Afterres2050

- Une aventure siglée Solagro, Toulouse, 200 adhérents, 30 salariés, spécialiste agriculture & énergie
- Un scénario similaire à négawatt pour l'alimentation, l'agriculture, la forêt : paradigme sobriété dans la consommation, efficacité des modes de production, utilisation et production de ressources renouvelables
- En un mot : **comment fournir les services essentiels – alimentation, biodiversité, matériaux, énergie…- en diminuant significativement l'empreinte écologique de l'agriculture**

PRINCIPAUX RÉSULTATS DE LA VERSION 2016

Principaux résultats 2050 /1

Evolution de l'usage des terres

- Division par 2 de l'artificialisation des terres agricoles
- Augmentation de la surface forestière de ½ Mha
- Résistance des prairies naturelles permanentes : -1 Mha perdus seulement

Evolution des agrosystèmes

- Généralisation des couverts permanents, des pratiques culturales simplifiées et du non labour
- Généralisation des infrastructures agroécologiques
- Augmentation de la teneur en carbone des sols et de leur activité biologique
- Généralisation de l'agriculture intégrée et de l'agriculture biologique
- Fort développement de l'agroforesterie, de la pratique des cultures associées

Principaux résultats 2050 /2

Une production agricole performante

- Production végétale à un niveau identique à celui de la production actuelle,
- avec une diminution considérable des impacts :
  - Division par 2 des GES et de la consommation d'énergie
  - Division par 2,5 de la consommation d'azote minéral
  - Division par 3 de la pression phytosanitaire
  - Réduction de 40% des émissions d'ammoniac
  - Division par 2 des prélèvements d'eau en été (maintien des prélèvements totaux sur l'année

- … sans hypothèses de ruptures majeures dans les pratiques et techniques : uniquement par généralisation des meilleures pratiques et techniques connues

Principaux résultats 2050 /3

Une profonde mutation de l'élevage

- Généralisation des productions sous signe de qualité et d'origine
- Suppression des élevages intensifs de porcs et de volailles
- Fort ralentissement des pertes des prairies naturelles permanentes
- Diminution de la consommation et de la production de viande et de lait
- Augmentation du cheptel ovin

Une assiette plus saine et équilibrée, et plus gouteuse

- Régime alimentaire plus proche du « régime méditerranéen » : plus de fruits, légumes, céréales ; moins de viande et de lait (division par 2), sucre, alcool
- Forte diminution des pertes et gaspillages

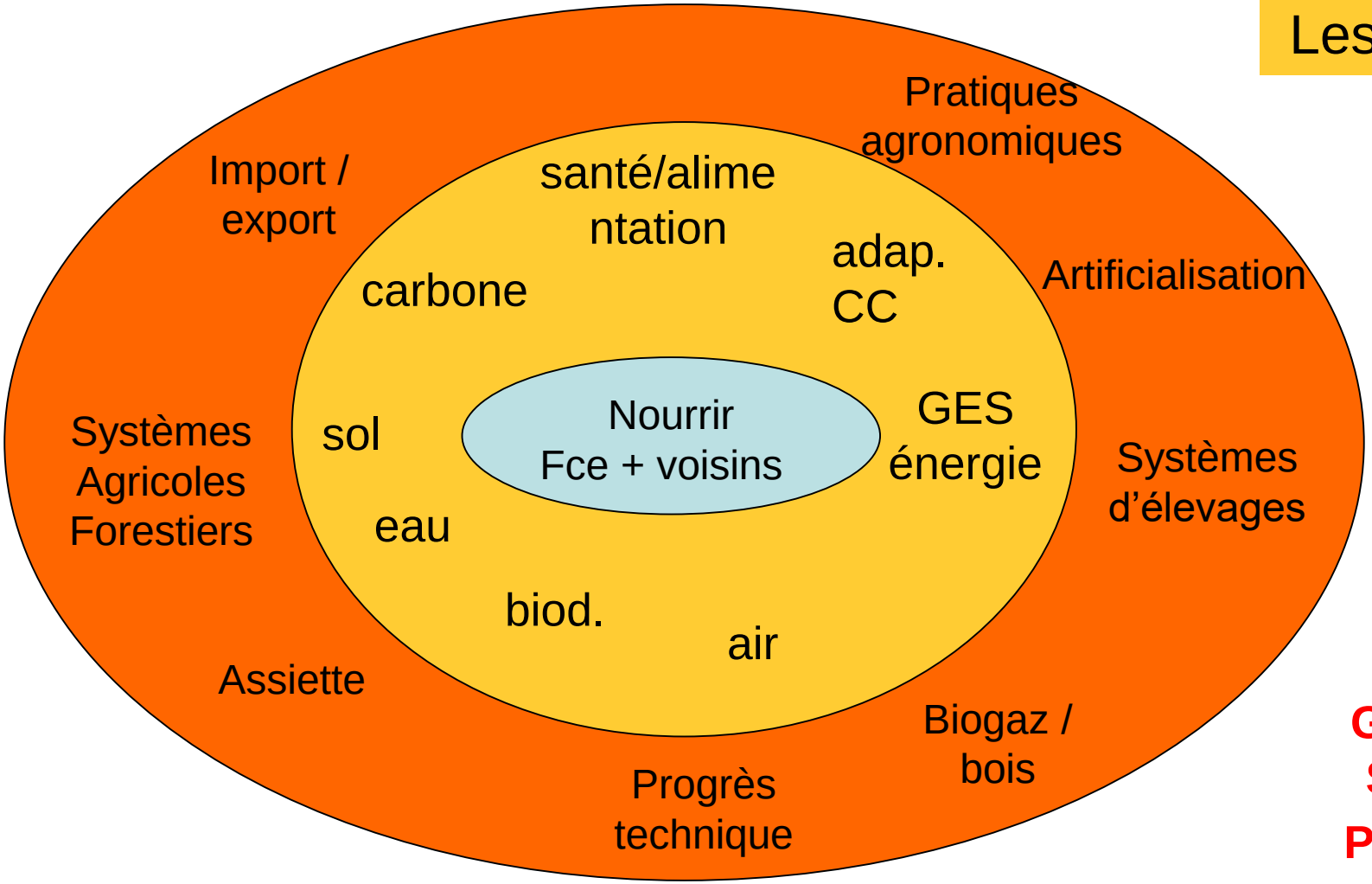
Principaux résultats 2050 /4

Des échanges plus équilibrés avec le reste du Monde

- Augmentation de 60% des exportations de céréales alimentaires vers l'espace Méditerranée / Moyen Orient
- Division par 2 des exportations de céréales fourragères vers l'Europe
- Suppression des importations de soja et du déficit de la filière forêt – bois

Une contribution majeure des bioénergies au bilan énergétique national

- Passage des prélèvements forestiers de 50% à 70%, production conjointe de bois matériau (construction) et de bois-énergie
- Fort développement de la méthanisation agricole, conçue comme un outil de la transition agroécologique et énergétique
- Multiplication par 3 des bioénergies (incluant biomasses non agricoles) produites de façon durable



Les enjeux

+12
GES--
Ener.--
RES ++
NO3 --
PP---
IAE++
PM-
NH3--
Ero. --
Fert. +++
Gaspi. --
SurC.--
Prot.A. --
Carb. ++
ENR +++

Les leviers

CULTURES

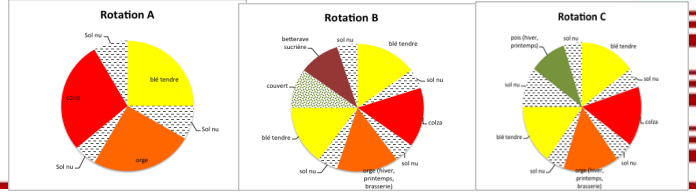
- **L'agrosystème considéré d'abord comme un écosystème**
- **La biodiversité et le sol sont des facteurs de production**
  - Rotations longues, associations et mixité
  - Lutte biologique intégrée
    - Contrôler la population des ravageurs
    - Préserver l'habitat des auxiliaires biologiques : IAE, zones non cultivées, haies, bosquets, ripisylve, parcours, prairies, lisières, bandes enherbées…
    - Limiter l'usage des biocides
  - Préservation de la structure du sol, forte teneur en matière organique, écologie du sol
    - Rôle essentiel dans le cycle des nutriments et de la matière organique
    - travail superficiel du sol sans retournement, semis direct sous couvert, couverts permanents, systèmes racinaires profonds (agroforesterie)

Approche systémique

SEMIS DIRECT SOUS COUVERTURE VÉGÉTALE
PRÉS-VERGERS
PÂTURAGE TOURNANT
SEMENCE PAYSANNE
AGRICULTURE DE CONSERVATION

CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS

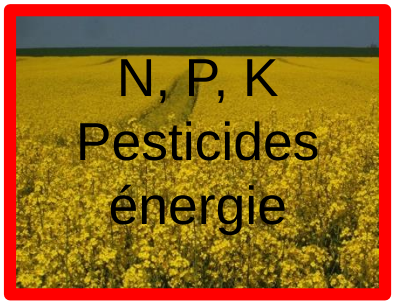
Conv.



Production primaire

Fonctionnalités naturelles

Fermeture des cycles



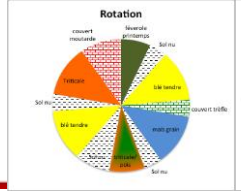
Diversification et synergie

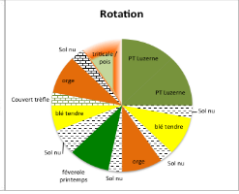
Impacts env.

Adaptation Climat

AB Luzerne

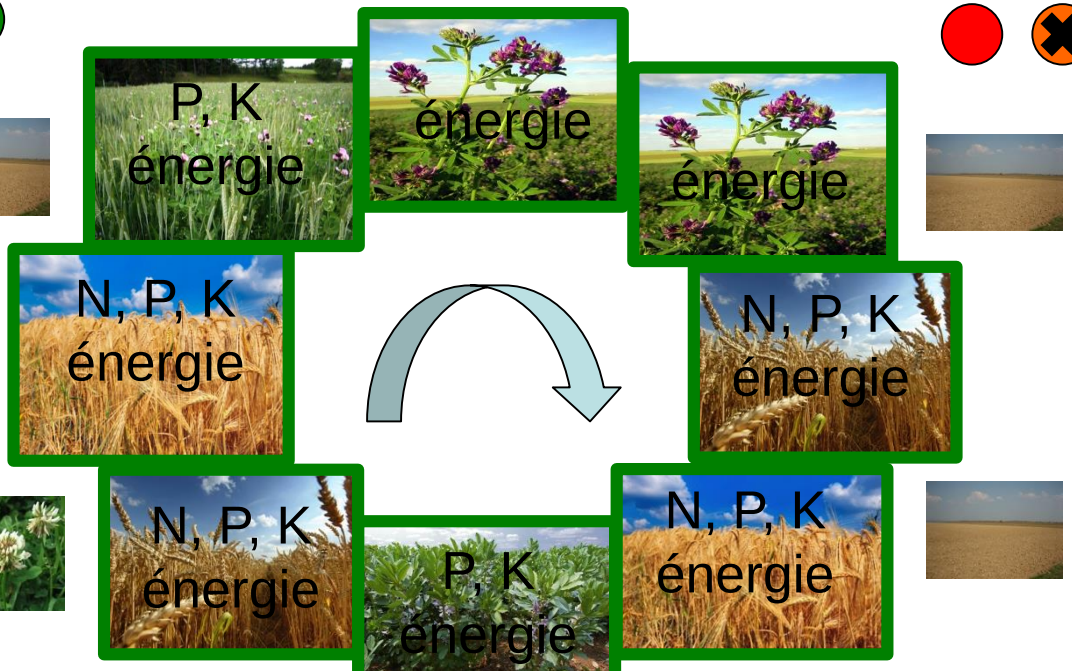
Production primaire





Fonctionnalités naturelles

Fermeture des cycles

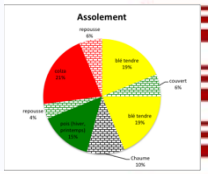


Diversification et synergie

Impacts env.

Adaptation Climat

Production intégrée



Production primaire

Fonctionnalités naturelles

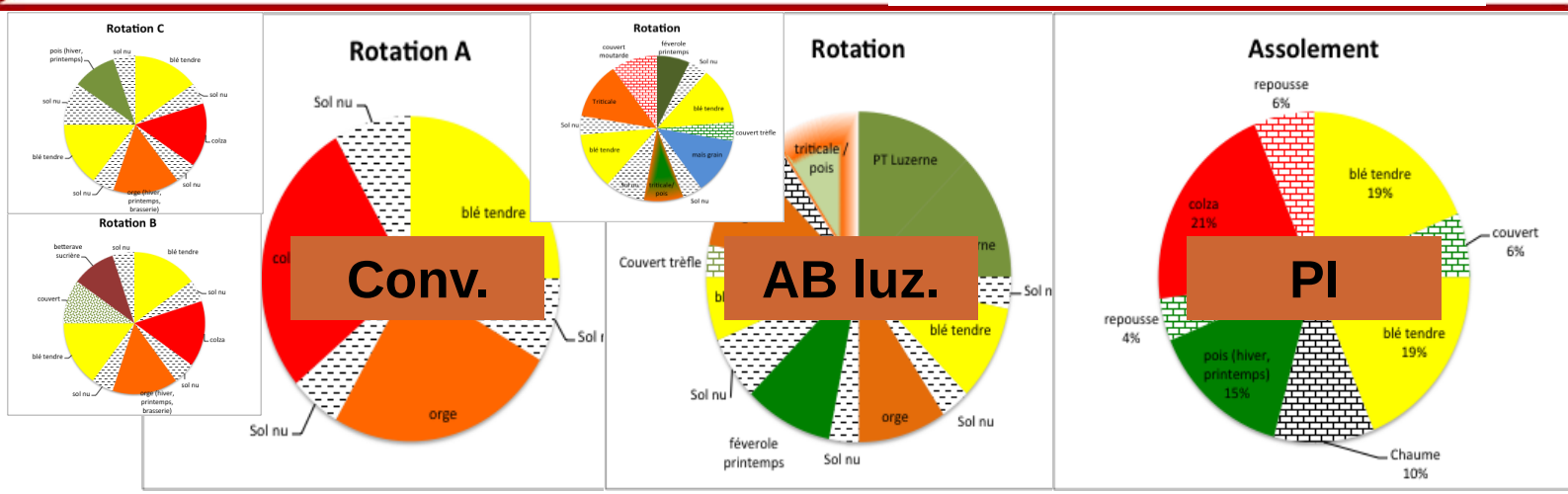
Fermeture des cycles

Diversification et synergie

Impacts env.

Adaptation Climat

Synthèse actuelle

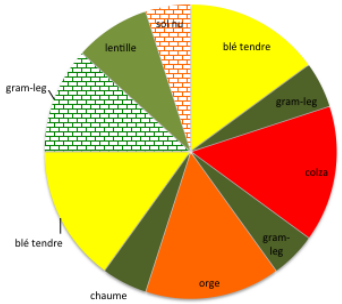


Des systèmes mis sous contraintes :

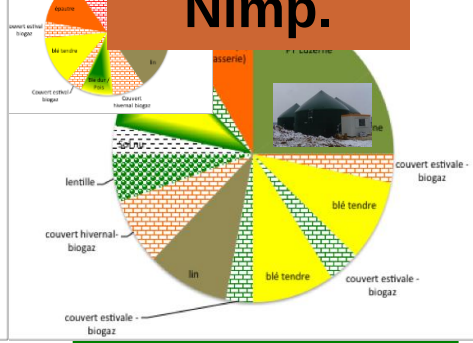
- Climatique
- Objectifs Afterres2050 :
  - Agronomie / résilience climatique
  - Produire pour les hommes plus que pour les animaux
  - Moins d'intrants – plus d'autonomie (N, PP, Fioul)
  - Produire du carbone renouvelable

Synthèse 2050

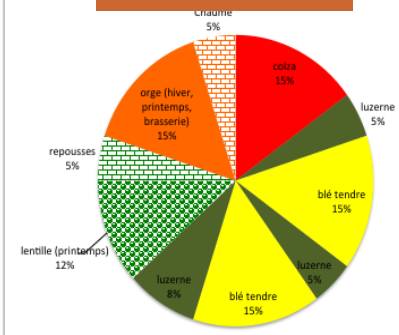
Conv.+



AB luz. 0 Nimp.



PI +



Reconstitution assolement par grands types de rotations

2010	Assolement actuel (SSP)	AB luz.	AB	PI	A- céréales - colza	B - céréales pois colza	C- Céréales colza betterave	**Total**	Assolement reconstitué
Part dans l'assolement		**1%**	**1%**	**2%**	**41%**	**20%**	**35%**	100%	
Durée de la rotation (ans)		9	7	5	3	5	5		
Céréales	345	4	3	2	2	3	3	67%	337
Oléagineux	90	1	1	1	1	1	1	20%	99
Protéagineux	23	1	2	1		1		5%	23
Luzerne	1	2						0%	1
Cultures industrielles	44	1	1	1			1	8%	38
TOTAL kha	500								500

Reconstitution assolement par grands types de rotations

2050

	Assolement actuel (SSP)	AB autonome N	AB importateur N	PI sans betterave	PI avec betterave	céréales - colza	C+ sans betterave	C+ avec betterave	**Total**	Assolement reconstitué
Part dans l'assolement										
Durée de la rotation (ans)										
Céréales	345									**253**
Oléagineux	90									**81**
Protéagineux	23									**94**
Luzerne	1									**38**
Cultures industrielles	44									**35**
TOTAL kha	500									500

45% AB dont 30% autonome en azote
45% en PI +
10 % en Conv.+

Moins de céréales
Plus de légumineuses graines
Plus de luzerne

BOVINS

Principes de répartition et dimensionnement du cheptel bovin et des prairies naturelles

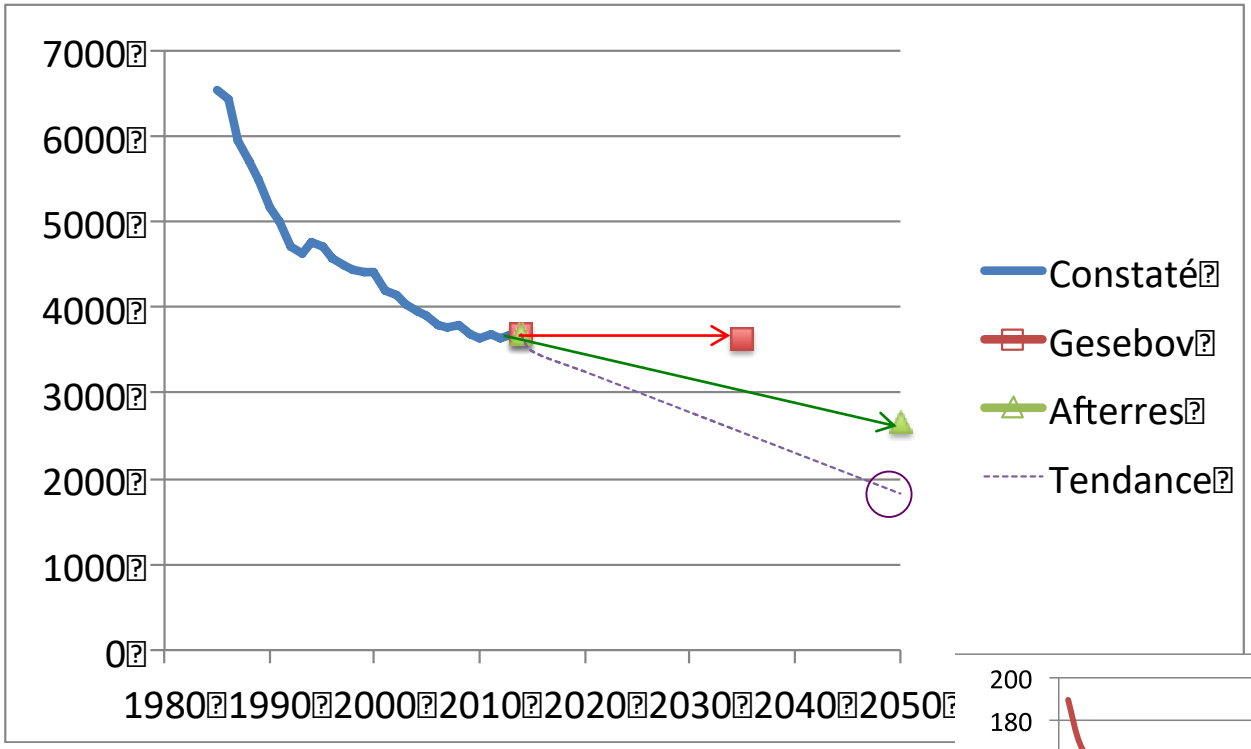
Contexte :

- Diviser par 2 à 2,5 le troupeau bovin au niveau national (atteinte du Facteur 2)

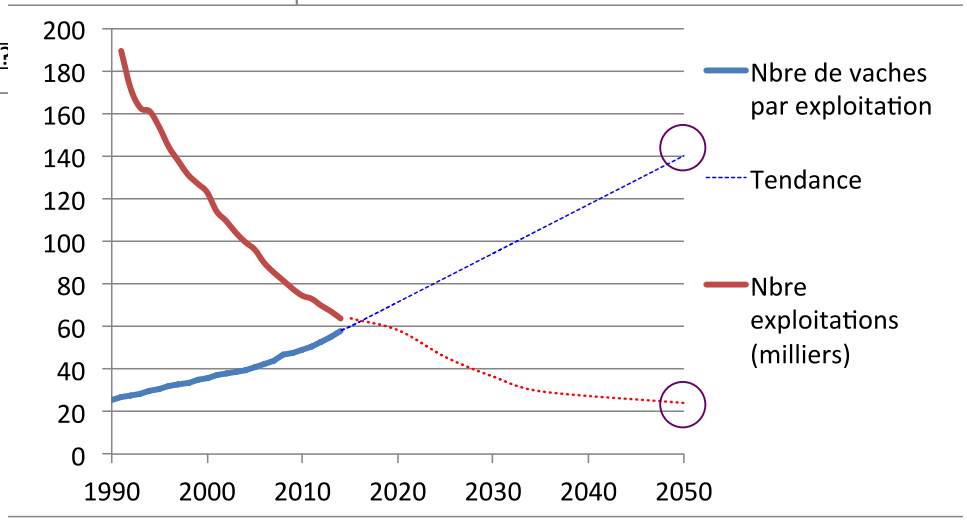
Objectifs :

- Limiter la perte de prairies naturelles, (< 1 Mha : division par 2 du rythme annuel de perte de prairies)
- Limiter l'amplitude des variation du cheptel / aujourd'hui au niveau régional (raisons sociales et industrielles)
- Favoriser les races mixtes (priorité à la production de lait, mais produire viande bovin de qualité)
- Prioriser l'alimentation à l'herbe et à la pâture et réduire les concentrés (optimisation de l'utilisation des ressources et surfaces)
- Ne pas convertir les terres à blé en terres à fourrage
- Augmenter l'autonomie en lait au niveau régional
- Maintenir le solde exportateur de produits laitiers
- Conserver un cheptel allaitant dans les régions où il est dominant aujourd'hui

Scénario « tendanciel » ?



58,1 VL par exploitation en 2008



Cheptel bovin - 1970

Races laitières

Prim Holstein

22 Mds litres

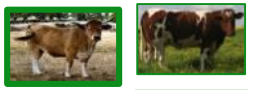
Races mixtes

Normande

Montbéliarde

Races mixte de montagne

Autres races



Races à viande de montagne

Races à viande

Blonde d'A.

Limousine

Charolaise

1,6 M tonnes

Cheptel bovin - 2010

Races laitières

Prim Holstein

23 Mds litres

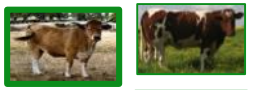
Races mixtes

Normande

Montbéliarde

Races mixte de montagne

Autres races



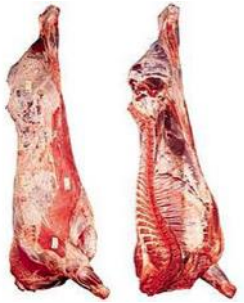
Races à viande de montagne

Races à viande

Blonde d'A.

Limousine

Charolaise



1,5 M tonnes

Cheptel bovin - 2050

Races laitières

Prim Holstein

Races mixtes

Normande

Montbéliarde

Races mixte de montagne

Autres races

Races à viande de montagne

Races à viande

Blonde d'A.

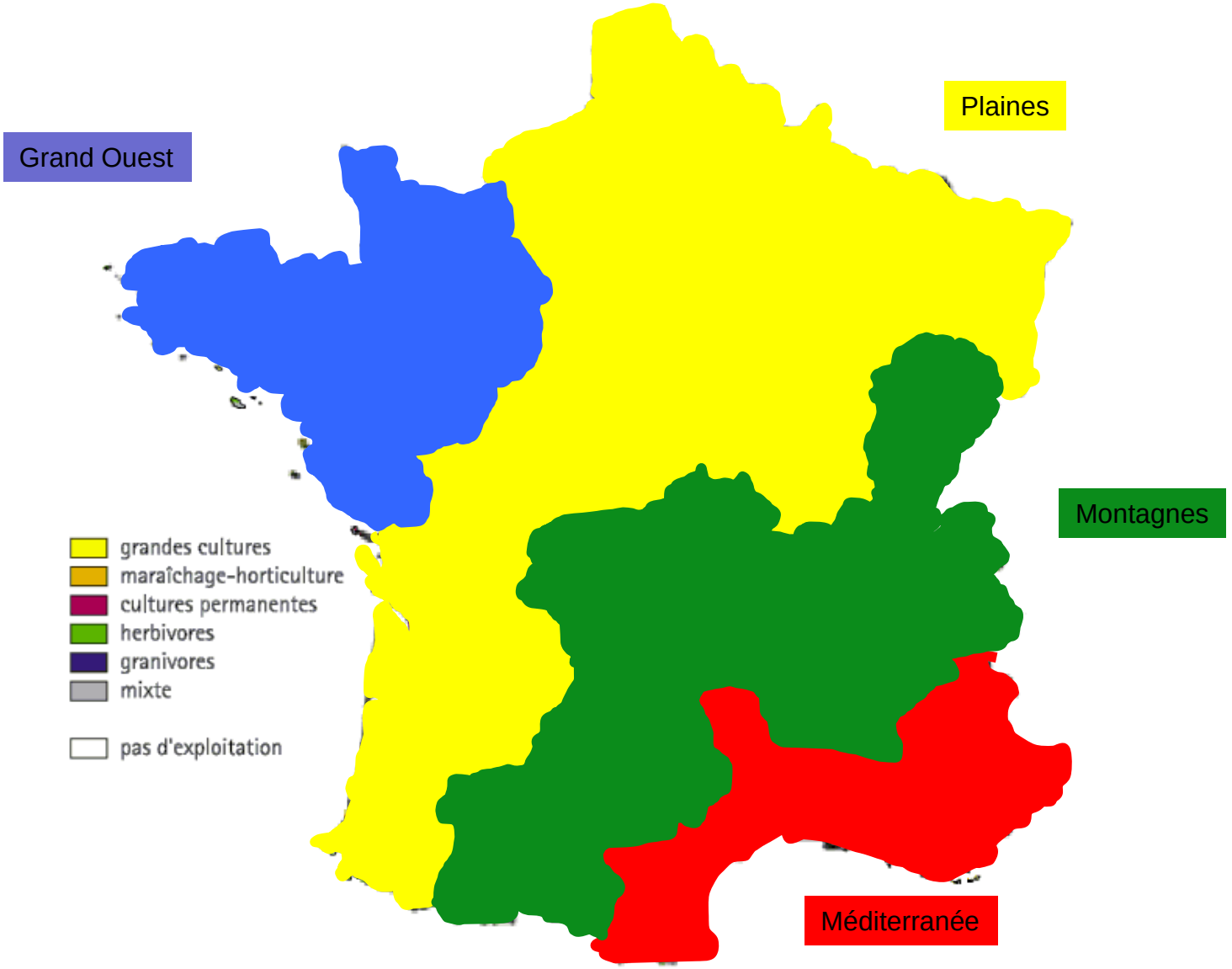
Limousine

Charolaise

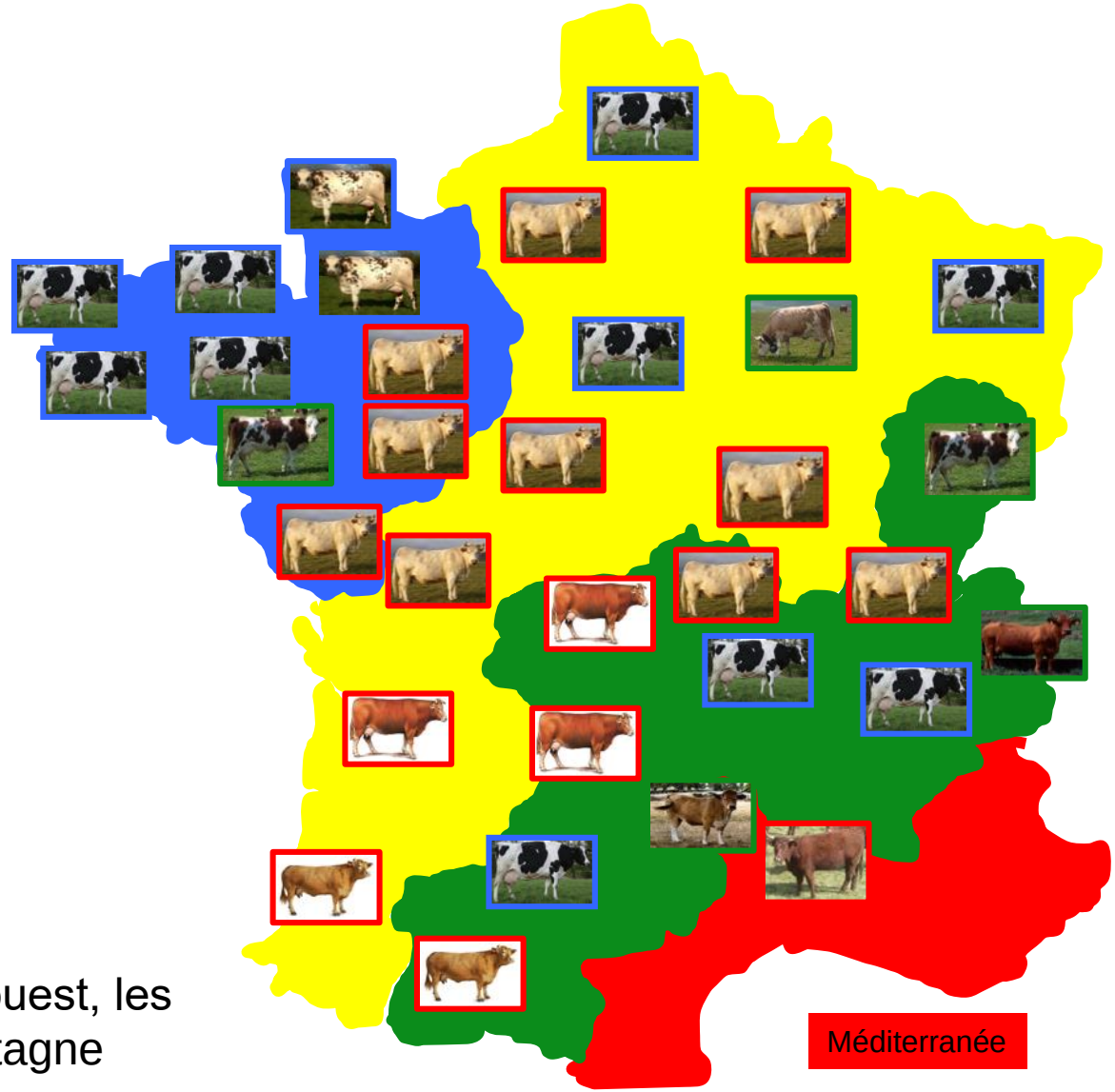
15 Mds litres

0,7 M tonnes

Couper la France en 4



Cheptel bovin 2010



Les vaches à l'ouest, les prairies en montagne

Cheptel bovin 2050

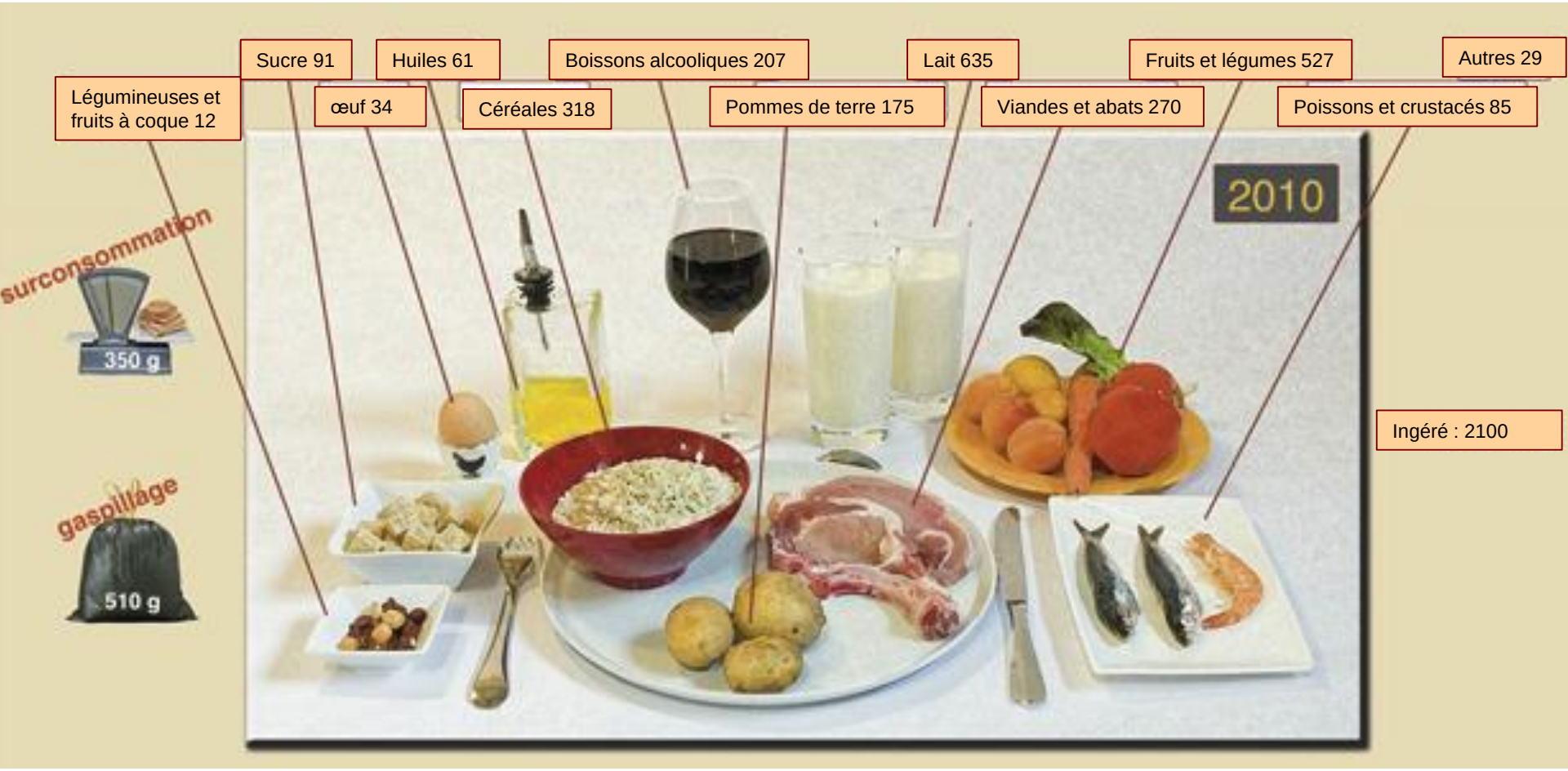
ASSIETTE

% cohorte « bio » / « non bio »	H	F
Fruits à coque	+239	+381
Céréales complètes	+247	+153
Légumes secs	+49	+85
Huiles végétales	+37	+37
Fruits	+20	+31
Légumes	+27	+27
Boissons alcoolisées	-18	-8
Charcuteries	-31	-31
Boissons sucrées	-34	-46
Lait	-43	-43
Apports caloriques moyens	=	=
Probabilité de surpoids	-36	-42
Probabilité d'obésité	-62	-48

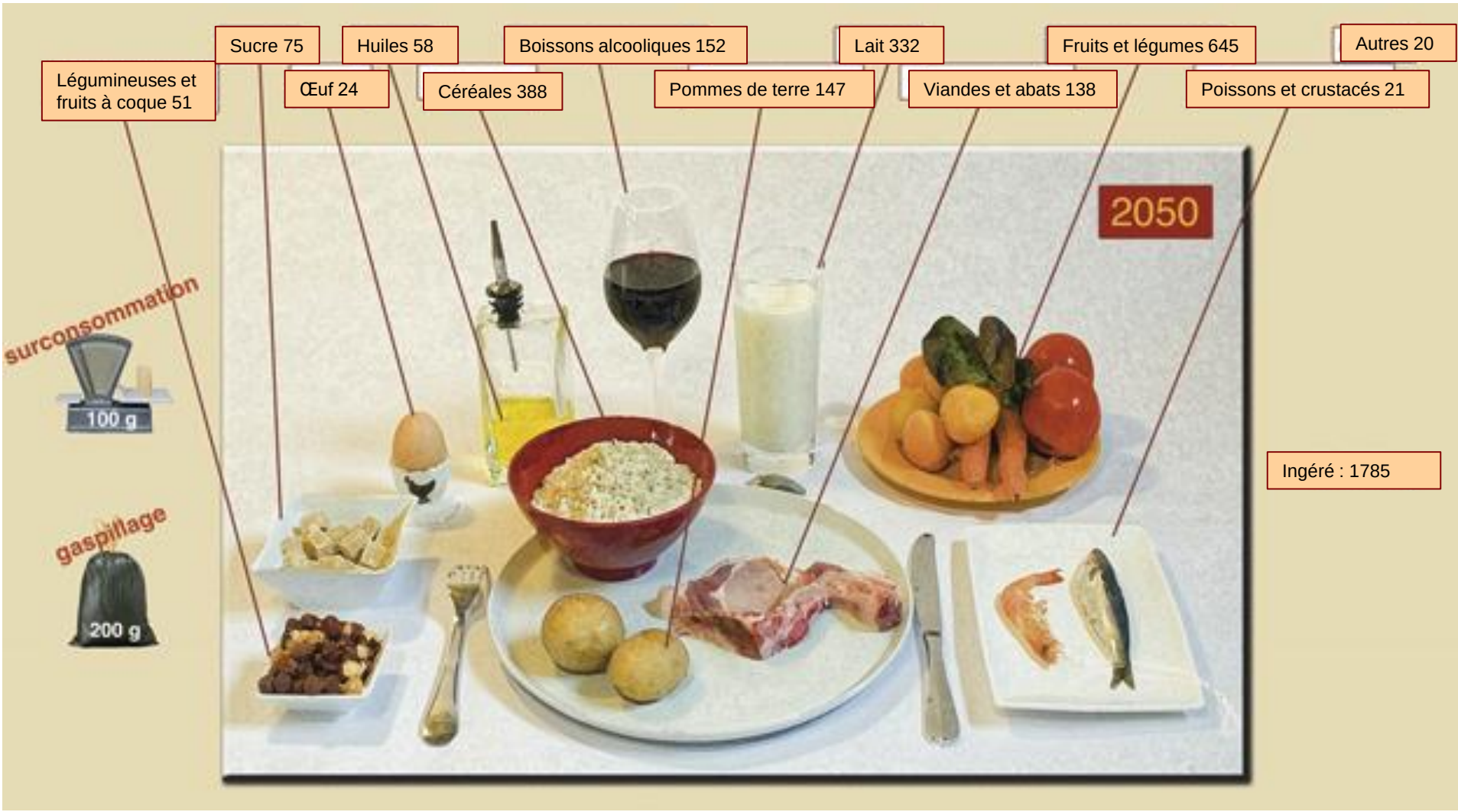
L'étude Nutrinet montre qu'un régime alimentaire « type méditerranéen » ou « type Afterres » ne crée pas de carences nutritionnelles

Cohorte de 50.000 « Nutrinautes », analyses statistiques corrigées (âge, CSP, etc.)

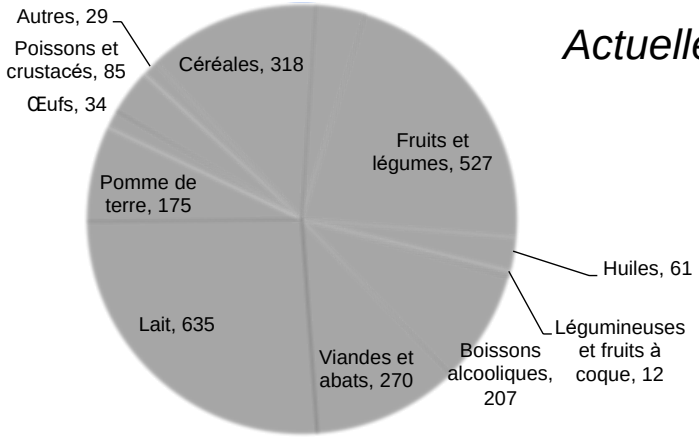
Assiette 2010 – g par jour et par adulte (équivalent primaire)



Assiette 2050 : Afterres version 2015 – g par jour et par adulte (équivalent primaire)

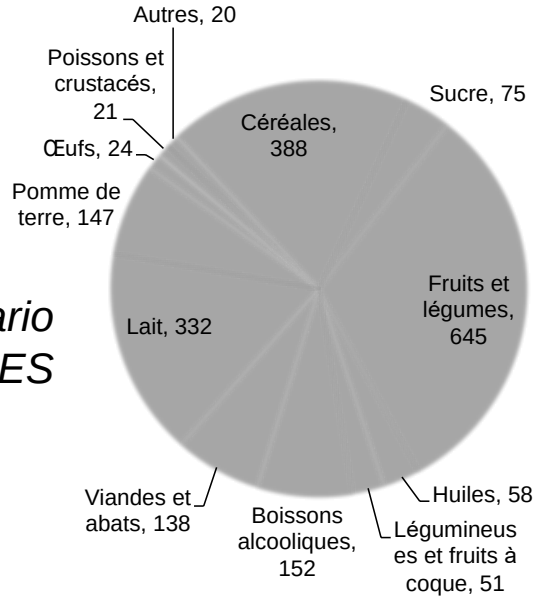


Assiettes 2050

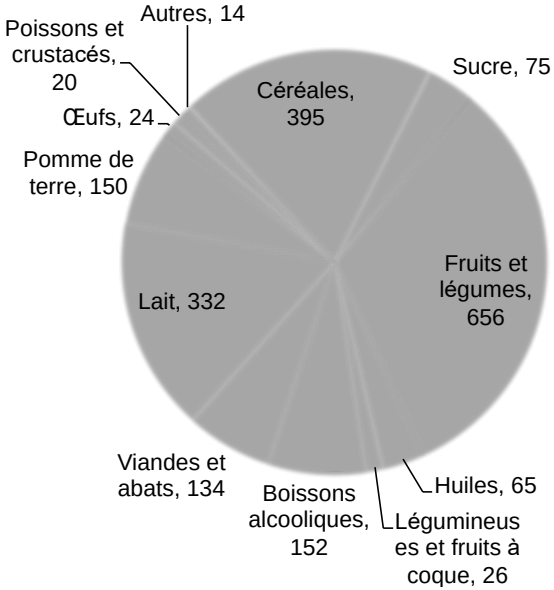


Actuelle

Scénario AFTERRES

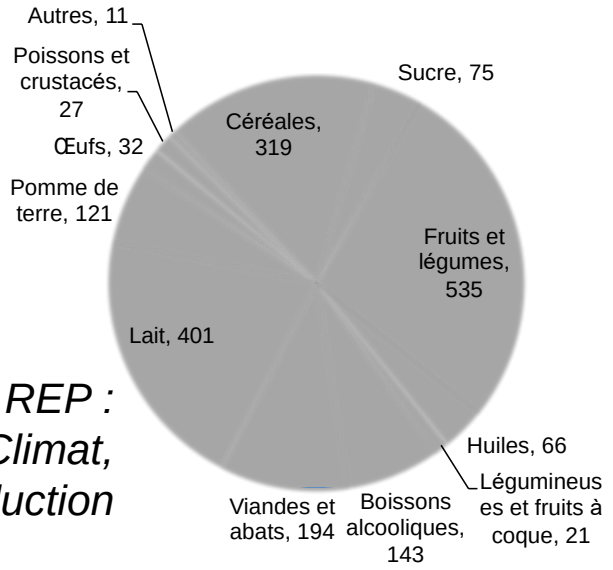


« Assiette FAO » : denrées agricoles, disponibilité alimentaire



Scénario SAB : Santé, Alimentation, Biodiversité

Scénario REP : Résilience, Climat, Production

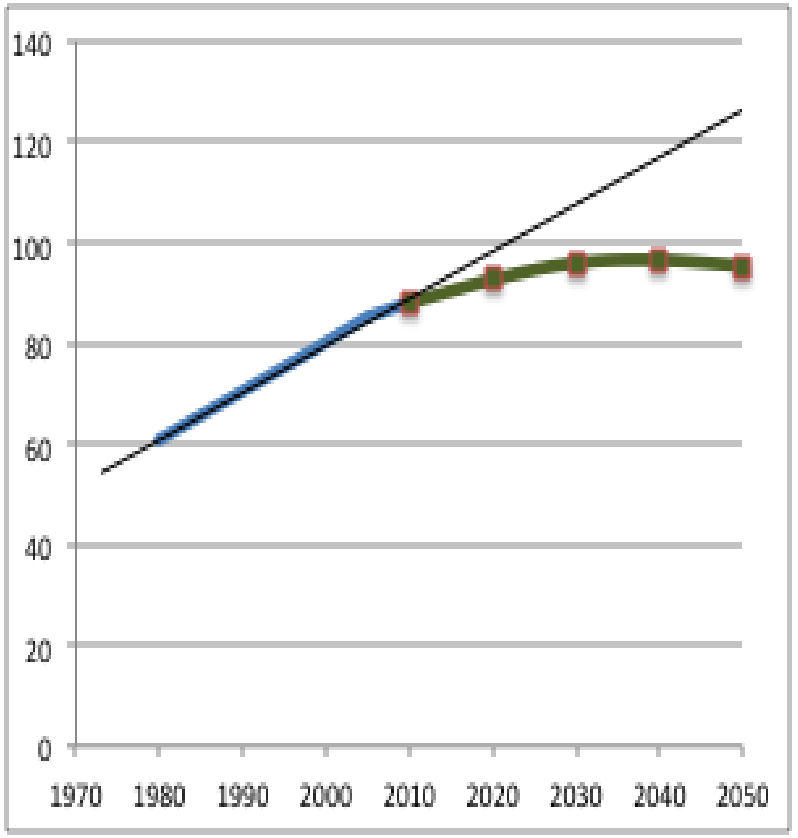


FORÊT-BOIS

En 2050, de nouveaux territoires pour les arbres

La forêt en 2050 : les hypothèses Afterres2050

- Faible augmentation des surfaces, mais la productivité continue à croître (forêt jeune)
  - La **surface continue à croitre** (**17 Mha** en 2050, hors boisement des terres agricoles)
  - La production biologique augmente encore (effets structurels)…
  - puis atteint un plafond (les **effets négatifs du changement climatique** l'emportent sur les bénéfices, peut être plus tôt que prévu)
  - Pas d'intensification (TCR), sauf exceptions
  - production biologique = 95 Mm3 bois fort tige soit environ **140 Mm³** total
  - Accroissement du stock de carbone malgré une **augmentation des prélèvements**



Production biologique bois fort tige : historique 1970-2010 et hypothèses prospective

Forêt et changement climatique 2050-2100

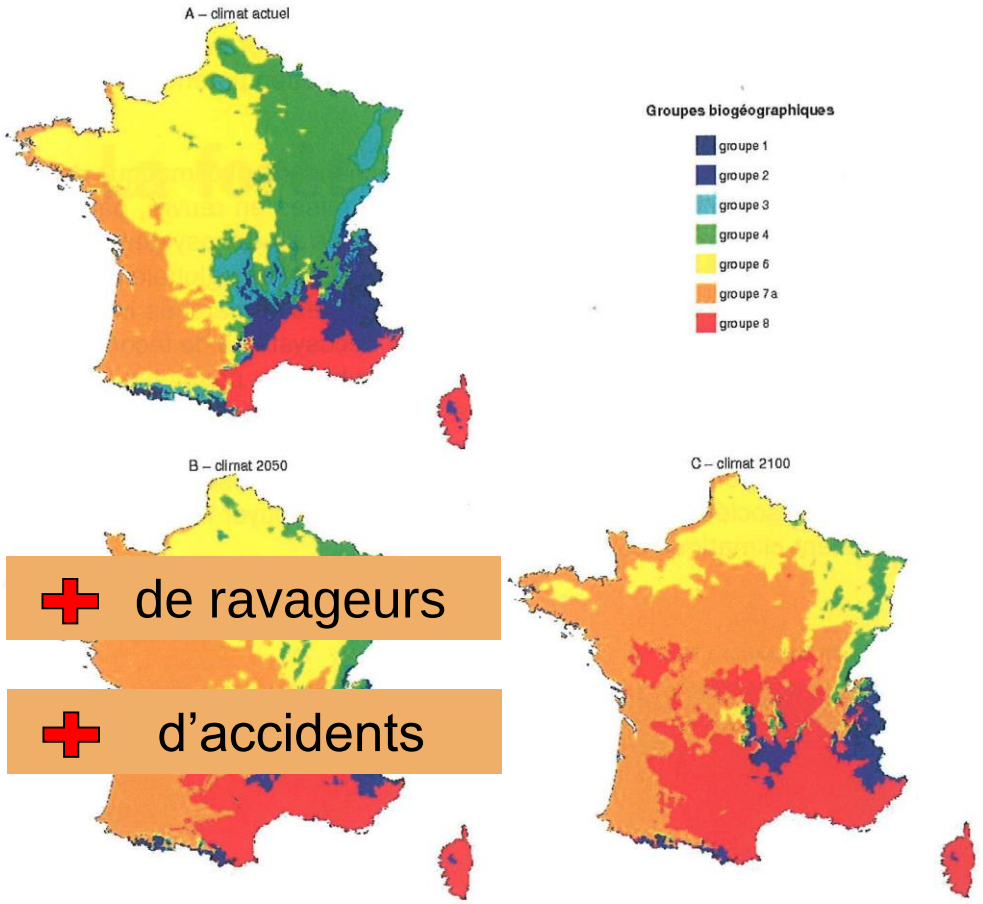
Document ressource: « l'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change » ONERC décembre 2014 »

Quelle forêt en 2050-2100?

Devenir des essences emblématiques (travaux en cours)

- **Grands feuillus de p**laine : incertitudes importantes, mais un fort recul potentiel
- Une extension des zones climatiquement favorable au **chêne vert**
- Les **résineux de montagne** : régression globale et changement d'équilibre
- Le **pin**: expansion du pin maritime, recul du pin sylvestre?

Les bioclimats de France et leur projection en climat futur



(a) Répartition géographique de sept groupes d'espèces de même affinité climatique, obtenus par analyse discriminante sur le climat actuel ;

(b) Projection de ces bioclimats en 2050 ;

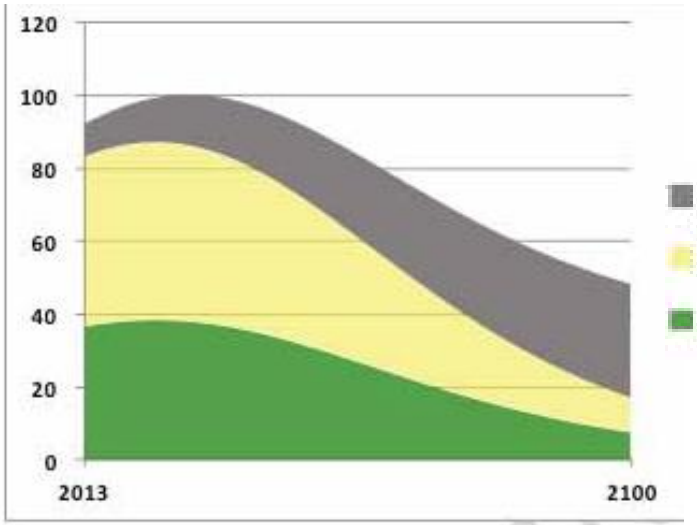
(c) Projection de ces bioclimats en 2100.

Scénario A2 Arpège.

Source : Badeau, *in* Loustau, éd., Quae, 2010.

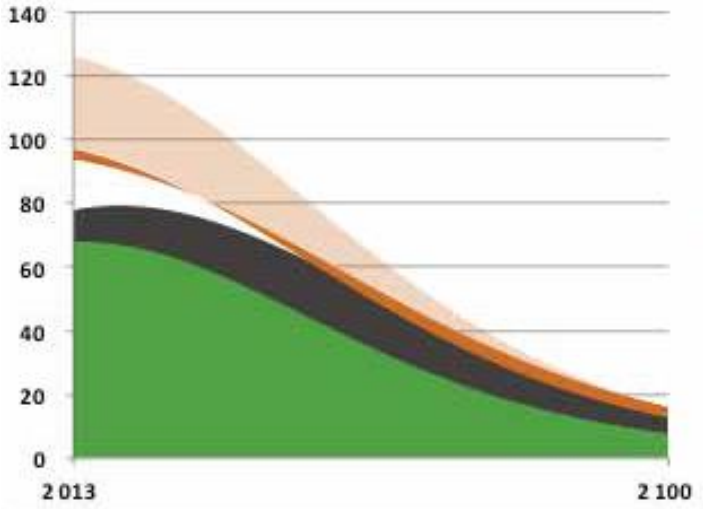
Prospective forêt horizon 2100

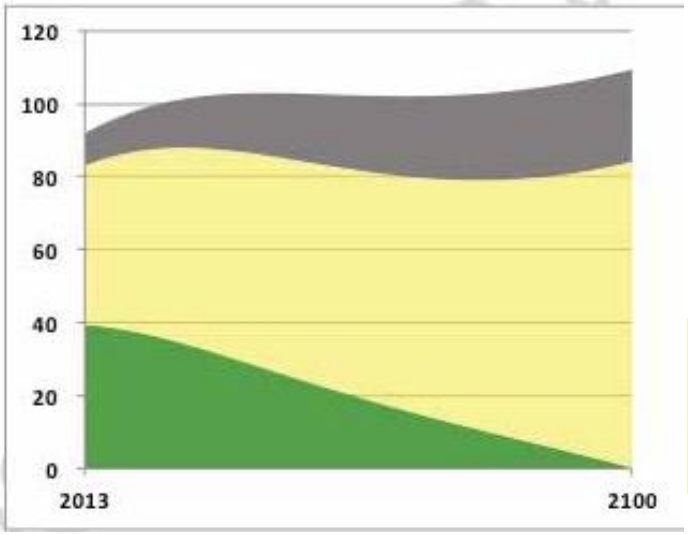
Mm³



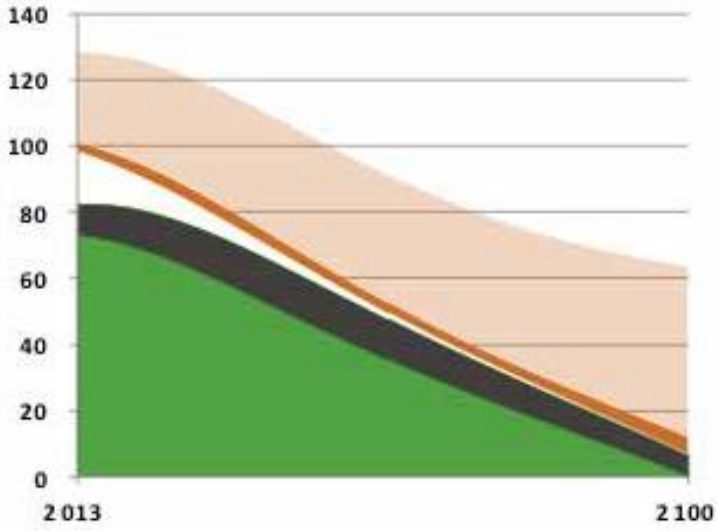
Scénario sylviculture constante : dépérissement par mortalité

MtC





Scénario prélèvement aligné sur « 100% de la production biologique en 2100 »



Source : ***travaux exploratoires*** de J-L. Peyron, ECOFOR, in « Climat, Forêt, Société – Livre Vert », Y. Caulet, Nov. 2015

En 2050, une multiplication des débouchés

x

Caissons de bois remplis de bottes de paille

Bois d'œuvre de 2050

Chimie Verte
Principe d'utilisation en CASCADE de la biomasse

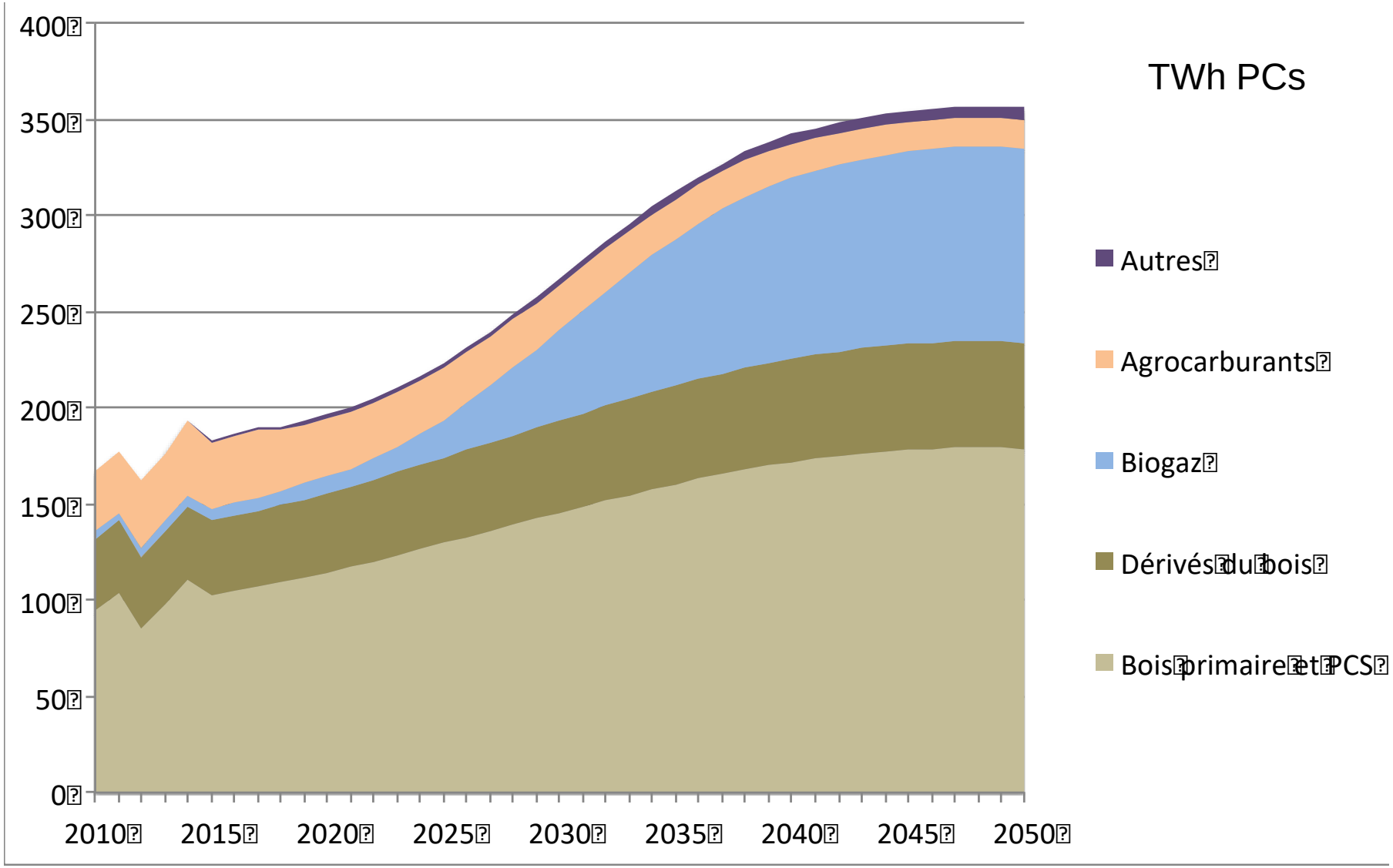
Bois énergie : Faire du méthane avec du bois

ÉNERGIE

Production de bioénergies (Afterres2050)

RESSOURCES BRUTES (TWh PCs)	2010 *	2030	2050
Biomasse solide			
Bois énergie issu de la forêt	53	80	95
Produits connexes de scierie	15	22	26
Bois énergie issus de l'agroforesterie et des arbres hors forêt	10	23	36
Déchets de bois	37	47	53
Autres produits dérivés du bois	16	18	18
Résidus de culture usage combustion	0	3	5
Biogaz			
Déchets alimentaires	3	5	9
Déjections d'élevage méthanisées	1	13	29
Résidus de culture méthanisés	0	18	29
Cultures intermédiaires méthanisées	0	12	43
Biogaz ex-prairie	0	3	14
Biomasse liquide			
Ethanol	5	3	2
Biodiesel	26	20	12
TOTAL	167	267	372

Production de bioénergies (Afterres2050)



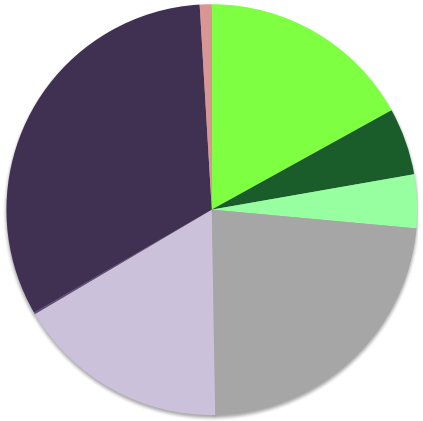
RÉSULTATS

Résultats – Synthèse

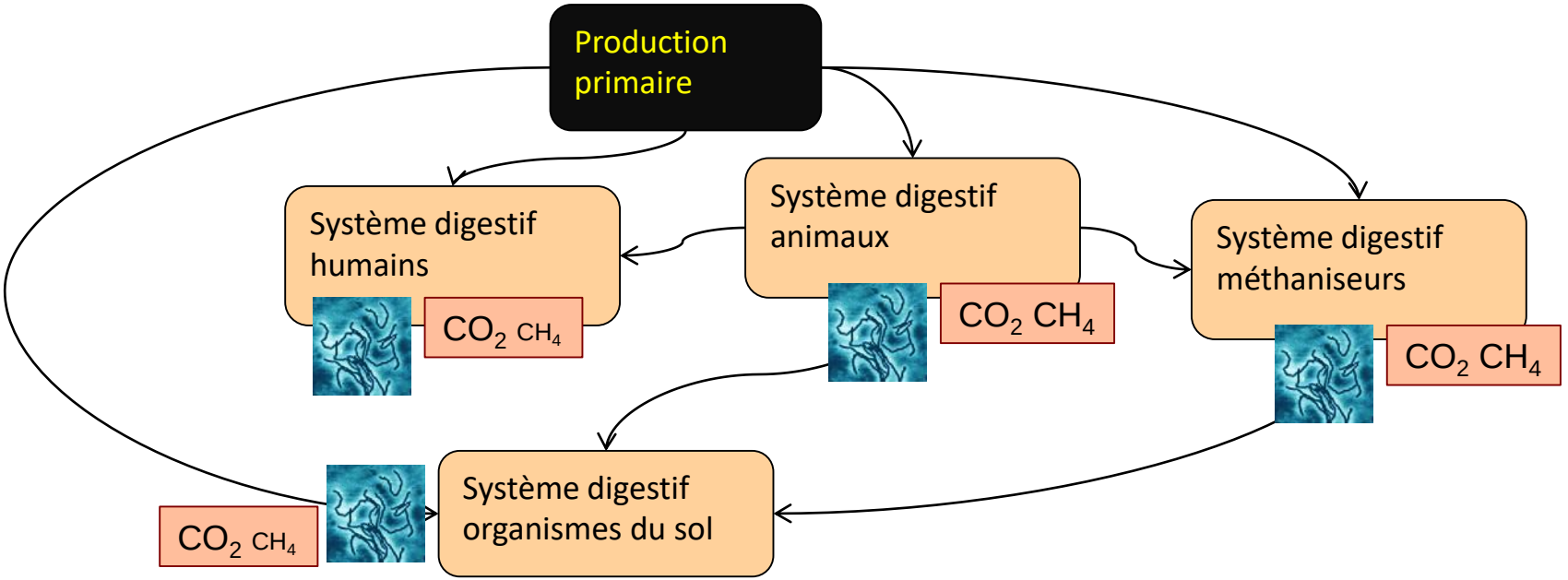
Scénario		Actuel
Année		2010
Disponibilité en protéines (+)	kt	2 301
Solde exportateur de lait (+)	kt	6 900
Valeur énergétique du solde exportateur (+)	PJ	367
Productions non alimentaires (+)	PJ	879
Empreinte gaz à effet de serre (-)	MteqCO2	117
Consommation d'azote minéral (-)	Mt	2,3
Emissions d'ammoniac (-)	kt	758
Indicateur phytosanitaires (-)	M doses NODU	88
Consommation d'eau en été (-)	Mds m3	2,01

Indicateur : flux d'énergie / carbone (agriculture)

2010

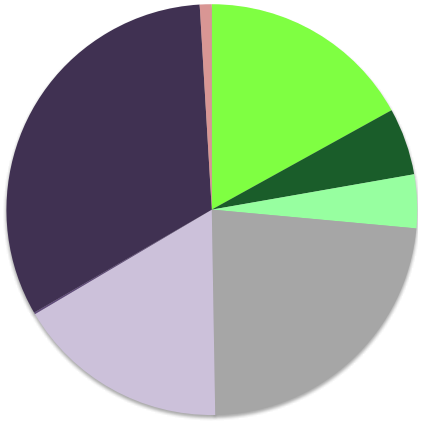


- exportations
- prod. végétales pour alimentation humaine intérieure
- prod. animales pour alimentation humaine intérieure
- pertes métabolisme animaux
- déjections d'élevage
- digestat
- reste aux champs
- énergie
- matériaux



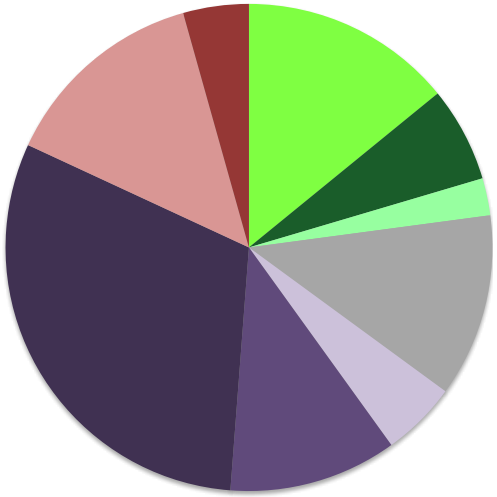
Indicateur : flux d'énergie / carbone (agriculture)

2010



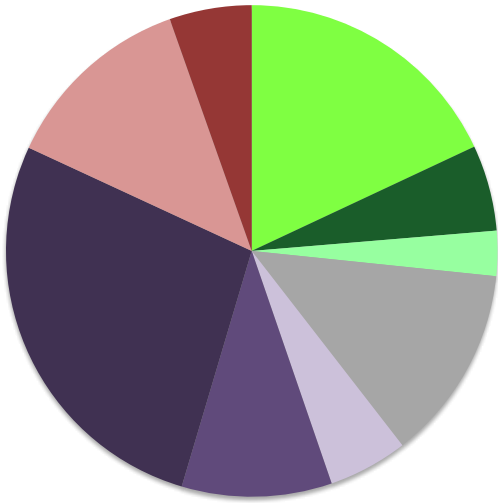
exportations
prod. végétales pour alimentation humaine intérieure
prod. animales pour alimentation humaine intérieure
pertes métabolisme animaux
déjections d'élevage
digestat
reste aux champs
énergie
matériaux

Afterres 2050



Santé, Alimentation, Biodiversité

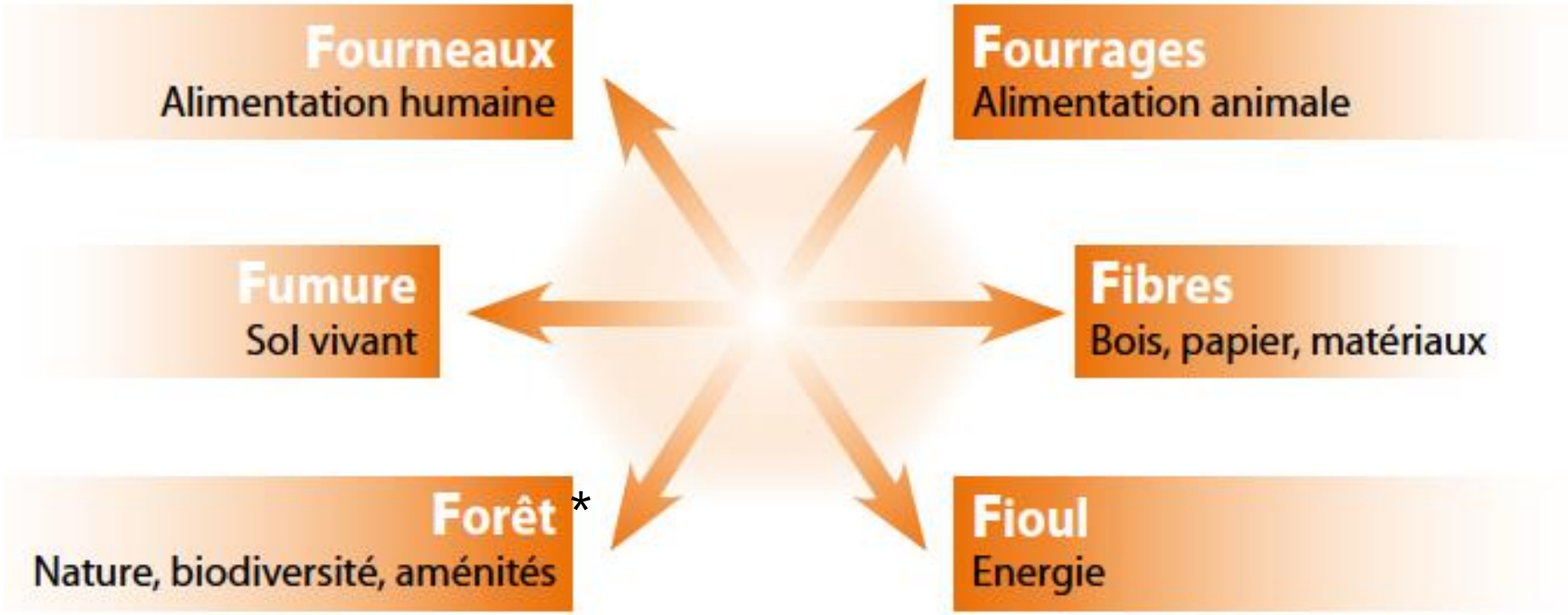
Résilience & Production



Indicateur : flux d'énergie / carbone (agriculture)

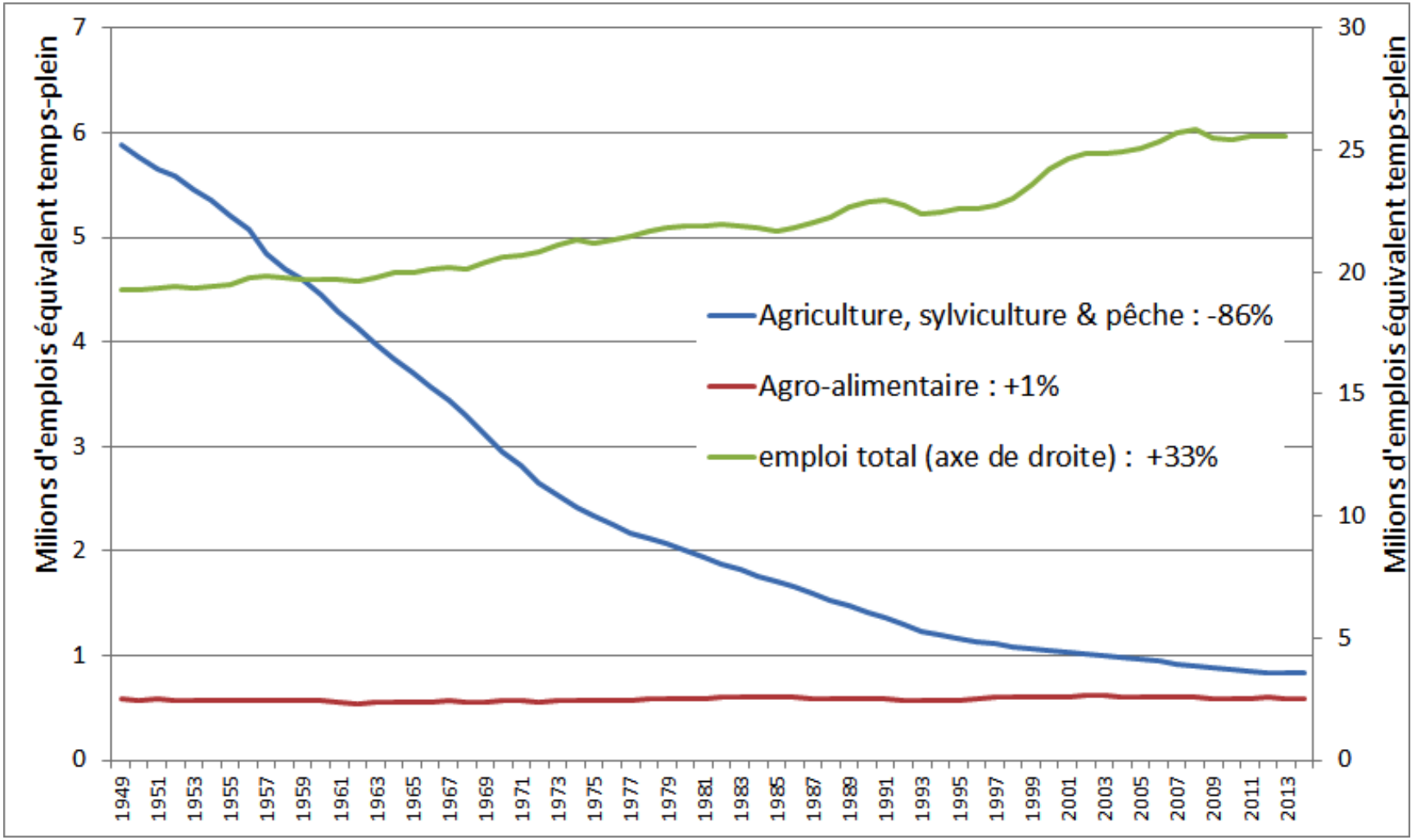
Valeur en PJ	Actuel	Tendanciel	Afterres	SAB	REP
Production primaire (photosynthèse)	4 202	4 163	4 285	4 042	4 173
Exportations pays tiers (alim H. + A.)	739	763	614	393	759
Productions végétales pour alimentation humaine intérieure	230	281	274	270	238
Productions animales pour alimentation humaine intérieure	184	173	108	108	125
Pertes métabolisme animaux	1014	819	529	526	541
Déjections d'élevage	730	528	218	223	220
Digestat		58	486	370	416
Végétaux laissés aux champs	1412	1503	1 335	1 534	1 149
Énergie	41	180	597	509	534
Matériaux	0	12	190	155	227
Sous-total retour au champ	*2136*	*2088*	*2038*	*2128*	*1784*

« L'hexalemne » des concurrences et/ou synergies d'usage des sols et de la biomasse

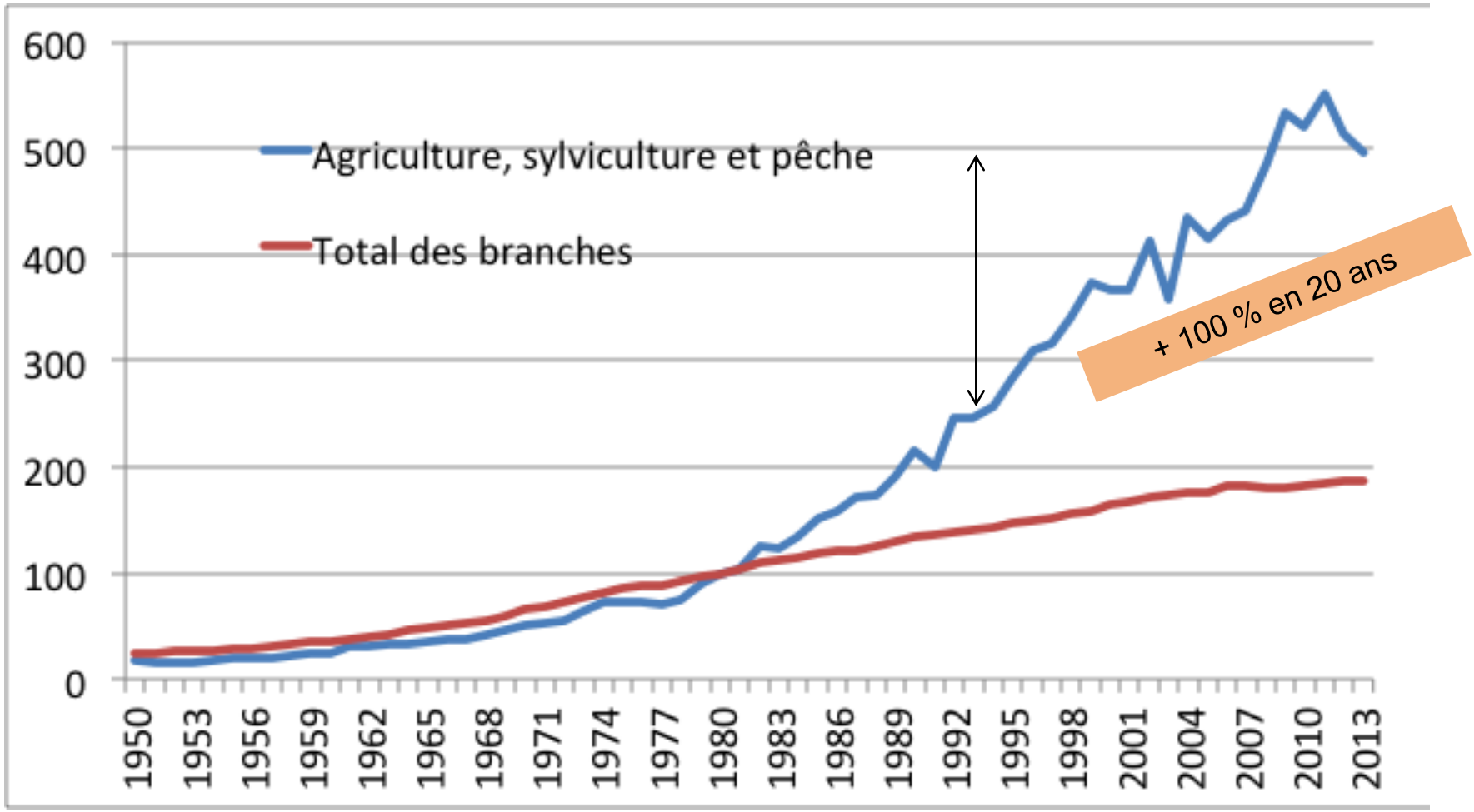


* *Foresta (VII° Siècle)* : « territoire soustrait à l'usage général » ; « terrain sur lequel on a prononcé un ban, une proscription de culture, d'habitation »

ÉCONOMIE ET EMPLOIS


Milions d'emplois équivalent temps-plein
Milions d'emplois équivalent temps-plein
Agriculture, sylviculture & pêche : -86%
Agro-alimentaire : +1%
emploi total (axe de droite) : +33%
0
1
2
3
4
5
6
7
0
5
10
15
20
25
30
1949
1951
1953
1955
1957
1959
1961
1963
1965
1967
1969
1971
1973
1975
1977
1979
1981
1983
1985
1987
1989
1991
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013

Evolution de la productivité du travail



Source : INSEE
Base 100 en 1980

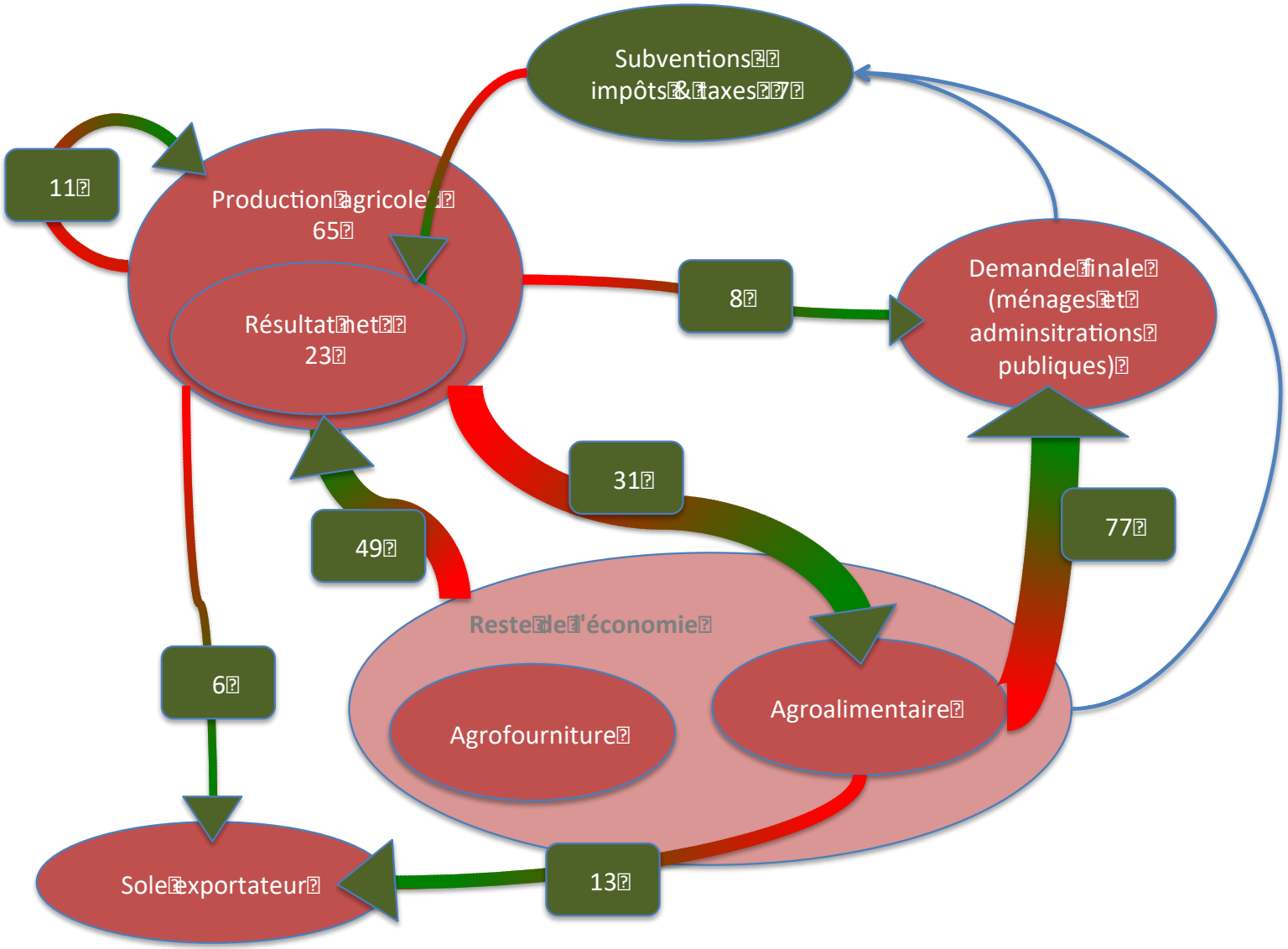
Productivité = valeur ajoutée / heure
Monnaie courante

Emploi direct par branche et total

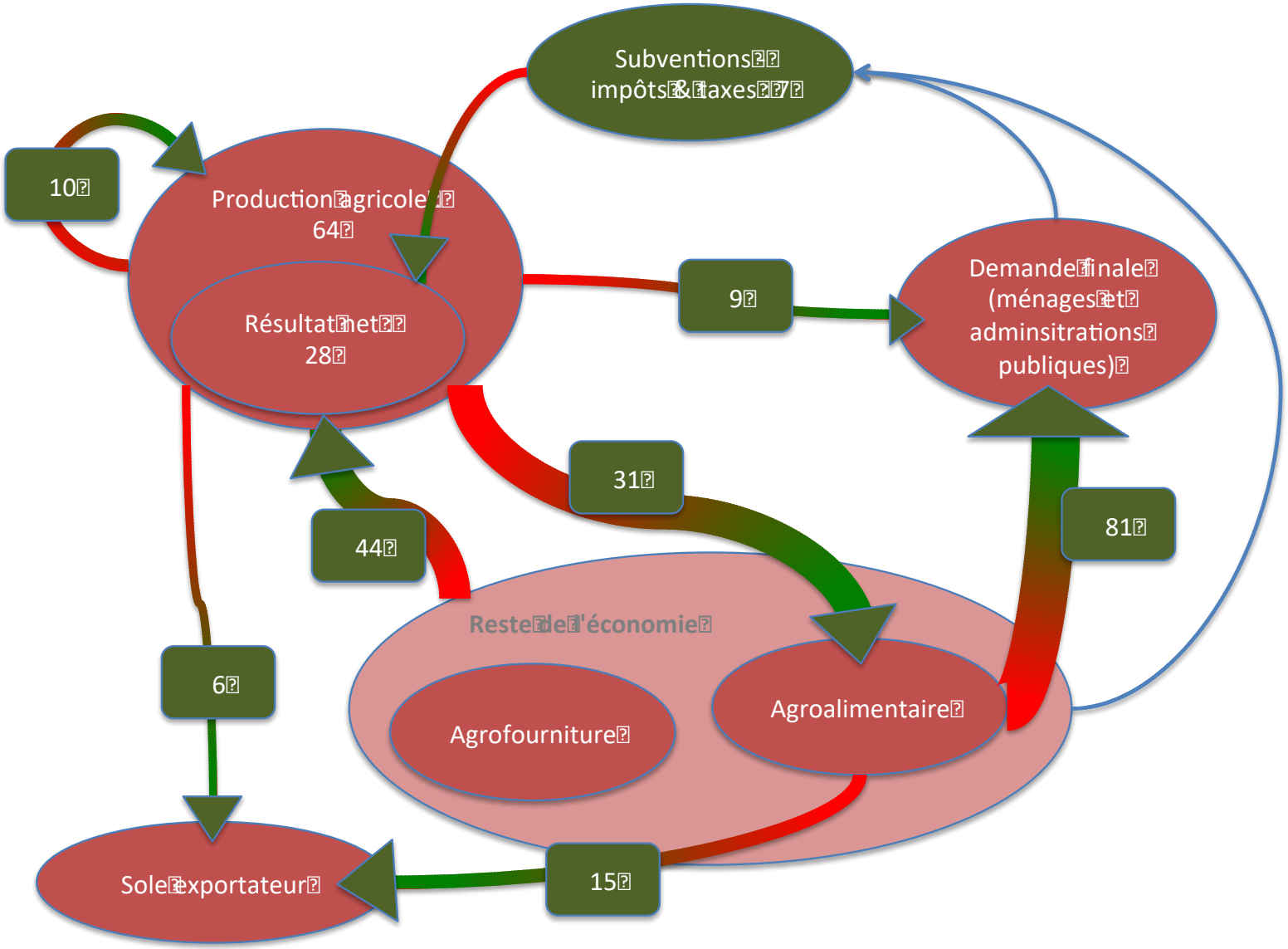
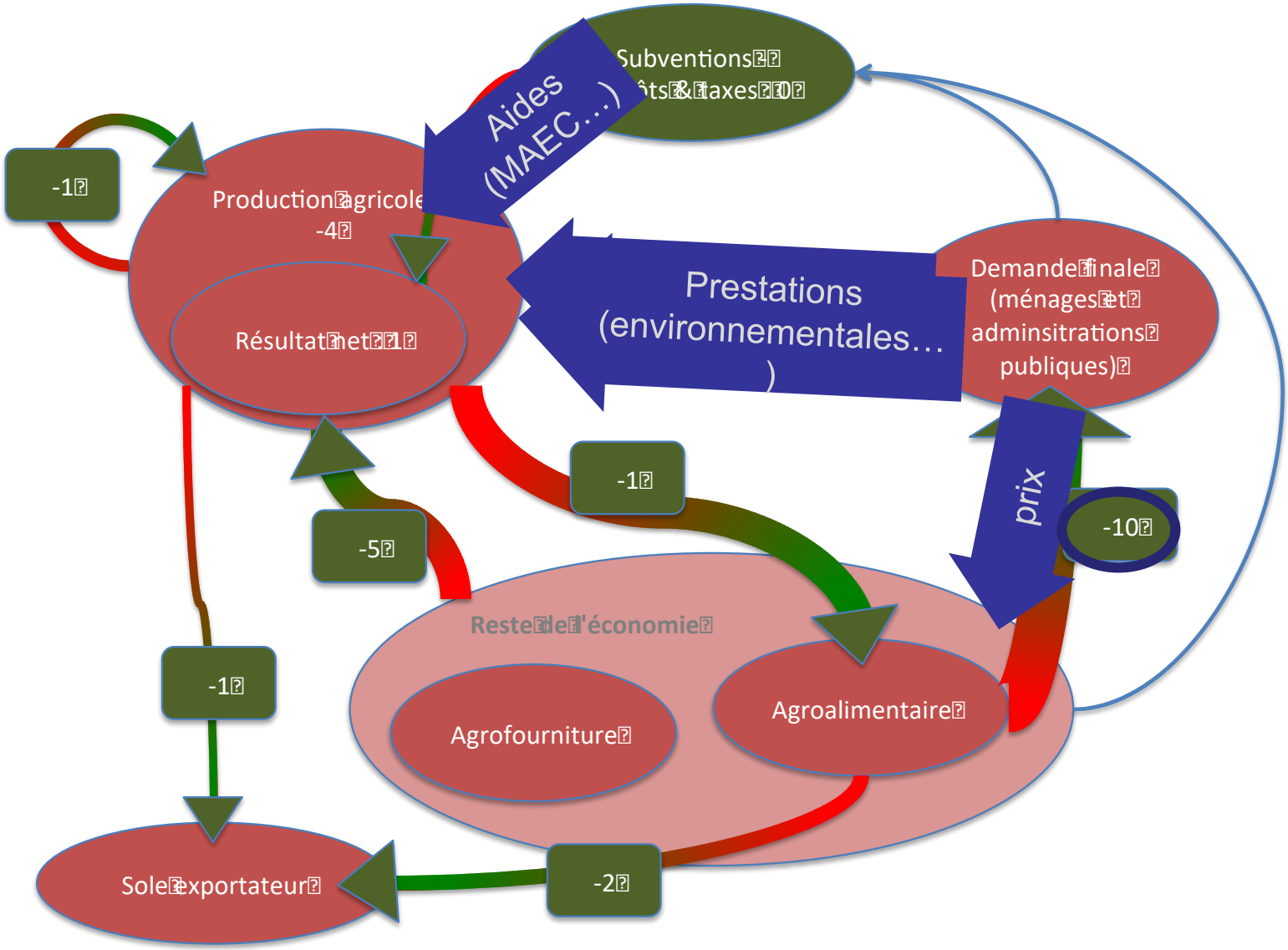
	Afterres/ Tendanciel
Products of agriculture, hunting and related services	73
Food products, beverages and tobacco products	-78
Machinery and equipment n.e.c.	6
Repair and installation services of machinery and equipment	5
Electricity, gas, steam and air-conditioning	-4
Constructions and construction works	18
Accommodation and food services	30
Architectural and engineering services; technical testing and analysis services	5
Public administration and defence services; compulsory social security services	13
Education services	11
Human health services	11
Social work services	11
Autres branches	42
Total	144

Situation actuelle, Mds €

Résultat net = VA nette + subventions – impôts et taxes



AFTERRES (2030), Mds €



Δ [Afterres – Tendanciel] (2030), Mds €