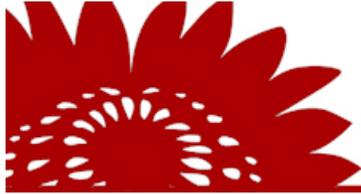
Milliers de tonnes





# Séquence : cultures et élevages

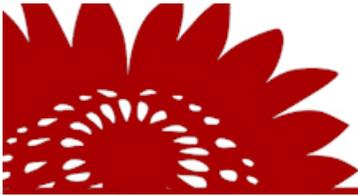




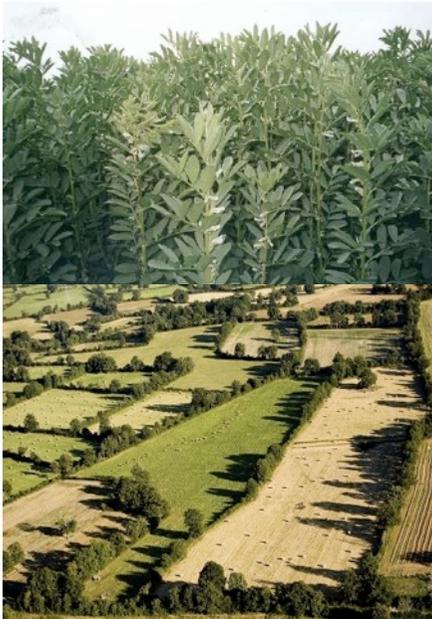
## Avant propos: Une parcelle...un produit



Un hectare = 1 (ou 2) produit(s)



# Avant propos: Une parcelle...des produits

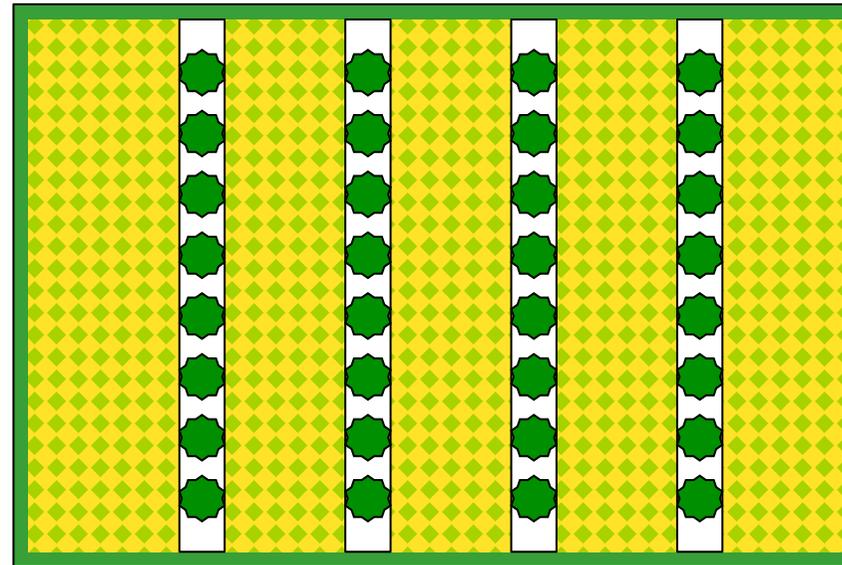


CI

Haies

CA

AF



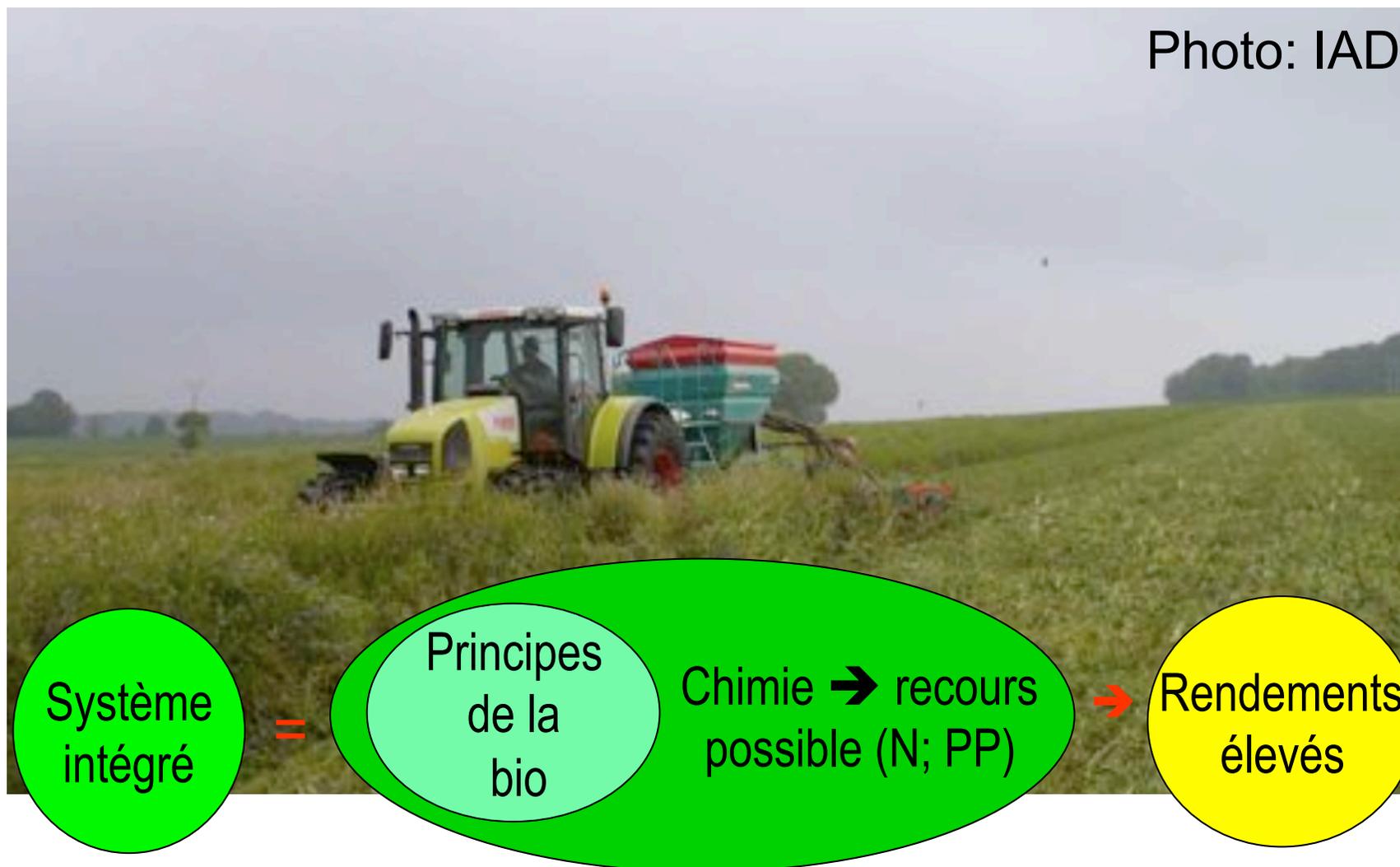
Une parcelle = 6 produits

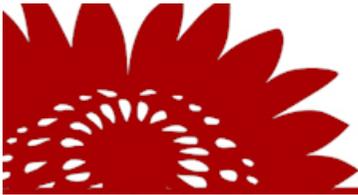


## Avant propos: La production Intégrée

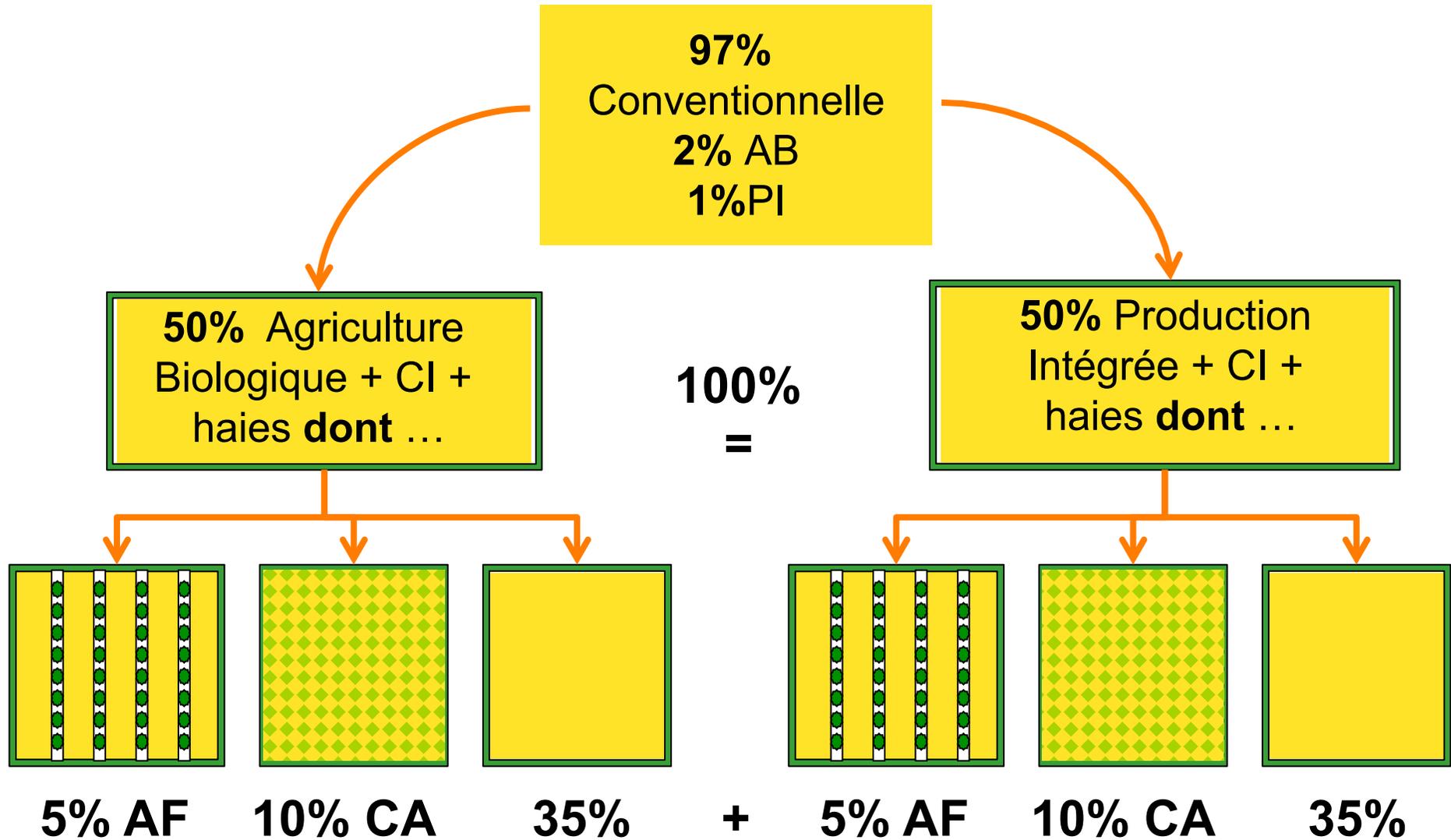


Optimiser de la photosynthèse – Imiter la nature

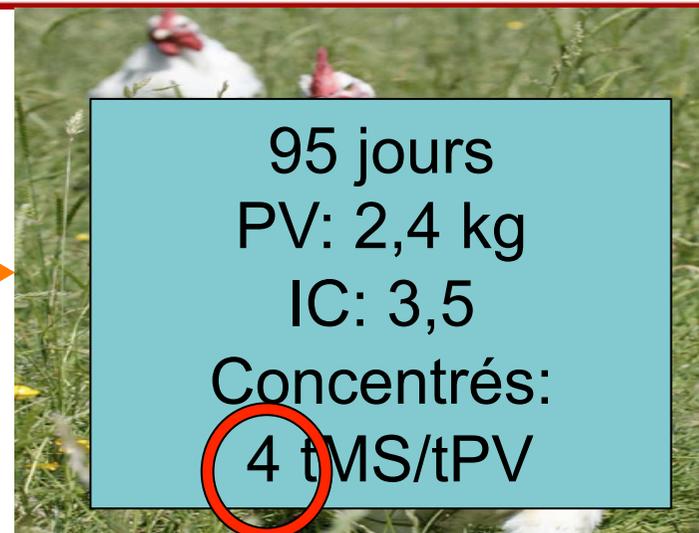
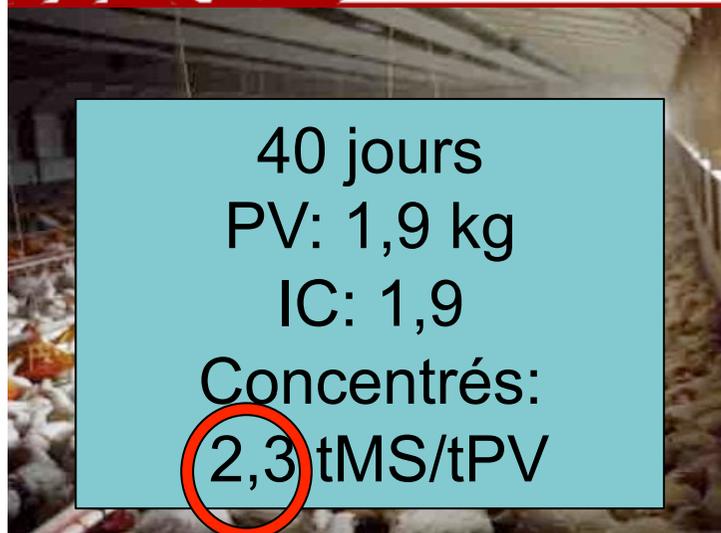




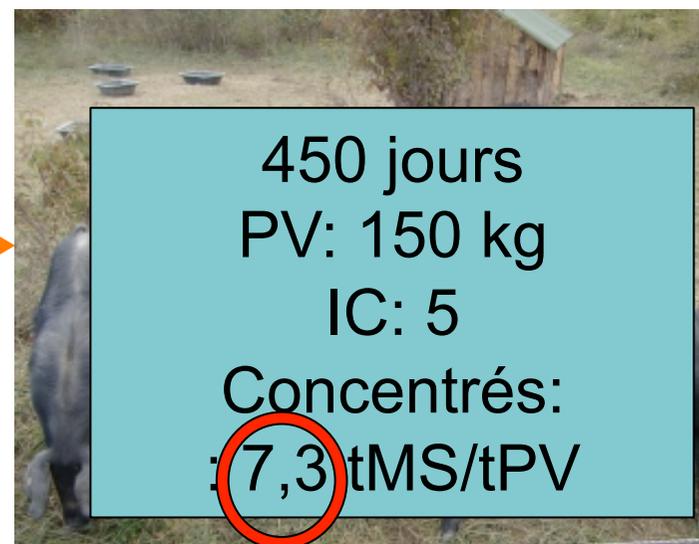
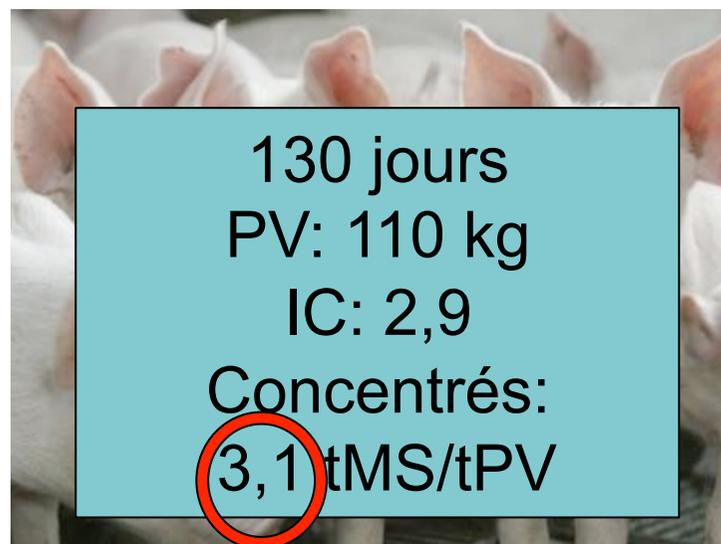
# « Scénario 19 Mai »



## « Scénario 19 mai »: Les granivores



2050 = 50% « standard » + 50% « label rouge - AB »



## « Scénario 19 mai »: Les herbivores



PV: 650 kg / vache

Pâturage: 62%

Fourrage: 4 tMS/vache

Concentrés: 630 kg/UGB/an

Atténuation Fermentation Entérique (lin) : 11%

Part des déjections méthanisées. : 90%



Viande: 610 kg/ vache

Lait: 6 300 l/ vache

Pâturage: 49%

Fourrage: 5,3 tMS/vache

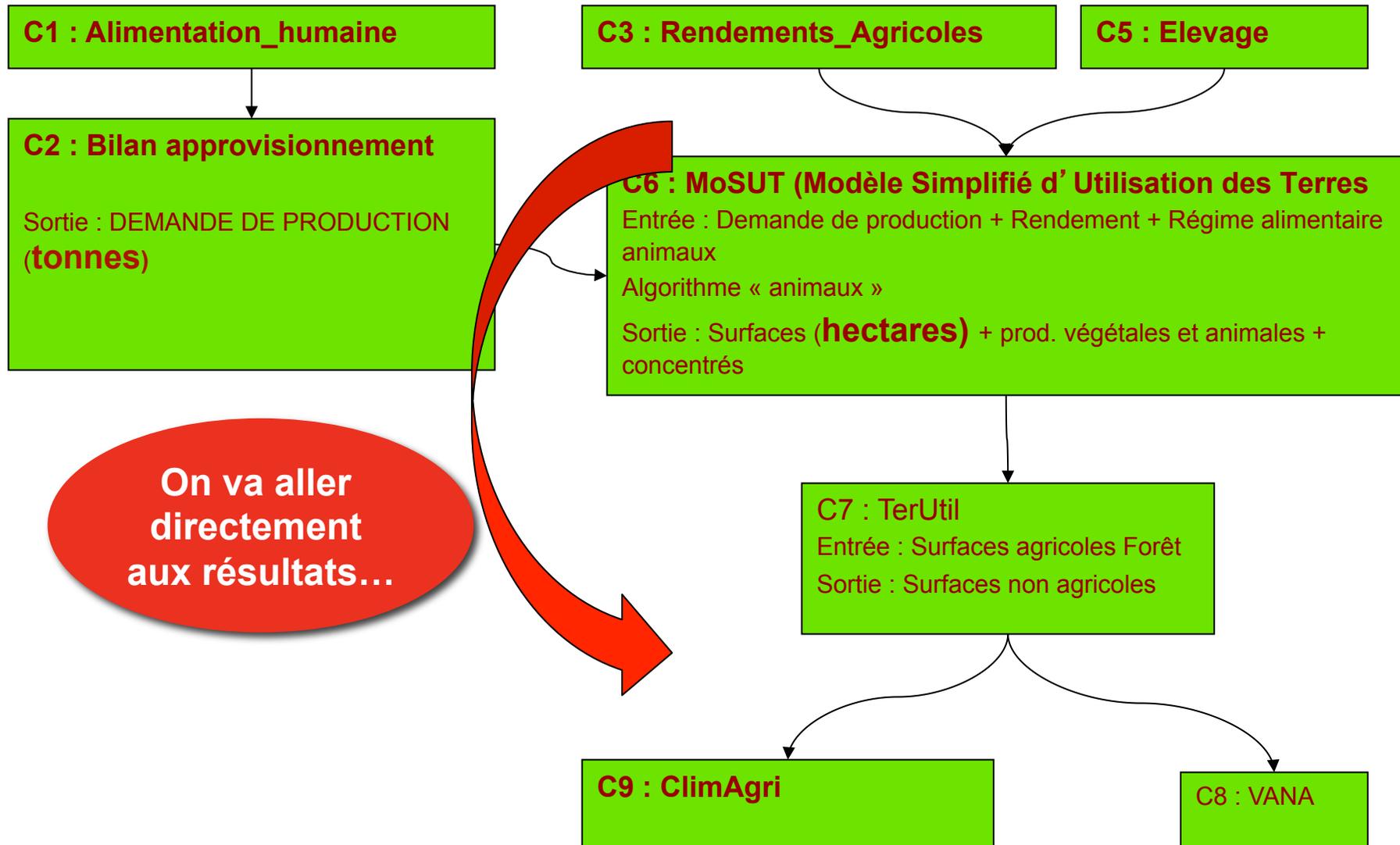
Concentrés: 160 g/l lait

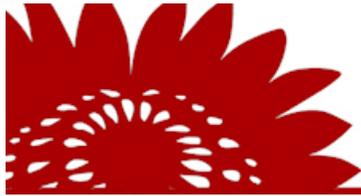
Atténuation Fermentation Entérique (lin) : 15%

Part des déjections méthanisées. : 90%

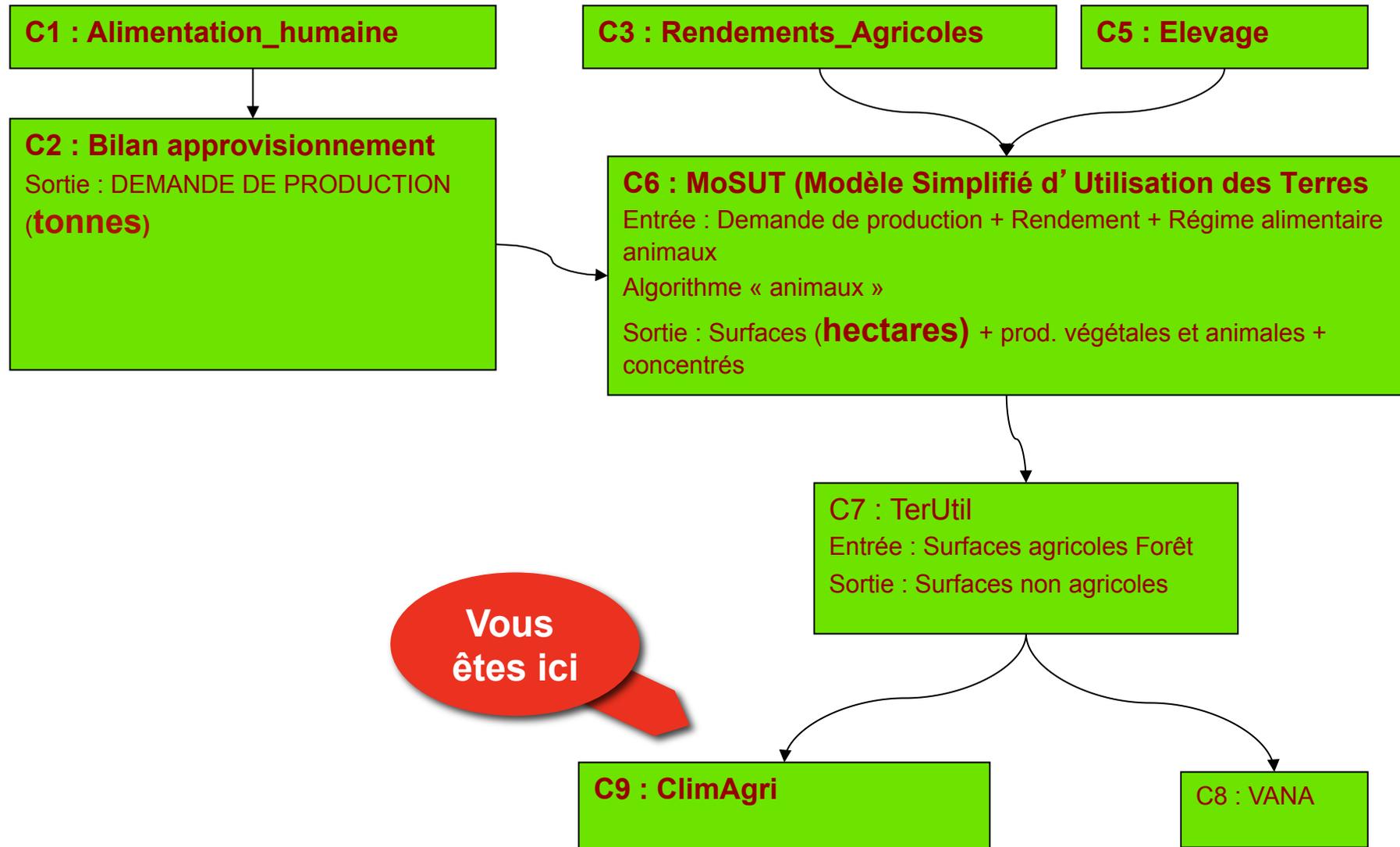


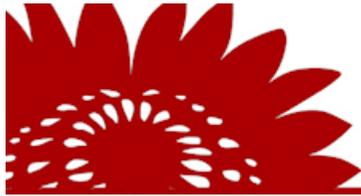
...



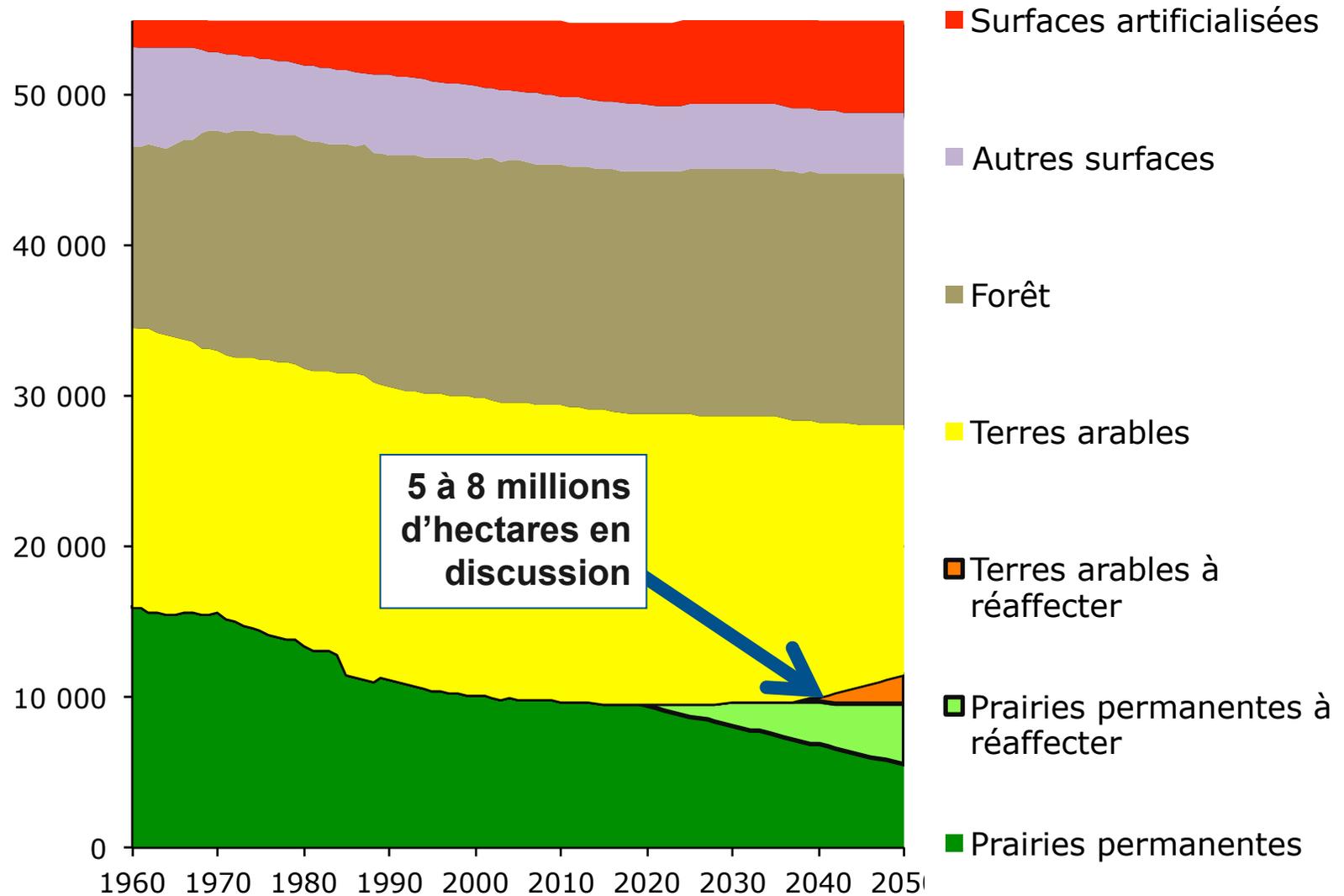


# Séquence : Evaluation des scénarios





# Une approche globale de l'utilisation des terres





## Principales données agricoles



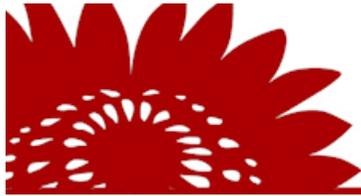
	Actuel	Tendancier	Scénario
Millions de vaches	8,0	7,4	3,5
Millions de porcs charcutiers	7,9	7,7	3
Millions de poulets de chair	132	149	80
Milliards de litres de lait	27	25	14
SAU "hors réaffectation », millions ha	29,3	29,1	22
Blé tendre, millions ha	5,1	5,3	5,0
Surface toujours en herbe, millions ha	9,8	9,4	9,6
Surfaces artificialisées, millions ha	5,1	6,9	6,2
Surfaces « réaffectées », millions ha			6
Surface forêt, millions ha	16,0	14,9	16,7



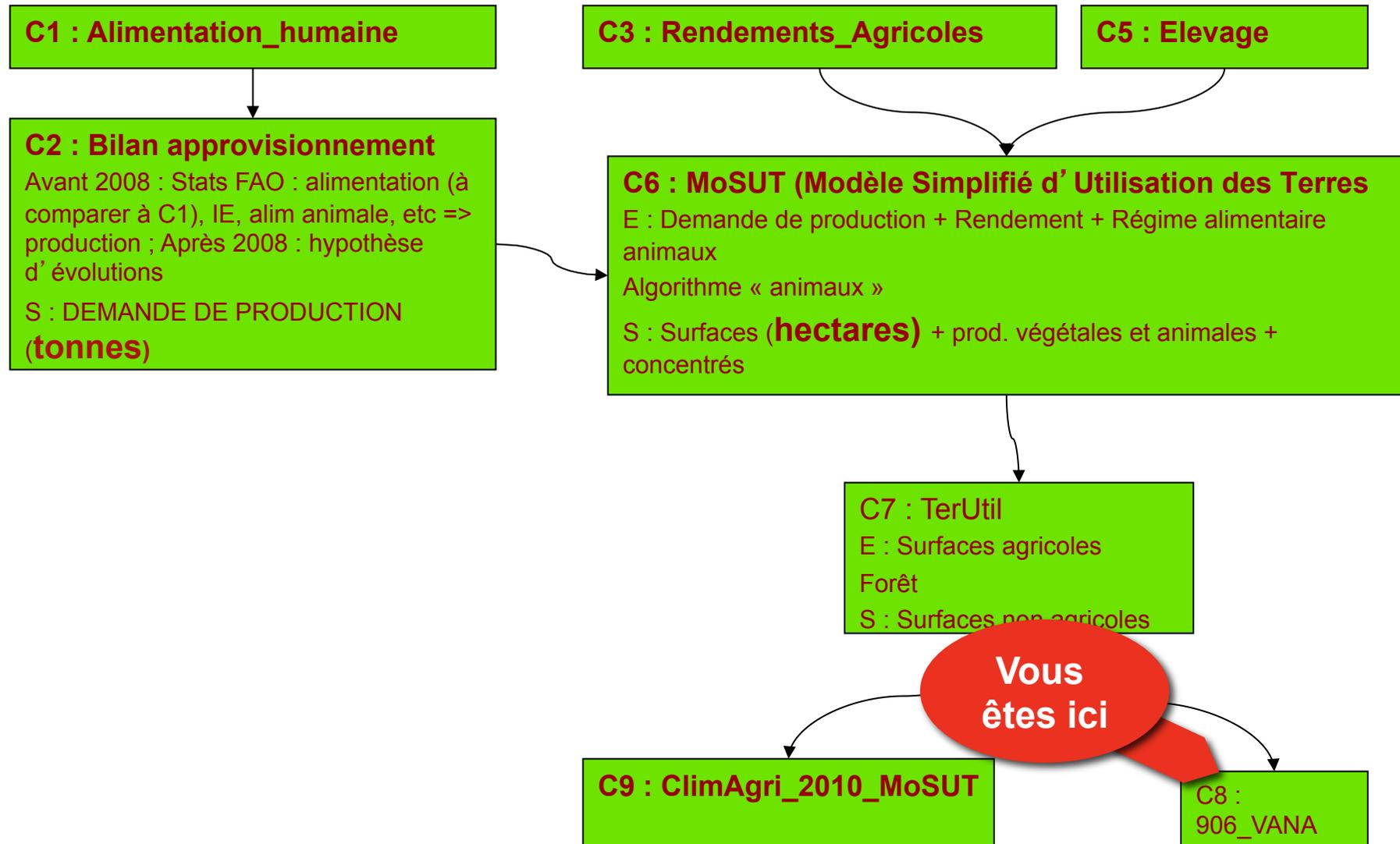
## Emissions de gaz à effet de serre (direct et indirect ; CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>)



Mt eq. CO <sub>2</sub> / an	1990	Tendanciel 2050	Scénario 2050	Facteur / 1990
<b>Emissions directes de GES</b>	<b>94,3</b>	<b>82,3</b>	<b>48,0</b>	<b>2,0</b>
consommation d'énergie	9,3	8,1	6,4	1,5
sols agricoles (y.c. N <sub>2</sub> O lessivage et NH <sub>3</sub> )	34,8	34,6	24,7	1,4
fermentation entérique	39,8	31,6	15,2	2,6
stockage des effluents	10,4	7,9	1,7	6
<b>Emissions indirectes de GES</b>	<b>19,9</b>	<b>16,4</b>	<b>9,8</b>	<b>2,0</b>
mise à disposition de l'énergie	0,9	0,8	0,7	1,4
fabrication de l'azote	13,9	10,8	4,7	3,0
fabrication des autres fertilisants	1,3	1,3	1,2	1,1
Produits phytosanitaires	0,8	0,5	0,4	1,9
fabrication du matériel	3,0	2,9	2,8	1,1
<b>Total des émissions</b>	<b>114,2</b>	<b>98,7</b>	<b>57,8</b>	<b>2,0</b>

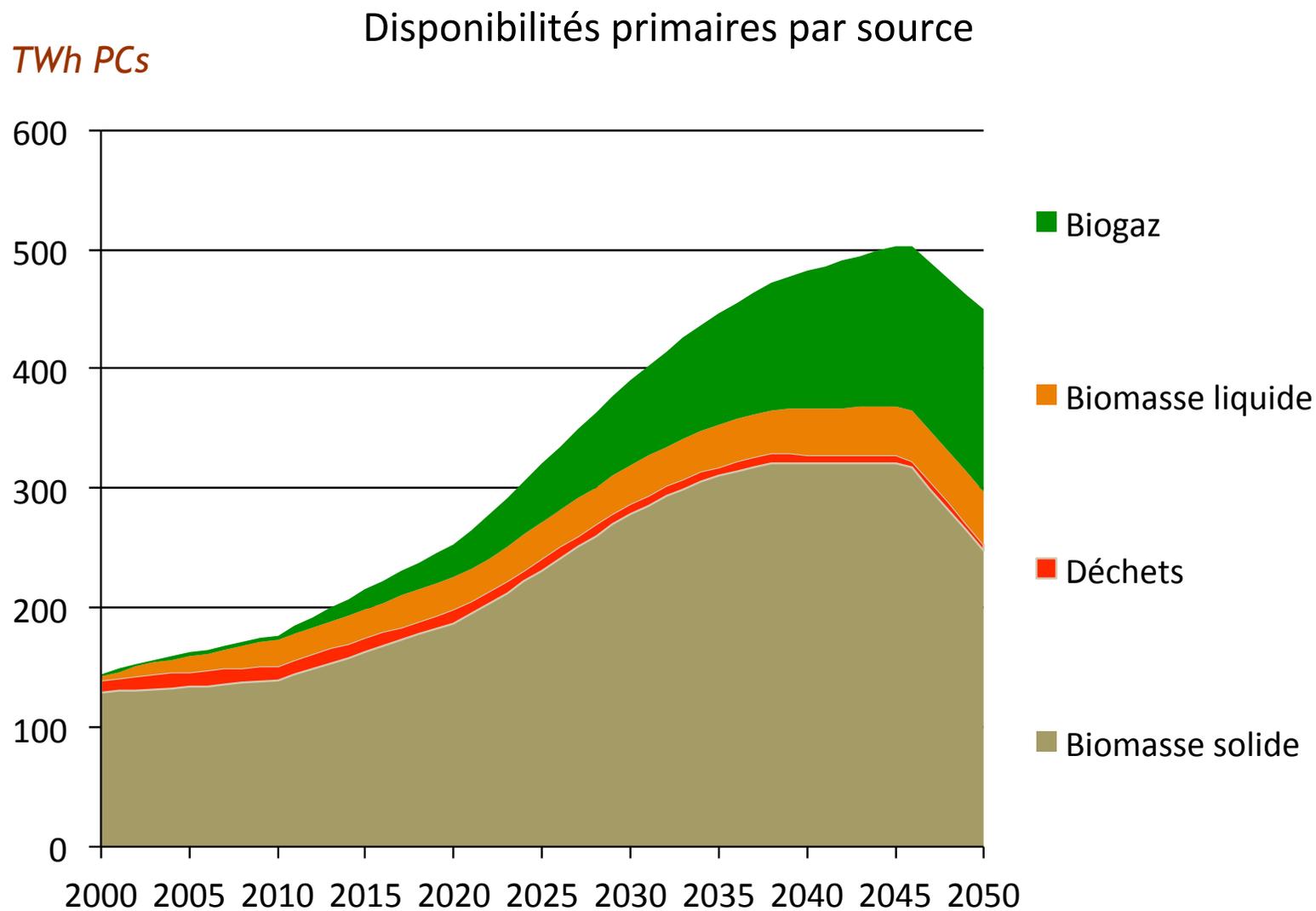


# Séquence : Evaluation des scénarios





# La biomasse dans le scénario négaWatt





- **Forêt**

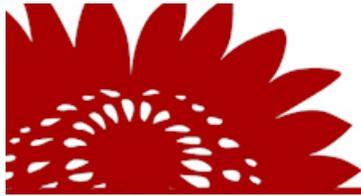
- Scénario « Développement durable », étude prospective 2050 du Conseil Général de l'Alimentation, l'Agriculture et l'Espace Rural (CGAAER) : prélèvements de 120 M m<sup>3</sup> de bois d'œuvre, bois d'industrie et bois énergie
- Accroissement du stock de carbone en forêt
- Vigilance : gestion durable, biodiversité, pas d'intensification de l'exploitation forestière
- Production bois énergie : 71 TWh -> 154 TWh PCi



- **Produits dérivés du bois et bois hors forêt**

- Bois d'œuvre -> connexes de scierie
- Bois de rebut, déchets de bois, déconstruction, liqueurs noires, boues papetières...
- Agroforesterie, vignes, vergers, arbres urbains...
- Production bois énergie : 56TWh -> 143 TWh PCi





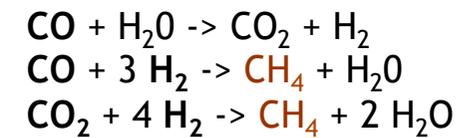
# Transformer la biomasse solide en méthane

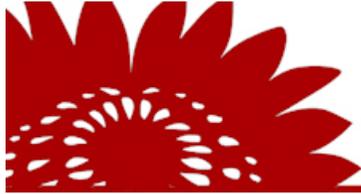


	Biomasse	Gazéification	Méthanation	Epuration
CH4	(CH <sub>2</sub> O) <sub>n</sub>	9 %	36 %	<b>96 %</b>
CO		25 %	<<	<<
H2		36 %	2 %	<<
CO2		19 %	32 %	<<
Autres		<>	<>	<>



Réaction du gaz à l' eau (shift reaction) :  
Méthanation :  
Réaction de Sabatier :





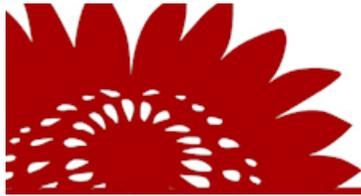
# Biogaz



- **Potentiel**

- La grande majorité des déjections d'élevage
- Un quart des résidus de culture (retour au sol du carbone stable)
- Cultures intermédiaires sur 2/3 des terres arables
- Récolte d'herbe sur 1/5 des prairies
- La grande majorité des biodéchets des ménages et des entreprises
- TOTAL 138 TWh PCI





# Des prairies énergétiques ?



Cultures herbacées, légumineuses, pérennes, à faible intrants... = luzerne, sorgho...

Transport vers sites proches canalisations gaz / régions de culture



Exportation digestat vers cultures



Méthanisation



Injection biométhane réseau gaz



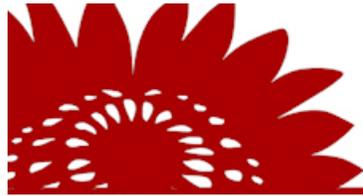
Mercedes



Boeing



Yamaha



# Biocarburants : 1<sup>ère</sup>? 2<sup>ème</sup>? 3<sup>ème</sup>? ou ancienne génération ...



Vélobus & pédibus

Modèle 0,08 mule-vapeur , estomac 1,3 litres,  
consommation 30 g de céréales bio par km

