



**HAL**  
open science

## Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

Pierre Renault

► **To cite this version:**

Pierre Renault. Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols. 2023, pp.1-30. hal-04237536

**HAL Id: hal-04237536**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04237536v1>**

Submitted on 11 Oct 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



# ➤ Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

Pierre Renault<sup>1</sup>

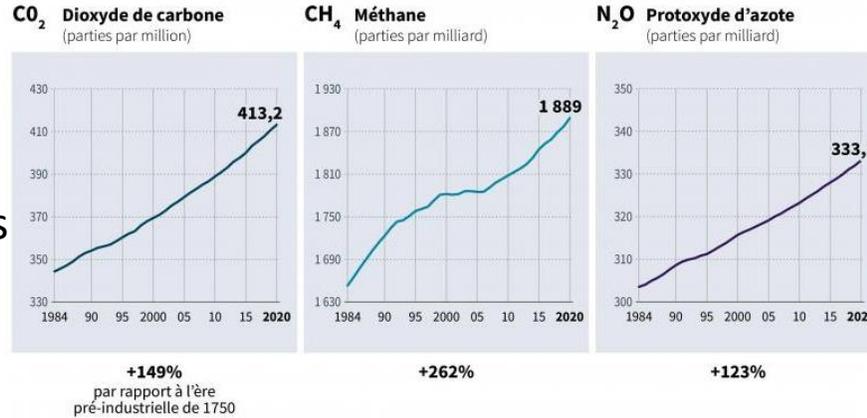
# Introduction :

## Climat, sol, énergie - quelques éléments de contexte

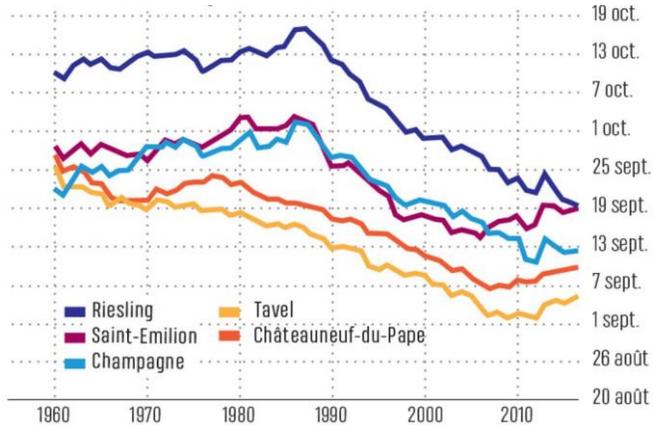


# ➤ Des changements climatiques liés à l'Homme

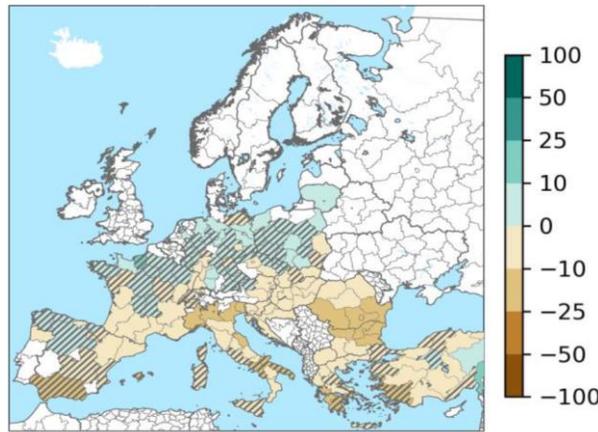
Un enrichissement de l'atmosphère en CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O à l'origine de l'essentiel des changements climatiques (C.S., 2021) ...



... aux conséquences variées



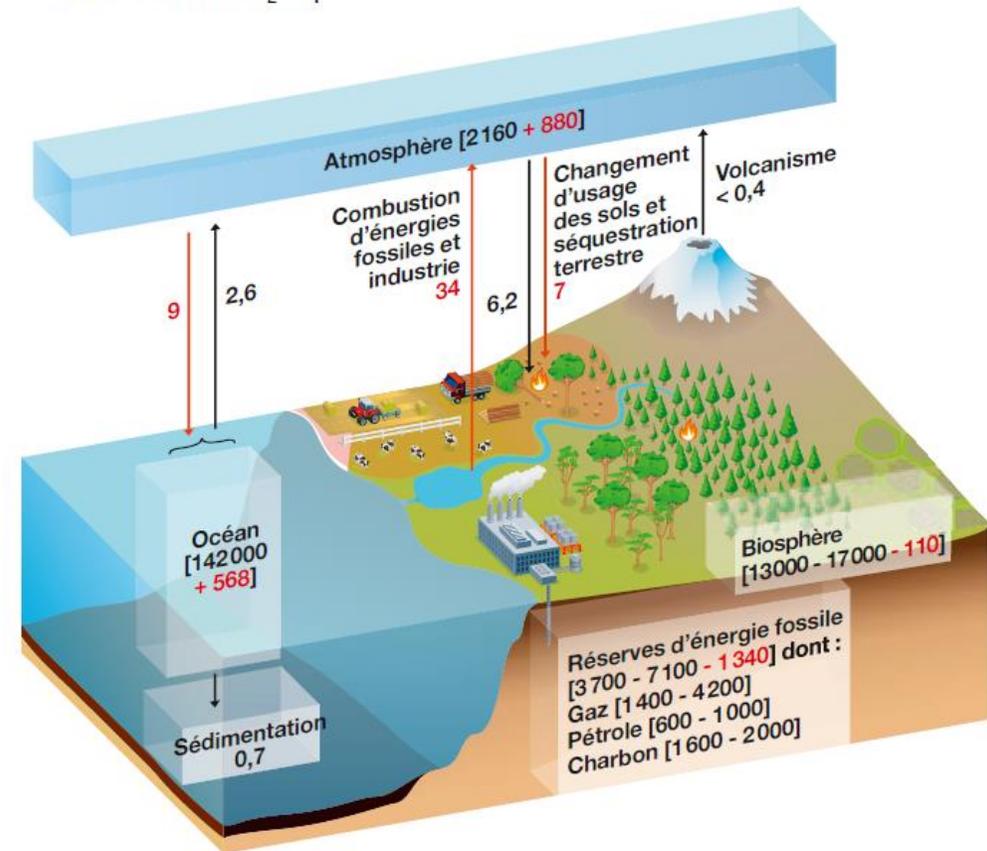
Vendanges avancées en France (Saux, 2022)



Evolution en % du rendement en maïs grain sur 20 ans pour un scénario GIEC RCP8.5 avec +1.5°C (Toreti et al., 2020)

En 1<sup>ère</sup> cause : la consommation de C organique fossile !

Flux en Gt CO<sub>2</sub> éq/an  
Stocks en Gt CO<sub>2</sub> éq



Pools de C et flux annuels de C entre pools (MTE, 2022b)



INRAE

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

## ➤ Expositions, fragilités et détériorations actuelles des sols

**Les sols non renouvelables à échelle humaine :**  
(échelle de l'ordre du millénaire)

Les sols impliqués dans divers ODD

**Les sols soumis à des pressions sans précédent :**

- érosions hydrique et éolienne ;
- contaminations diverses et salinisation
- perte de biodiversité ;
- Désertification ;
- compactage et imperméabilisation ;
- Assèchement de tourbières avec forte dégradation ultérieure des M.O.
- Artificialisation.

**Au niveau mondial (FAO) :** 33 % des sols déjà dégradés ; plus de 90 % pourraient l'être d'ici 2050 ;

**Au niveau UE (EC, 2020) :**

- 25 à 30% des sols, tous agricoles, perdent de la fertilité ;
- 25 à 30% des sols agricoles reçoivent trop de nutriments, s'érosionnent, sont compactés, subissent une salinisation, sont affectés par les perturbations ;
- 30% des sols agricoles ne sont pas utilisés de manière durable ;
- 30% des sols agricoles ne sont pas utilisés de manière durable ;
- ≥ 12,9% des sols agricoles subissent d'autres pressions : 0,6 (bas CO<sub>2</sub>), 7 (compactage) + 2,3 (décharges) + 2,3 (urbain)], dont ~50% non liés à l'érosion.

**60-70% des sols de l'UE dégradés**

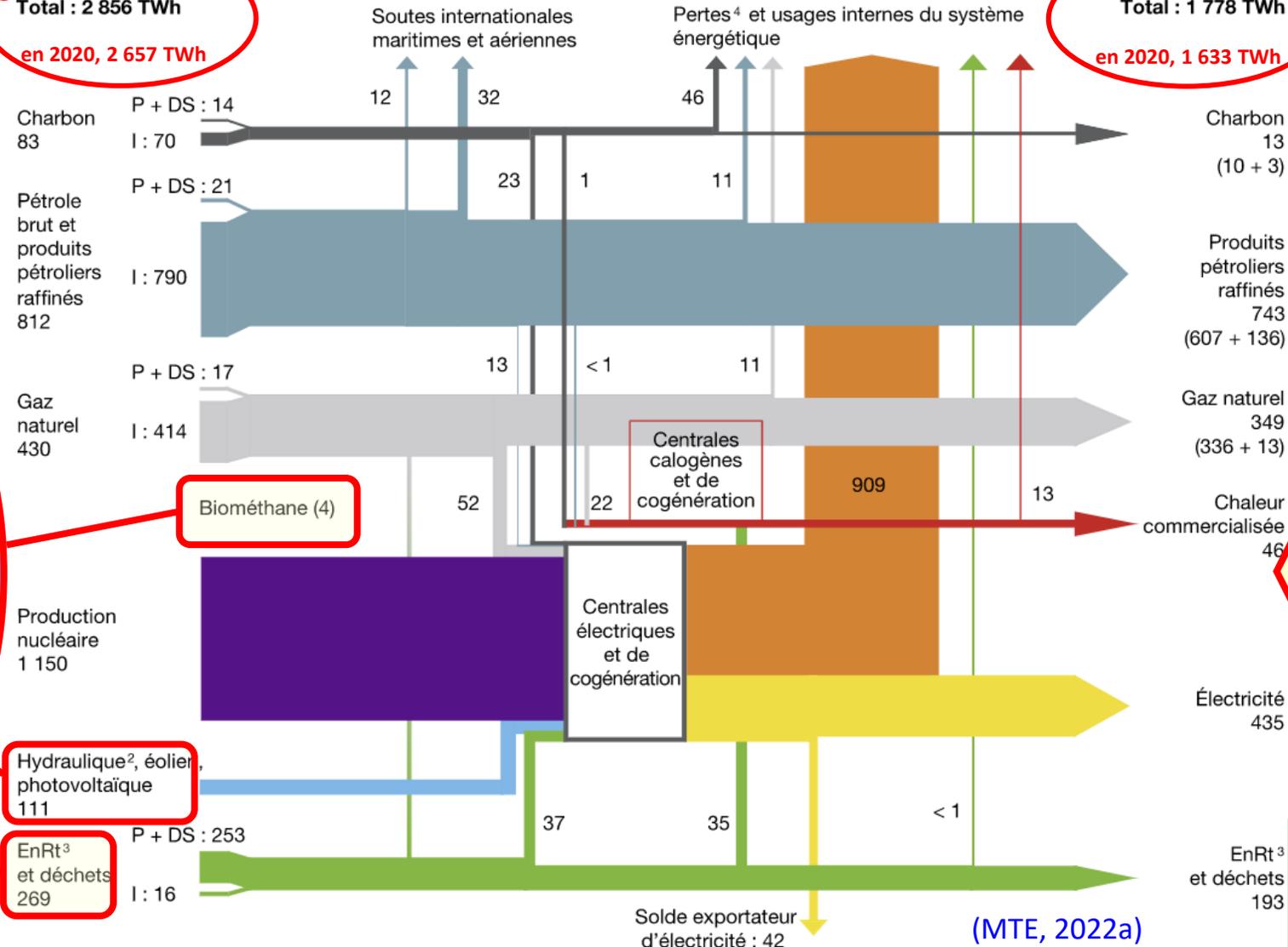


# ➤ En amont : accroissement des populations, de leur niveau de vie et de leurs besoins énergétiques

En TWh, en 2021 (données non corrigées des variations climatiques)

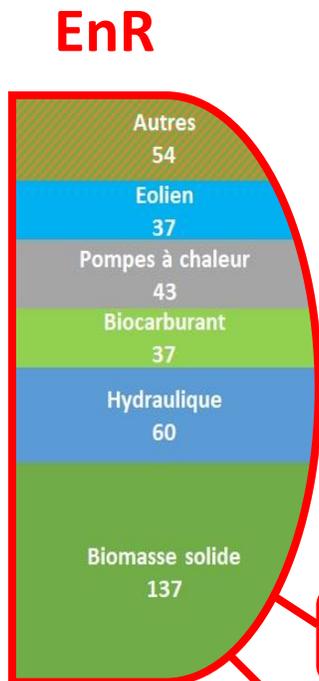
**Ressources primaires Total : 2 856 TWh**  
en 2020, 2 657 TWh

**Consommation finale<sup>5</sup> Total : 1 778 TWh**  
en 2020, 1 633 TWh



Leur ôter les exportations d'électricité ainsi que les soutes maritimes et aériennes internationales

Leur soustraire les usages non énergétiques du charbon, des produits pétroliers raffinés et du gaz naturel (cf. décomposition entre usages énergétiques et non énergétiques dans les parenthèses)



Dont biomasse (bois énergie, agricole, déchet)

En France :  
EnR = 345 TWh  
(biomasse ≈ 53% des EnR)

SNBC-2 pour 2050 : mobilisation de biomasse ~ 400-450 TWh (DGEC, 2020)  
Difficile à atteindre ??

Max (bois-énergie) < 160 TWh  
Possibilité méthanisation x 14 ? (x 2 env? dans le sc. SNBC-3 à év.)

## ➤ L'agriculture face à plusieurs défis

### 3 grands défis :

- 1) Protection des sols et des habitats (sols : 25% de la biodiversité terrestre) ;
- 2) Atténuation adaptation changement climatique ;
- 3) Satisfaction besoins biomasse-énergie, biomasse alimentaire, et biomasses autres (fibres, santé ...).

### ... en se souciant de :

- 1) Santé humaine (dans une approche « One Health ») ;
- 2) Durabilités environnementale, sociale, agricole, économique des pratiques.

**La matière organique au cœur de ces défis : (1) le « principe actif » de la biomasse-bioénergie, et (2) indispensable à la « bonne santé » des sols**



Stabilité structurale /  
structure du sol

Substrats pour  
le Vivant

Complexe d'échange  
cationique (C.E.C.)

Autres : transport,  
immobilisations ...

# Transitions envisageables et points d'attention associés



**INRAE**

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols  
18 janvier 2023 / Visite IHESST à INRAE (Avignon) / P. Renault

## ➤ Stratégies envisageables

### 3 grands défis : Sols, climat et satisfaction des besoins matière et énergie

#### Des solutions communes :

- Stockage de C dans les sols ;
- Intercultures couvrantes d'été ou d'hiver (CIPAN, CIMS), et cultures de légumineuses, cultures inter-rangs de cultures pérennes (vignes ...) ;
- Réduction du travail du sol ;
- Recyclage de déchets organiques et économie circulaire ;
- Limitation des fertilisants minéraux (N, P) et pesticides ;
- Elevage (autonomie C, N et P) ;
- Meilleure gestion/exploitation des forêts ;
- Changements de régimes alimentaires (protéines animales/végétales ...).

Production coûteuse  
en énergie

Ressource  
limitée

#### Des solutions à effets potentiels antagonistes :

- Production en culture principale de biomasse-bioénergie OU de biomasse alimentaire, voire autre (fibres, santé ...) (*mais limite à 15% d'alimentation des méthaniseurs en culture principale\**) ;
- Valoriser des déchets en produisant de l'énergie ou en les enfouissant dans le sol.

#### Les Cultures Intermédiaire à Vocation Energétique (CIVE) :

- **D'été** (moha, maïs, tournesol, sorgho) **ou d'hiver** (triticale, seigle, orge ou avoine, avec légumineuse si possible) ;
- **Ne créant pas de compétition sur l'utilisation des terres** (ou la restreignant à une compétition avec le sol restant nu (pas conseillé), couvert d'une CIPAN ou couvert d'une CIMS) ;
- **Principalement destinés à des méthaniseurs agricoles** (même si d'autres valorisations existent).

# ➤ Stocker du carbone dans les sols français ; jusqu'où est-ce possible ? (Pellerin et al., 2020)

**Sols en France :** 3,58 Gt C org. de 0 à 30 cm

~13,4 Gt CO<sub>2</sub> hors surf. artif.

**Forêts** ~ 81 t C.ha<sup>-1</sup> → tendance +

**Prairie perm.** ~ 84,6 t C.ha<sup>-1</sup> → tendance +

**Grdes cultures** ~ 51,6 t C.ha<sup>-1</sup> → tendance -

Essentiel du potentiel de stockage additionnel

## Stratégie suggérée :

- Ecosystèmes forestiers : préserver les modes de conduites sylvicoles pour ... ; CO<sub>2</sub>
- Prairies permanentes : préserver les pratiques pour ... ;
  - Le potentiel de stockage pourrait augmenter en renonçant à maintenir le chargement animal actuel ;
  - Indispensable de stopper les changements d'usage (retournement des prairies, artificialisation) ;
- Pratiques stockantes ↗ : extension des cultures intermédiaires (36% du potentiel total) ; agroforesterie intraparcellaire (20%) et haies ; insertion et allongement du temps de présence de prairies temporaires (13%).

**Attention :** intensification modérée des prairies extensives ~ émissions de N<sub>2</sub>O suppl. liées aux engrais azotés.

**Des prévisions revues à la baisse** (Pellerin et al., 2020) : stockage réaliste sur sol en grandes cultures ... ;

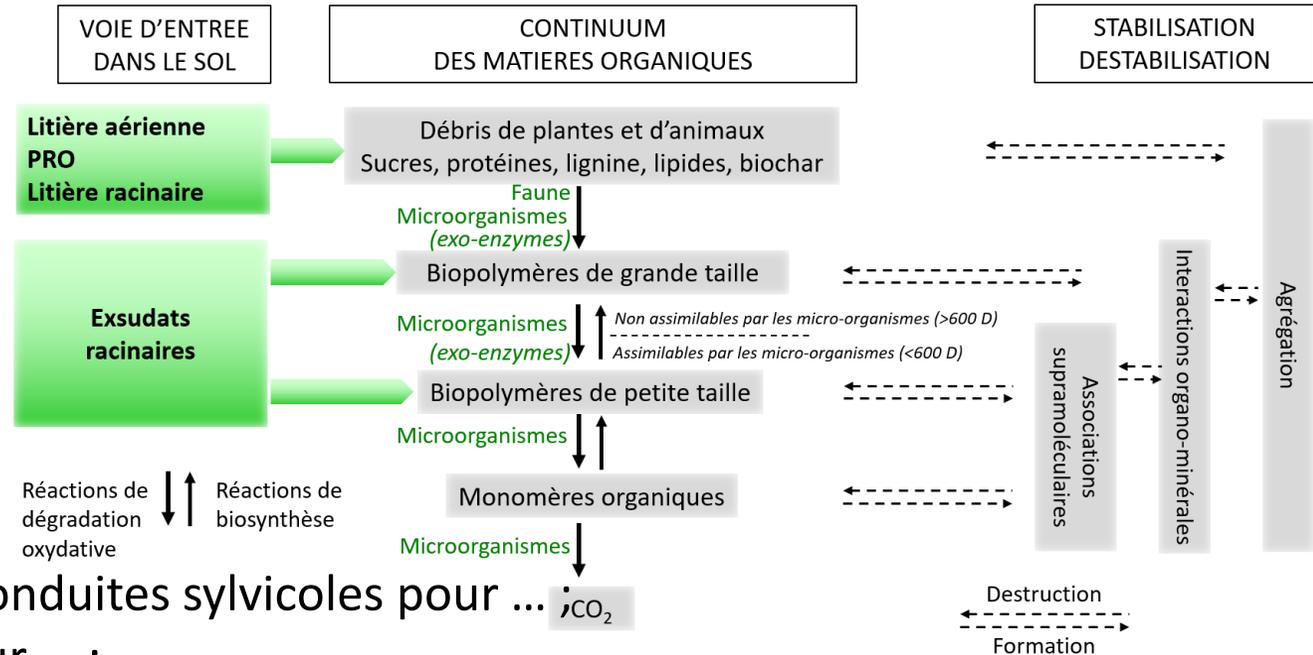
INRAE

• 2016 : S. additionnel possible : **29,9 Mt CO<sub>2</sub>e/an** ~ 6,5% émissions nationales ~ 39% émissions agricoles (hors usage énergie & chgt usages sols).

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

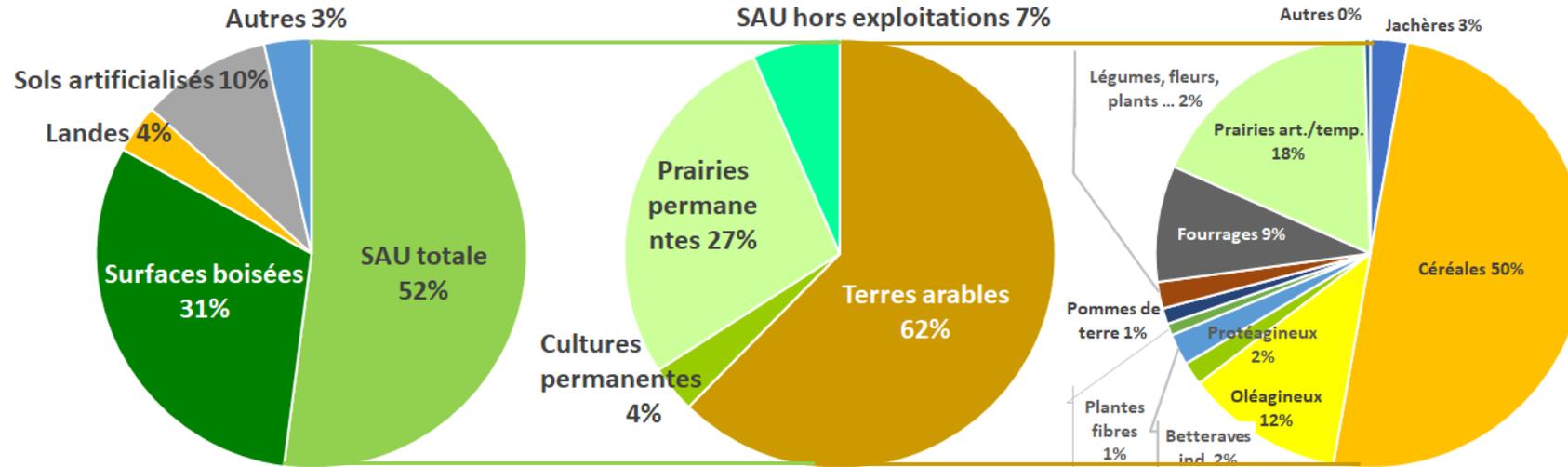
18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

p. 10



➤ **Compétitions potentielles de surfaces entre productions à des fins de bioénergie ou de matière (alimentation, fibres ...)**

**Utilisation des terres en France métropolitaine en 2021 :**



(Agreste, 2021)

**(≥ 44% SAU pour l'élevage)**

**Le nucléaire en France**  
 56 réacteurs de 900 MW (×32), 1300 MW (×20) et 1450 MW (×4) ([lien](#))  
**~ 530 TWh (si tous fonctionnaient !)**  
 Pour la moitié en service ~ **265 TWh**

**Le potentiel de l'agrivoltaïsme**  
 1 000 ha équipés ~ 1GWc ~ 1,2 TWh (*variable*, [lien](#))  
**50 000 ha équipés ~ 58 TWh**  
 (~ 1% des surfaces artificialisées, ~ 0,6% des surfaces en céréales)

Surfaces destinées à la production de biocarburants

Ressource	SAU brute (ha)	SAU nette (ha)
Maïs	44 896	39 957
Blé	42 912	36 046
Betteraves	144 938	94 210
Colza	729 012	466 568
Tournesol	83 466	53 418

**Bois buche :** (25 Mm<sup>3</sup>) 35,8% des EnR, 66% de chaleur R (93 TWh), 2,5% d'électricité R (2,7 TWh) (ser et France Bois Forêt, 2021)  
**Agriculture :** 25% des EnR, 96% des biocarburants, 26% du biogaz, 13% du photovoltaïque, 83% de l'éolien (Courteau et Fugit, 2020)

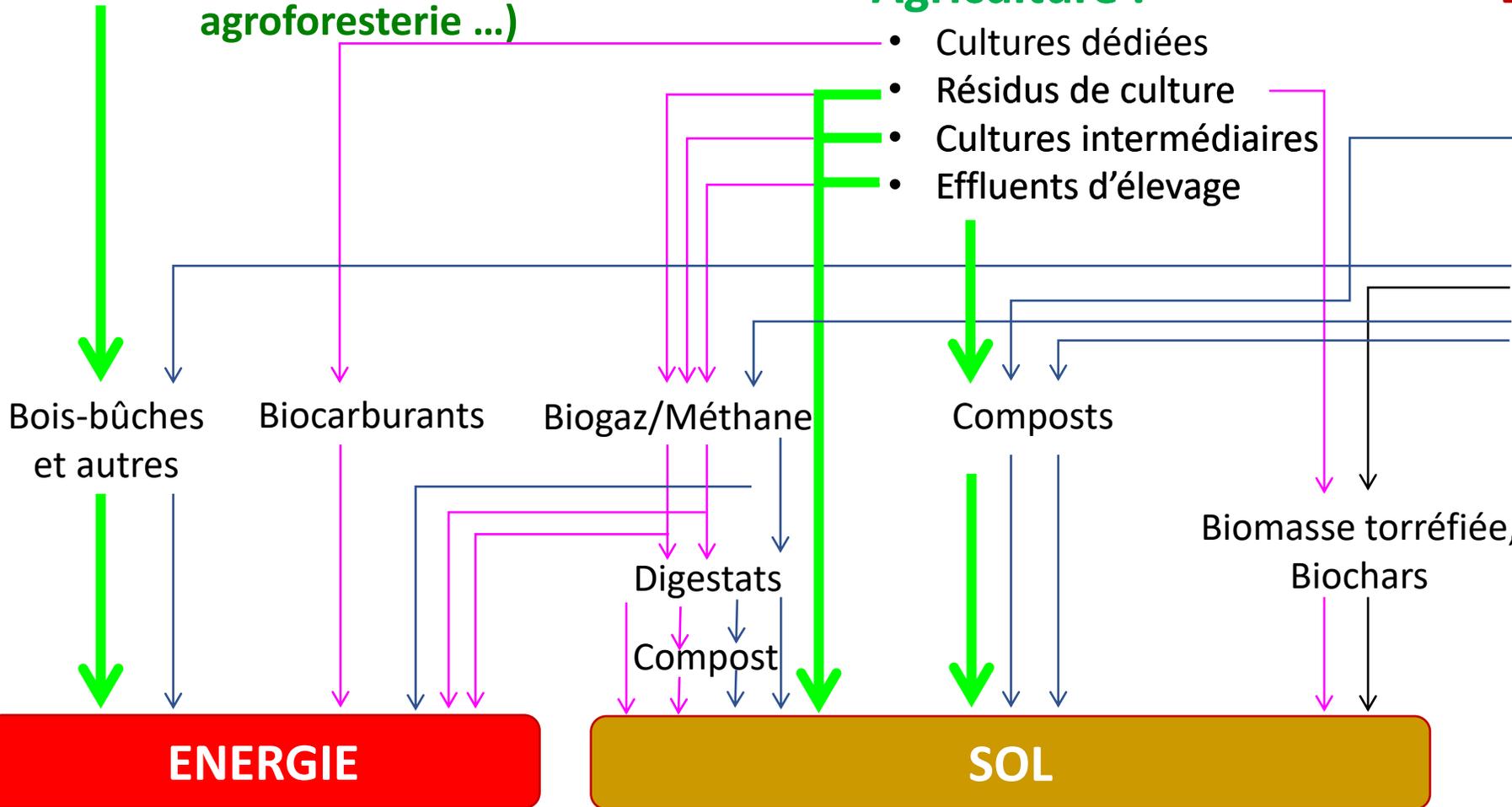
**Rendement énergie**  
**Betterave ([lien](#)) :**  
 ~ 9000 l.ha<sup>-1</sup>  
 ~ 4,6 tep .ha<sup>-1</sup>  
 ~ 54 MWh .ha<sup>-1</sup>  
**1000 ha ~ 54 GWh**



**INRAE**

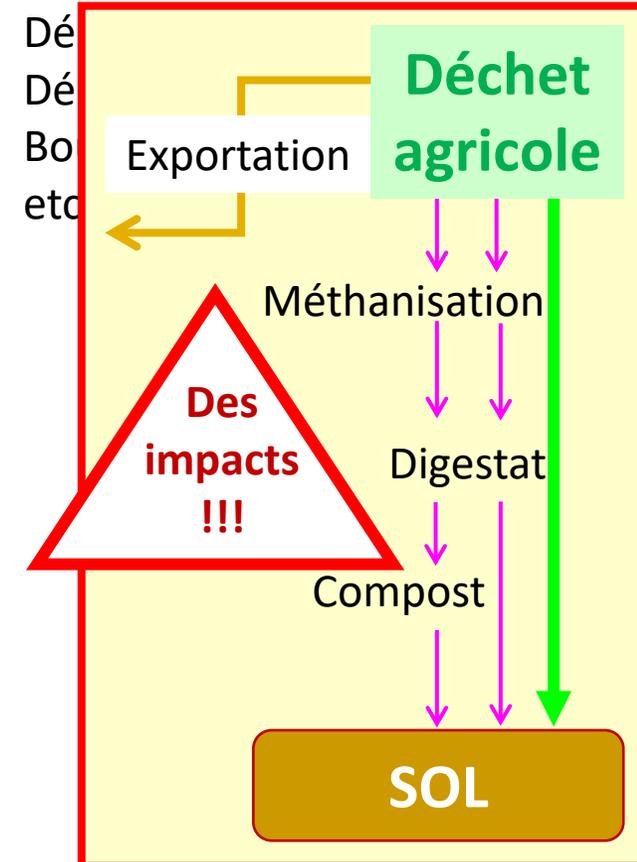
# ➤ Des compétitions entre exportations et restitutions au sol de matières organiques (usage sur place et/ou exporter ?)

## Forêt (+ arbre rural : haies, agroforesterie ...)



## Déchets non agricoles :

- Déchets verts (y compris algues)
- Biodéchets des ménages
- Déchets de la restauration
- Déchets de la distribution
- Dé
- Dé
- Bo
- etc



# ➤ Des compétitions entre exportations et restitutions au sol de matières organiques (usage sur place et/ou exporter ?)



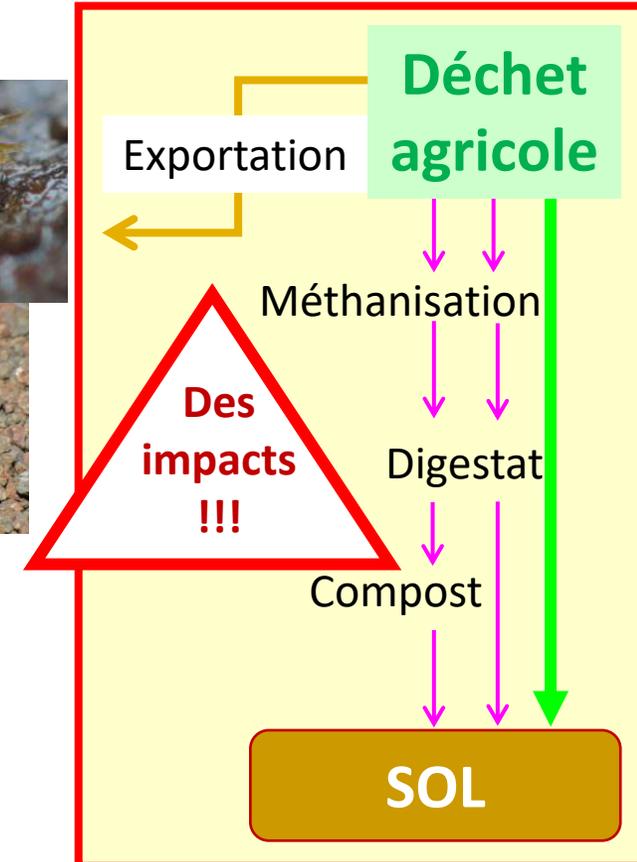
## Ingénieur des litières :

(escargots et limaces, cloportes, iules, enchytréides, vers épigés, vers anéciques ; acariens, collemboles saprophages ...)

## Ingénieurs du sol :

(vers de terre, fourmis, termites ...)

## Des acteurs spécialisés !

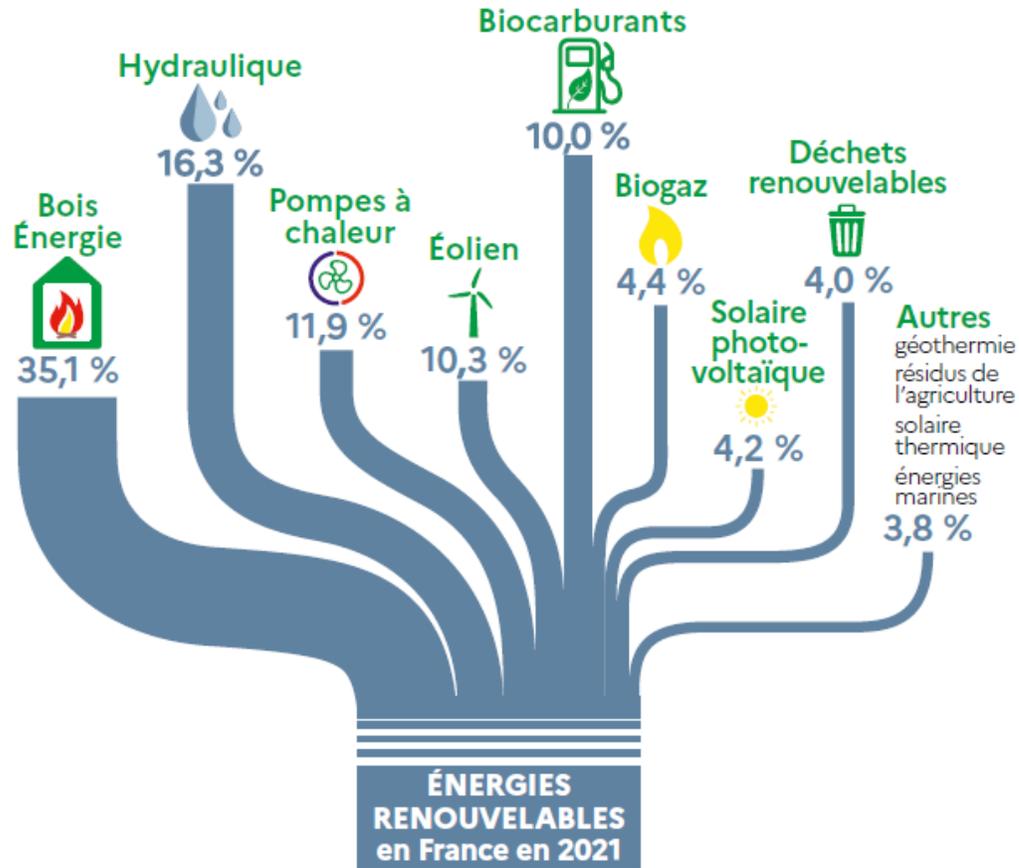


# Interactions entre énergies renouvelables et sols ; bois-énergie, méthanisation et agri-photovoltaïsme



## ➤ Parts relatives des différentes EnR

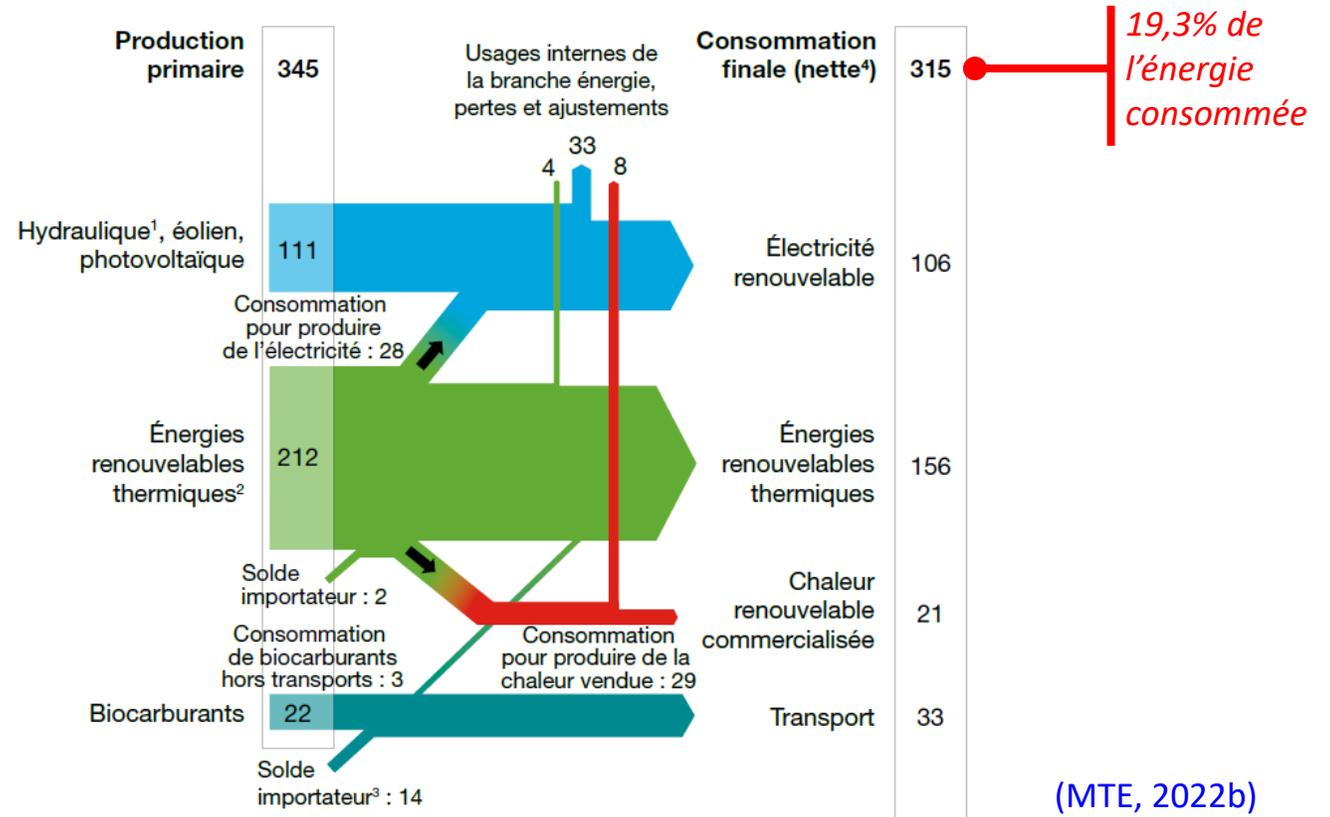
### Consommation d'énergie primaire renouvelable en 2021 :



(MTE, 2022b)

### Consommation primaire vs finale d'EnR : (déperdition principalement liée à la conversion de bois en électricité)

En TWh



(MTE, 2022b)

<sup>1</sup> Y compris énergies marines, hors accumulation par pompage.

<sup>2</sup> Hors biocarburants.

<sup>3</sup> Importations - exportations.

<sup>4</sup> Nette de l'énergie consommée par la branche énergie pour ses usages propres et des pertes de transformation, de transport et de distribution.

Source : calculs SDES

# ➤ Coûts approximatifs des EnR

## Deux sources à prendre « à la louche » :

	Financing rate (%)	Capital costs (\$/kW)			Capacity factor (%)			Fuel, CO <sub>2</sub> and O&M (\$/MWh)			LCOE (\$/MWh)		
		All	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030
<b>European Union</b>													
Nuclear	8.0	6 600	5 100	4 500	75	75	70	35	35	35	150	120	115
Coal	8.0	2 000	2 000	2 000	20	n.a.	n.a.	120	205	275	250	n.a.	n.a.
Gas CCGT	8.0	1 000	1 000	1 000	40	20	n.a.	65	95	120	100	150	n.a.
Solar PV	3.2	790	460	340	13	14	14	10	10	10	55	35	25
Wind onshore	3.2	1 540	1 420	1 300	29	30	31	15	15	15	55	45	40
Wind offshore	4.0	3 600	2 020	1 420	51	56	59	15	10	5	75	40	25

(Bhutada, 2022)

Cour des Comptes (2021) et ADEME (2021) plus proches des estimations de l'IEA (2021)

LCOE = levelised cost of electricity (IEA, 2021)  
CCGT = combined-cycle gas turbine

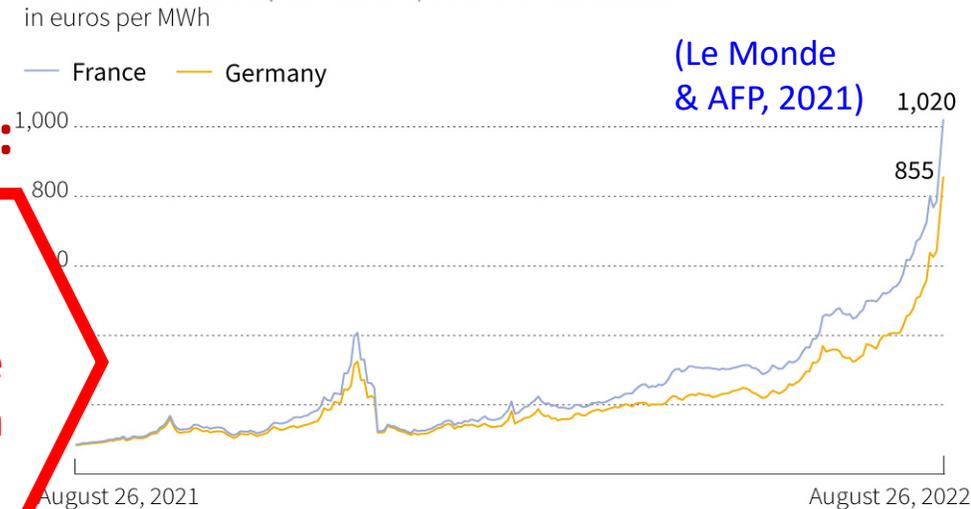
## Des prix qui deviennent compétitifs avec la crise :



EPR de Flamanville : 19,1 Md€ ~ 1650 GW soit 1,3 Md€ / TWh (de quoi équiper 19 000 ha en APV ~ 22,8 TWh)

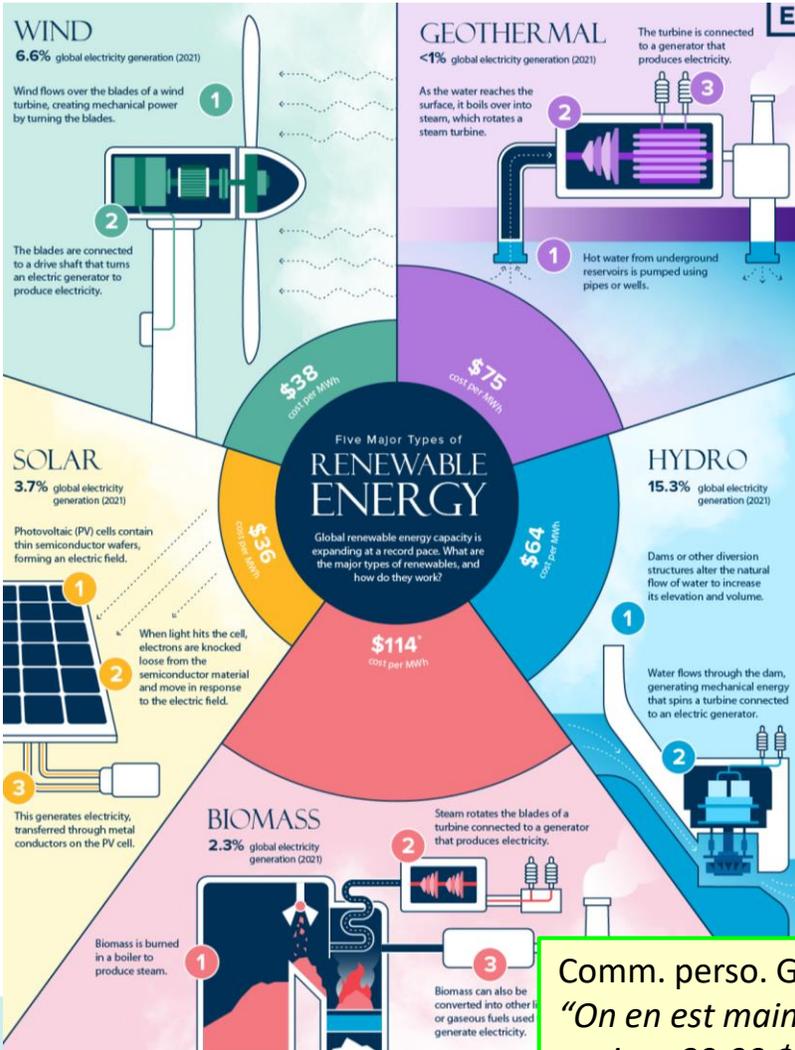
Comm. perso. GRDF : Biomasse "On en est maintenant à plutôt à environ 80-90 \$/MWh"

et protéger les sols



\*European Energy Exchange (EEX)

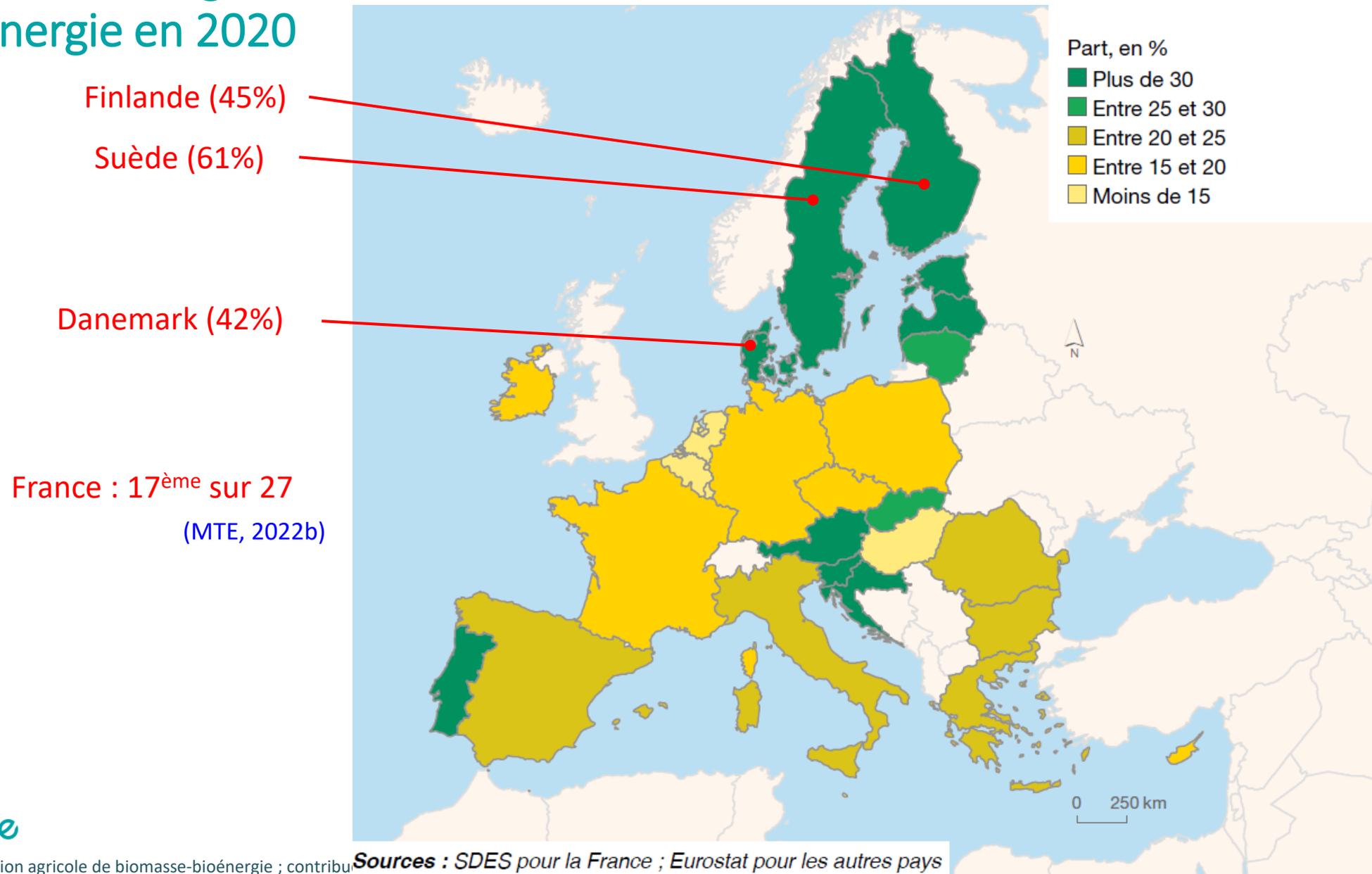
Source: Bloomberg, closing prices except for Aug 26 (1115 GMT for France), 1208 GMT for Germany



Production agricole de biom

18 janvier 2023 / Visite IHES à INRAE (Avignon) / P. Renault

## ➤ Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2020



## ➤ Bois-énergie : problématiques / défis actuels

**En préalable :** Nécessité d'une approche systémique commune aux bois d'œuvre , bois industrie et bois énergie ;

### **Concernant la production sur pieds :**

- **Dérèglement climatique** : impacts des tempêtes et sécheresses, risques d'incendie, sensibilité aux insectes (scolytes ...) et champignons parasites (*l'adaptation au changement climatique nécessite un accompagnement actif ~ 150 M€ / an*) ;
- **Régénération freinée** lorsque le grand gibier est en surnombre (la moitié des forêts domaniales) et production sur pieds affectée (*Trou de production prévisible imputable à l'érosion du repeuplement (Cour des Comptes, 2020)*) ;
- **Gestion et « santé des sols »** : tassement, menu-bois récolté ou non, coupes rases ou non, reboisement passif ou actif ;

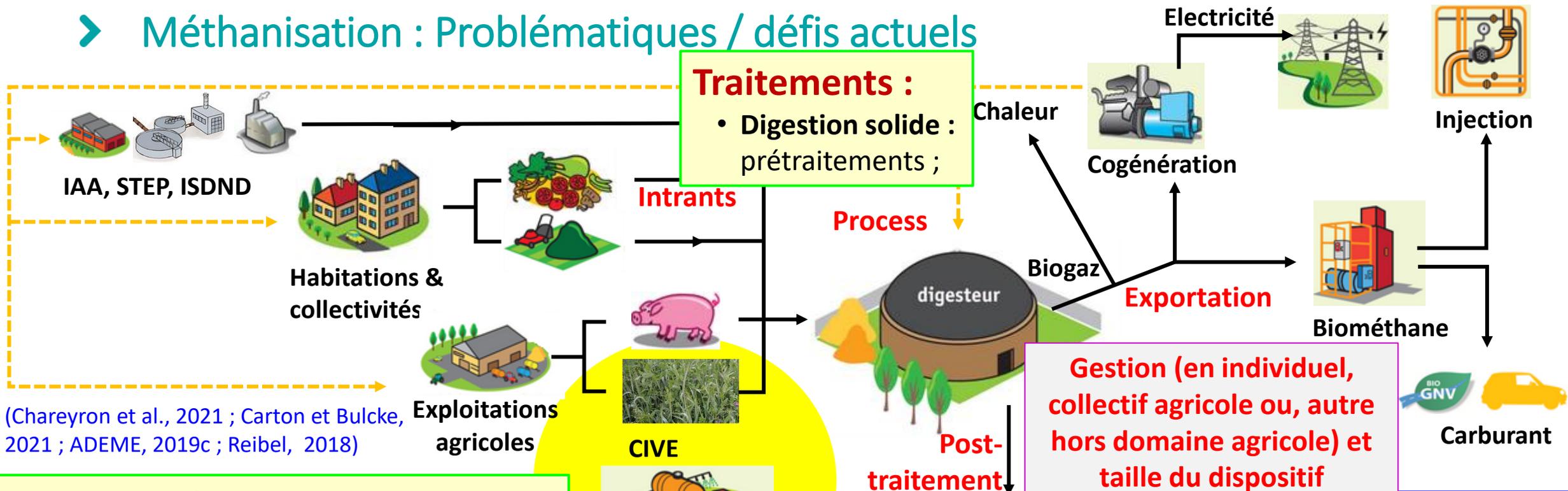
### **Exploitation des forêts : acceptabilité sociale (patrimoine, loisirs, sanctuaire menacé ...) :**

- **Incompréhension, menaces, vandalisme** ;
- **Mobilisation des propriétaires privés (3,3 M (ser et FBF, 2021) ou 3,5 M dont 2,2 M possédant moins de 1 ha (Cour des Comptes, 2021)) et règlementation** (documents de gestion pour la moitié des surfaces (celles > 25 ha) et réalisés qu'aux 3/4) ;
- **40% de la production de bois utilisée en provenance des forêts publiques (25% des surfaces)** ;

### **Une filière bois déficiente (morcelée, inadaptée ...) :**

- **Commerce** : importations (de plus en plus de produits transformés) -exportations (beaucoup de bois brut) = 7 Md€ (largement lié au secteur de la construction, du papier carton et de l'ameublement ; déficit croissant) ;
- **Demande plus importante en résineux** (72% des surfaces en feuillus dominants, 28% en résineux dominants (ser et FBF, 2021)).

# ➤ Méthanisation : Problématiques / défis actuels



(Chareyron et al., 2021 ; Carton et Bulcke, 2021 ; ADEME, 2019c ; Reibel, 2018)

## CIVE, pour être rentable :

- **Calendrier** : faire durer les CIVE d'hiver, semer tôt les CIVE d'été ;
- **Fertilisation N** : risque d'effet inverse au CIPAN, si possible à partir des digestats ;
- **Eau** : stock pour culture suivante ? besoins d'irrigation ?
- **Impact sur rendements** en contexte CC ?

## Impact des épandages

- **Biodiversité ?**
- **Propriétés physiques ?** (stabilité structurale, structure, rétention d'eau, infiltrabilité ...)
- (Polémiques restant autour de C).

Risque « lait co-produit » de la production d'énergie ? Impacts sur AE et BEA ?

## Durabilité économique :

Certains modèles fragiles :

Modèles d'activité de méthanisation	Internalisation et symbiose	Externalisation partielle et technologie générique	Céréalière en injection	Petits collectifs d'agriculteurs
Porteurs des projets	Éleveurs individuels	Éleveur (+ quelques associés)	Céréalière (+ quelques associés)	Céréalières et/ou éleveurs (5-10 associés)
Début des projets	Début des années 2010	Fin des années 2010		
Technologie	Cogénération	Cogénération	Injection	Injection ou cogénération
RCAI/kWe	580 à 850€/an	-510 à 80 €/an	400 à 700€/an	450 à 650€/an

et al., 2021, 2020 ; Jeanne, 2021)

Les modèles d'activité de méthanisation. (©Alexandre Berthe)

## ➤ Agri-photovoltaïsme : Problématiques / défis actuels

**Défis technologiques** : nouvelles générations de cellules photovoltaïques principalement liées à de nouveaux composés au niveau des jonctions, recyclage des panneaux solaires en fin de vie (i.e. après 25-30 ans) ;

### **Fonctionnement biophysique des systèmes de culture et d'élevage en agri-PV** (Louarn et al., 2022) :

- Impacts **sur le microclimat** des parcelles/serres, **sur les plantes** et leurs interactions avec le milieu, **sur la biodiversité** des agroécosystèmes, **sur les bioagresseurs et les maladies** des cultures ? (Idéotypes ?)
- Impacts **sur la physiologie et le comportement des animaux**, et les **problématiques sanitaires** d'élevage en extérieur ?
- Impacts **sur les sols** (stockage de C, cycles biogéochimiques), **les émissions de GES**, et le **bilan énergétique** ?
- Impacts sur la mortalité de certaines espèces due aux panneaux (e.g. chauves-souris...) ou à la prédation (volailles ... ) ?

### **Gestion, pilotage de l'agri-PV à différentes échelles** (Louarn et al., 2022) :

- **La résilience des exploitations est-elle améliorée par l'agri-PV** face aux aléas climatiques et économiques ?
- Possibilité de **réguler les aléas climatiques**, **déployer des stratégies** prophylactiques, **optimiser les revenus** agric./électr. ?
- Définition d'indicateurs agrégés évaluant la pertinence d'une installation dans un contexte donné ?
- Réorganisation du travail induit par l'agri-PV ? Quelles évolutions des pratiques ?

### **Pour une bioéconomie à l'échelle des territoires** (Louarn et al., 2022) :

- Contributions de l'agri-PV à une bioéconomie territoriale ?
- Quelles configurations économiquement durables et socialement acceptables (impact paysager ...) ?
- Quelles modifications introduire dans le droit agricole pour orienter ces projets ?

# L'accompagnement par les politiques publiques internationales, européennes et françaises



**INRAE**

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

# ➤ A l'international, une prise de conscience de la dégradation des sols

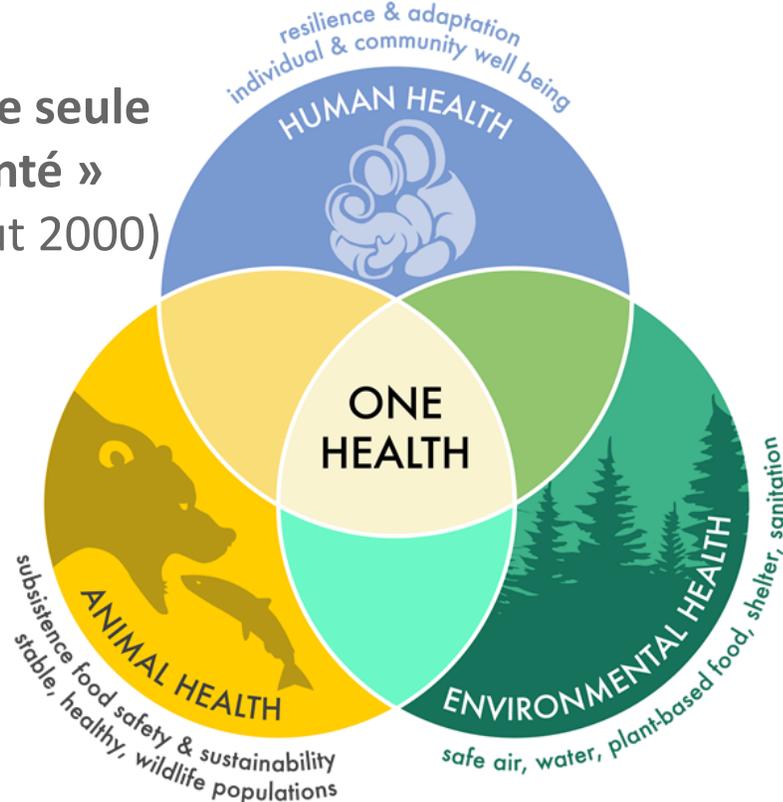
Les sols et l'énergie dans [les ODD de l'ONU \(2015\)](#)

Les 3 conventions de Rio (1992) : CDB (biodiversité, (UN, 1992b)), CCNUCC (chang. climatiques, (UN, 1992b)) et CNULD (désertification, (UN, 1992b))

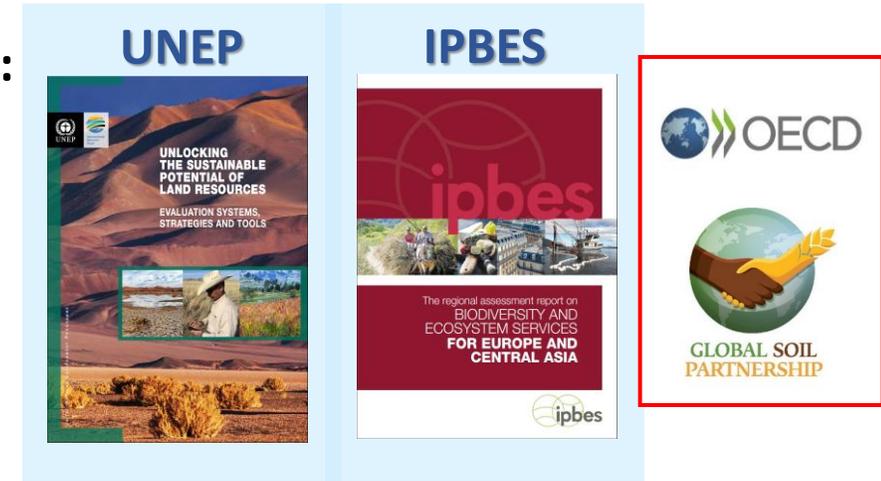
➔ les sols à leur croisée



« Une seule Santé » (début 2000)



Différentes structures :  
FAO, PNUE, PNUD,  
UNESCO, OCDE, GIEC,  
IPBES, Partenariat  
Mondial pour les Sols



**La proposition du 4 pour 1000 (COP21, France, 2015) :** « [...] si l'on pouvait, sur l'ensemble des sols mondiaux, obtenir une augmentation de la teneur en C de 4 pour 1000, c'est-à-dire lorsque l'on a une tonne de carbone dans un sol par ha, augmenter ce stock de 4 kg par ha et par an. On aurait, à ce moment-là, un effet de stockage qui reviendrait pratiquement à stopper l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique. » (J.F. Soussana dans rfi (2015))

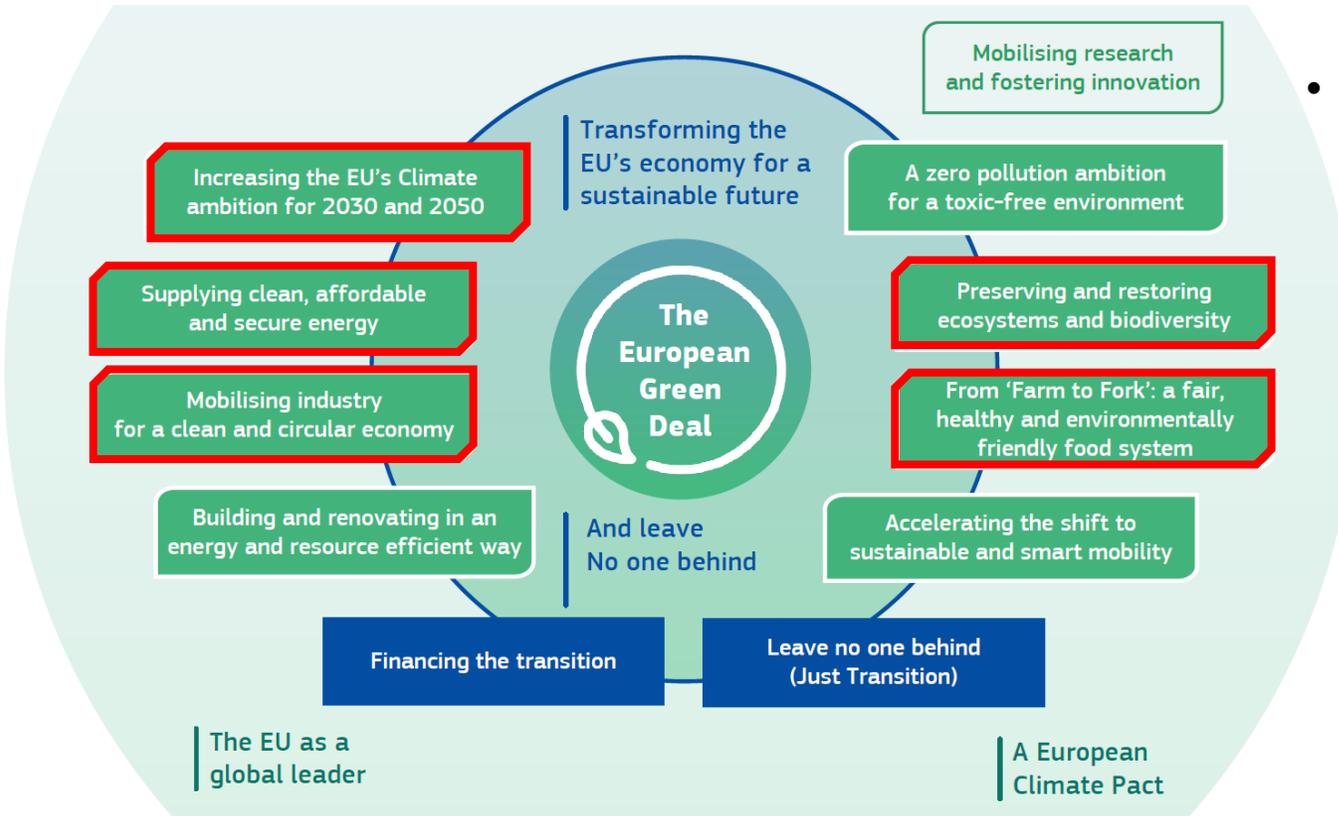
INRAE (Vayssier-Taussat et Caquet, 2020)

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

## ➤ Au niveau européen

### Les différentes facettes du Pacte Vert (EC, 2019) :



### Objectifs pour 2030 :

- GES : réduction  $\geq 50\%$  / 1990, neutralité C pour 2050) (EC, 2019) ;
- EnR  $\geq 32\%$  d'ici 2030 (EP and Council, 2018), voire 38-40% (?) (EP and Council, 2021).

INRAE

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

### Une proposition législative dédiée à la santé des sols d'ici 2023 à la suite :

- d'une résolution du Parlement Européen du 28 avril 2021 sur la **protection des sols** (EP, 2021) ;
- d'une communication de la Commission au Parlement Européen et au Conseil du 17/11/2021 : **EU Soil Strategy for 2030; Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate** (EC, 2021b)

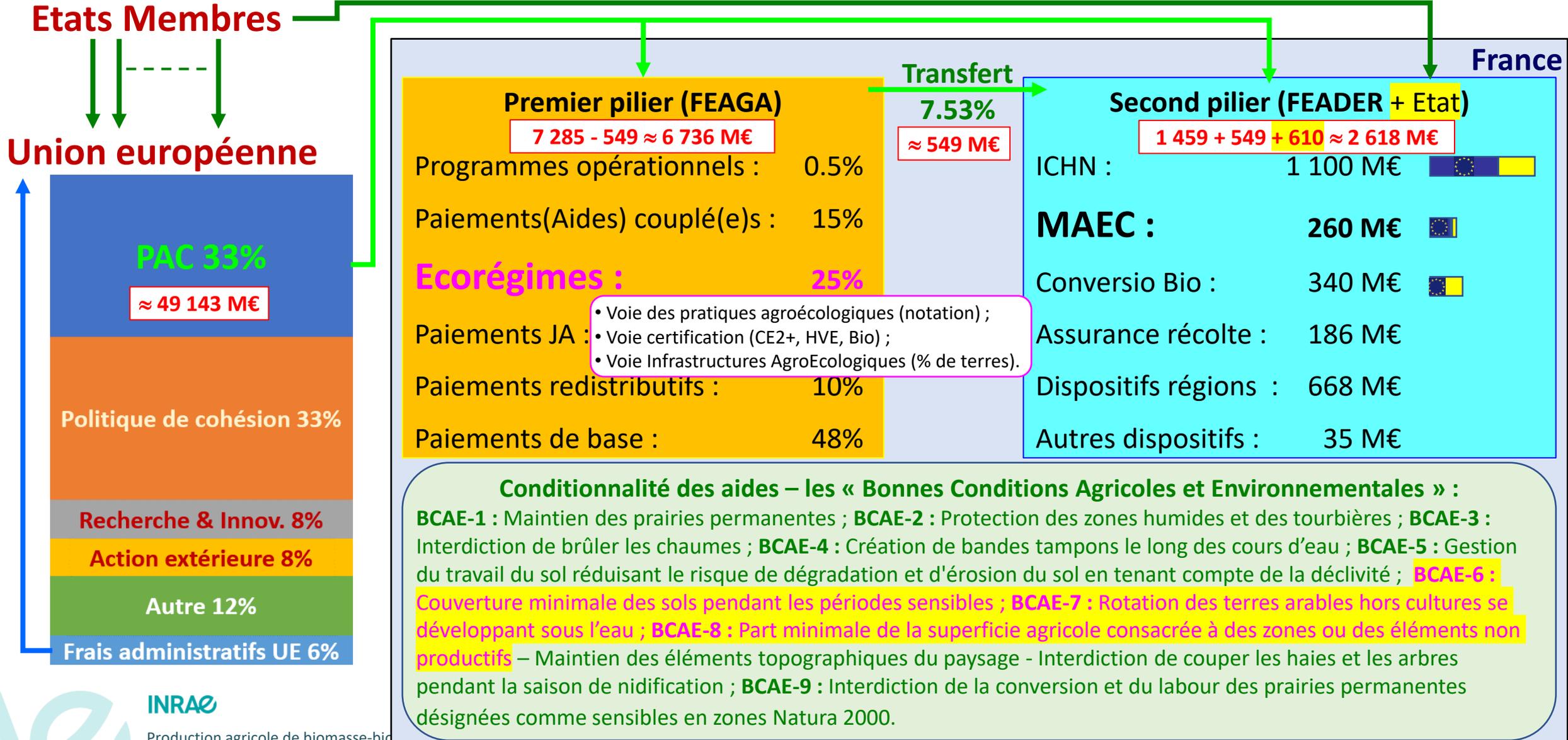
**PAC 2023-2027** : Ecorégimes, MAEC, conditionnalité aides (CRA Normandie, 2022 ; Marchand, 2022 ; XXXXXX) ;  
**Révision de la Directive RED-II** (EP and Council, 2021)

### Des recherches très actives en soutien aux politiques publiques :

- **3 des 5 Missions d'Horizon Europe** concernent (1) l'adaptation au changement climatique, (4) des villes climatiquement neutres et intelligentes, et (5) un pacte pour les sols en Europe ;
- **De multiples Calls** sur les sols et le climat ;
- La création de l'**European Union Soil Observatory** (EUSO).

# En France : la déclinaison nationale de la PAC 2023-2027

Prév. 2024



## ➤ En France : Les paiements pour services environnementaux (PSE)

### Une stratégie ancienne d'utilisation des Services Environnementaux (SE) dans les politiques Publiques (PP) (Antona et Bonin, 2010) :

- L'exemple de dispositif mis en place par Vittel dans les années 1980 (proposition faite aux agriculteurs en 1988) (Perrot-Maître, 2006) ;
- Travaux d'économistes marquant le début des publications sur les PSE (Pagiola, 2002 ; Landell-Mills et Porrás, 2002).

Une définition par le CIFOR (Center for International Forestry Research) :

Un PSE est une **transaction volontaire**, où un **service environnemental (SE) bien défini** – ou un usage pouvant assurer la fourniture de ce SE – est « **acheté** » par (au moins) un **client de SE** à (au moins) un **fournisseur de SE**, et ce si et seulement si le **fournisseur de SE assure la fourniture ininterrompue du SE** (conditionnalité).

(Wunder, 2005)

### Le plan Biodiversité (2018) et son action 24 (MTE, 2018a) :

(**Axe 2** - Construire une économie sans pollution et à faible impact sur la biodiversité ;

**Sous-Axe 2.2** - Faire de l'agriculture une alliée de la biodiversité et accélérer la transition agroécologique ;

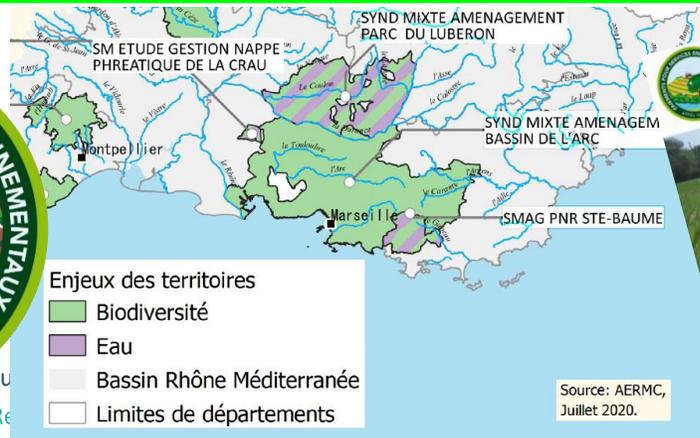
**Action 24** - Mettre en place les paiements pour service environnementaux

En région SUD, 4 projets sélectionnés en 2020 par l'AE Rhône-Méditerranée-Corse :

INRAE

Production agricole de biomasse...

18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Re...



# ➤ En France : stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB) et stratégie nationale bas carbone (SNBC)

**Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)** (Hollande et al., 2015)

-----> **Loi énergie et climat** (Macron et al., 2019)

**Stratégie française pour l'énergie et le climat - Programmation pluriannuelle de l'Énergie (PPE) 2019-2023 2024-2028** (MTES, 2018a) :



**Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB)** (MTE, 2018b)

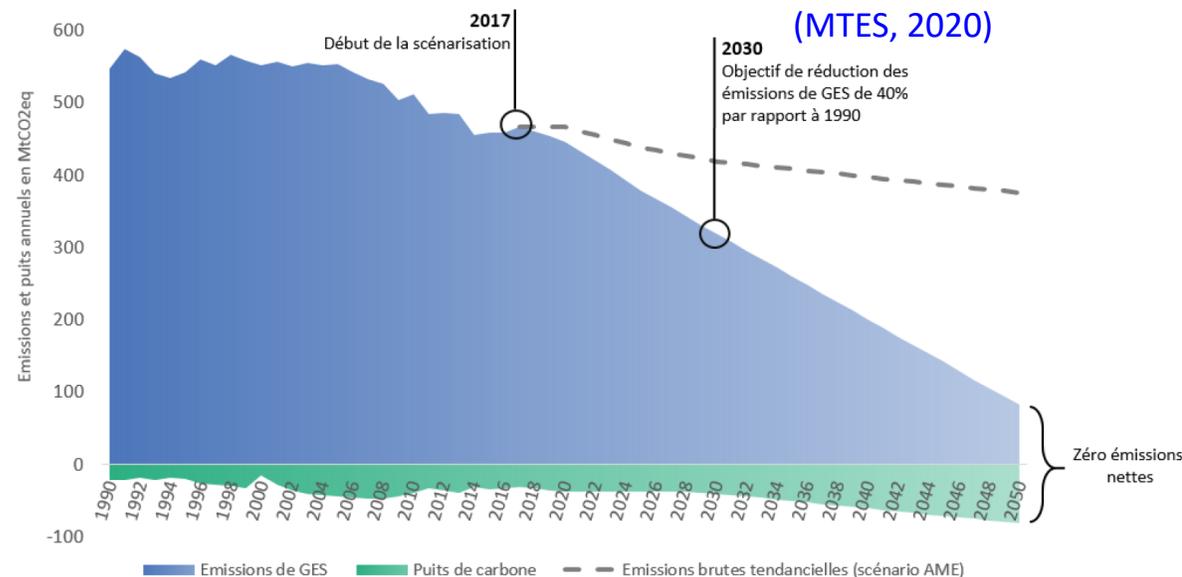
**Stratégie nationale pour la bioéconomie**

**Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)** : feuille de route pour lutter contre le changement climatique *via* une transition vers une économie bas C, circulaire et durable ; une trajectoire de réduction des émissions de GES jusqu'à 2050.

**SNBC-1 (2015)** : -40% en 2030 [base 1990], neutralité carbone en 2050

**SNBC-2 (2020)** : « accélération »

**SNBC-3 (2023)** : « accélération »



Les émissions « tendancielle » sont calculées à l'aide d'un scénario dit « Avec Mesures Existantes » qui prend en compte les politiques déjà mises en places ou actées en 2017.



INRAE

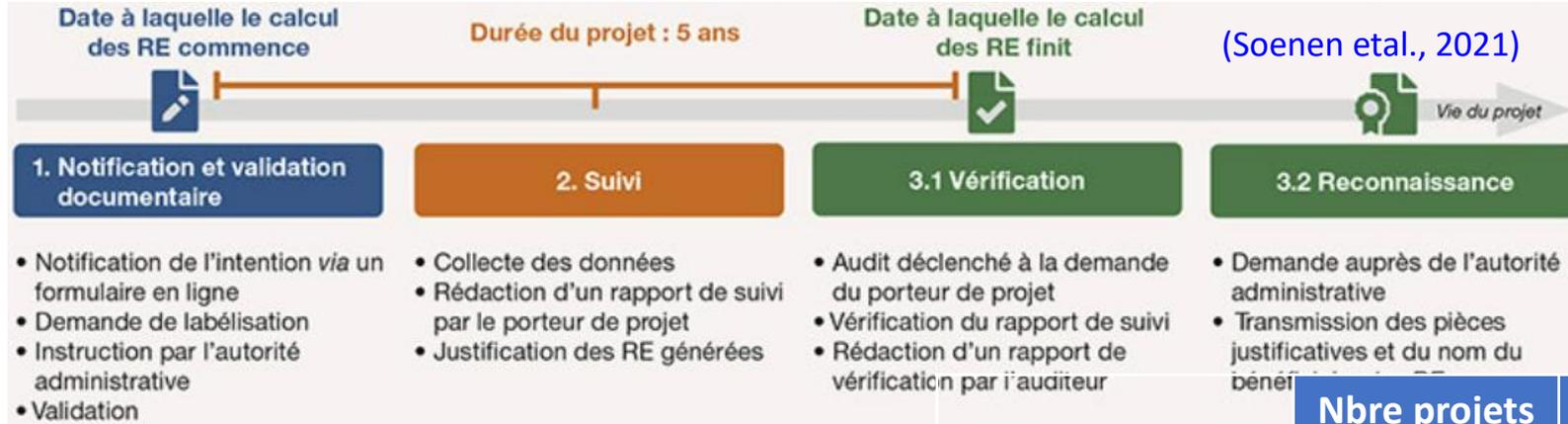
Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

# ➤ En France : le Label Bas Carbone (LBC) encore très peu valorisé ; vers un cadre européen

## Le principe (Nogues et al., 2021) :

- Un acteur privé/public finance volontairement **un projet local** dit additionnel, i.e. allant au-delà de la réglementation/des pratiques usuelles;
- Le projet s'appuie sur **une méthode approuvée** par le MTES ;
- Différentes étapes dans la vie du projet (dont vérification par **tiers indépendant**) :



- L'acheteur peut se prévaloir de ces réductions d'émissions et afficher cette compensation (crédit carbone en t CO<sub>2</sub> évitées/séquestrées).

~ **299 projets au 11/10/2022 :**



Pour 284 d'entre eux

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone  
18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

	Nbre projets	t CO <sub>2</sub> e	% financé
Balivage	3	1 636	35%
Boisement	159	262 443	25%
Reboisement	115	207 906	32%
CARBON AGRI	1	138 766	20%
Plantation vergers	6	8 336	0%
<b>TOTAL</b>	<b>284</b>	<b>447 922</b>	<b>33%</b>

## Méthodes

### - forestières :

- Boisement ;
- Reboisement ;
- Balivage ;
- ... + 4 méthodes en cours d'évaluation.



### - agricoles :

- Elevages bovins et grandes cultures ;
- Arboriculture plantation de verger ;
- Grandes cultures ;
- Haies (version 2) ;
- SOBAC'ECO-TMM ;
- Ecométhane ;
- ... + 7 méthodes en cours d'évaluation.

2 méthodes liées à la méthanisation en cours d'évaluation

Vers un cadre européen de certification des absorptions de C fin 2022 (EC, 2021a)

(<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Projet%20site.xlsx>) P. 42

# Conclusions



**INRAE**

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols  
18 janvier 2023 / Visite IHEST à INRAE (Avignon) / P. Renault

## ➤ Conclusions - 1

- Les objectifs de la SNBC pour 2050 : **des émissions nettes nulles de GES (en éq. CO<sub>2</sub>) en 2050 ... pour partie grâce à la biomasse-énergie à hauteur de 400-450 TWh (SNBC-3 en attente de test de scénario) ;**
  - (la consommation de biomasse pour produire de l'énergie étant compensée par sa « régénération ») ;
- Des points de vigilance :
  1. **La préservation, la restauration et l'utilisation durable des sols** (réglementation UE à venir en 2023) ;
  2. **La transition agroécologique** avec notamment la conditionnalité d'aides PAC aux Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE), dont la BCAE 8 imposant **le respect d'un pourcentage minimum de surfaces non productives** (haies, jachères, bandes enherbées) voire pour partie en cultures dérobées fixatrices d'azote ;
    - Une compétition accrue pour les surfaces agricoles entre productions à des fins alimentaires (ou autres : fibres, plantes médicinales ...) et d'énergie ;
    - La nécessité du maintien des surfaces en forêts, en prairies permanentes, en zones humides (stockage de C, biodiversité ...) ;
    - La stockage impératif de C organique dans les terres en grandes cultures, limitant les exportations ;
    - Evolution envisageable : l'augmentation des protéines végétales dans l'alimentation (sans toucher aux surfaces en prairies permanentes !) → diminution des émissions de GES et des surfaces pour l'alimentation animale (maïs fourrage ...) ;



## ➤ Conclusions - 2

- Actuellement, les énergies biomasses sont par ordre d'importance décroissante (MTE, 2021a) :
    1. Le **bois** : ~ 96 TWh (93 TWh en chauffage + 2,7 TWh en électricité) ;
    2. Les **biocarburants** : 35 TWh ... MAIS ...
    3. Le **biogaz** et le CH<sub>4</sub> épuré : ~ 12,9 TWh (10,9 TWh non purifié + 2 TWh en biométhane (purifié) injecté dans les réseaux de gaz) → en croissance très rapide ;
      - **Bois-énergie** : en expansion ; (i) un potentiel à évaluer (en tenant compte des zones sanctuarisées, des autres usages du bois ...) : ~ 17 Mha de forêt avec une production moyenne de 5,6 m<sup>3</sup> bois.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> (IGN, 2012) agroforesterie ... et (ii) voir comment inciter les propriétaires privés à exploiter plus leurs espaces boisés ?
      - **Biogaz** : besoins de mieux appréhender les impacts des retours au sol respectivement de déchets frais, de digestat ou de compost de digestat, et ce en fonction de substrats de la méthanisation (déchets agricoles, urbains, domestiques ...). Attention : au-delà de ~4% de fuites, effet négatif en termes d'émissions de GES ;
      - **CIVE** : des ouvertures vers d'autres valorisations : biocarburants (éthanol ...) ...
  - Toutefois, d'autres énergies renouvelables dépendent pour partie de l'agriculture (MTE, 2021a) :
    1. L'**éolien** : ~ 43 TWh ;
    2. Le solaire photovoltaïque : ~ 13,5 TWh ;  
→ ambition de multiplier par 10 la filière (Macron, le 10 février 2022 à Belfort ([Lien](#))) ;
      - Une stratégie Win - Win : différentes activités sur les mêmes surfaces : agroforesterie, agrivoltaïsme ...
- INRAE** (Attention aux risques de détournements par rapport à la politique ZAN (la brebis alibi ...))

# Merci !

**INRAE** fortement impliqué dans de nombreuses initiatives européennes et nationales



**INRAE**

Production agricole de biomasse-bioénergie ; contribuer à la neutralité carbone et protéger les sols

18 janvier 2023 / Visite IHES à INRAE (Avignon) / P. Renault