



➤ ÉLEVAGE ET DÉCARBONATION DE L'AGRICULTURE

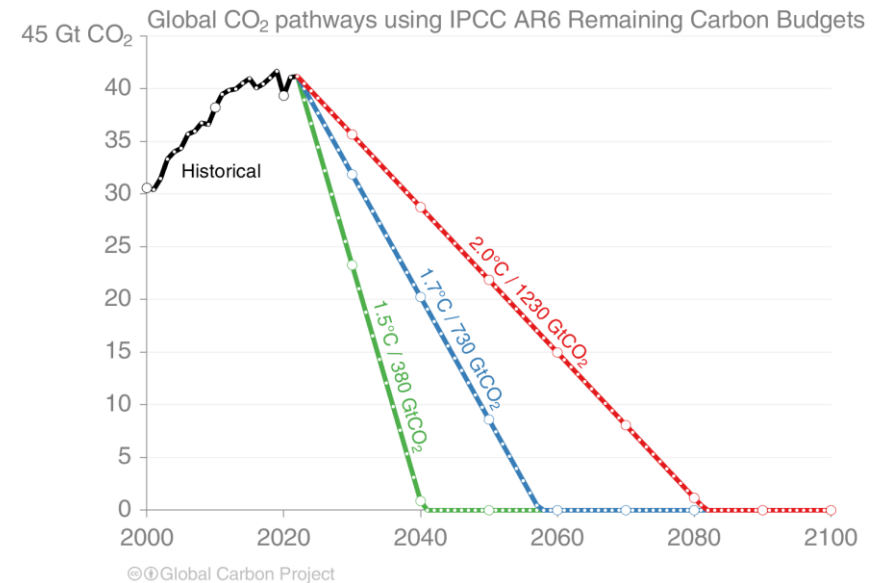
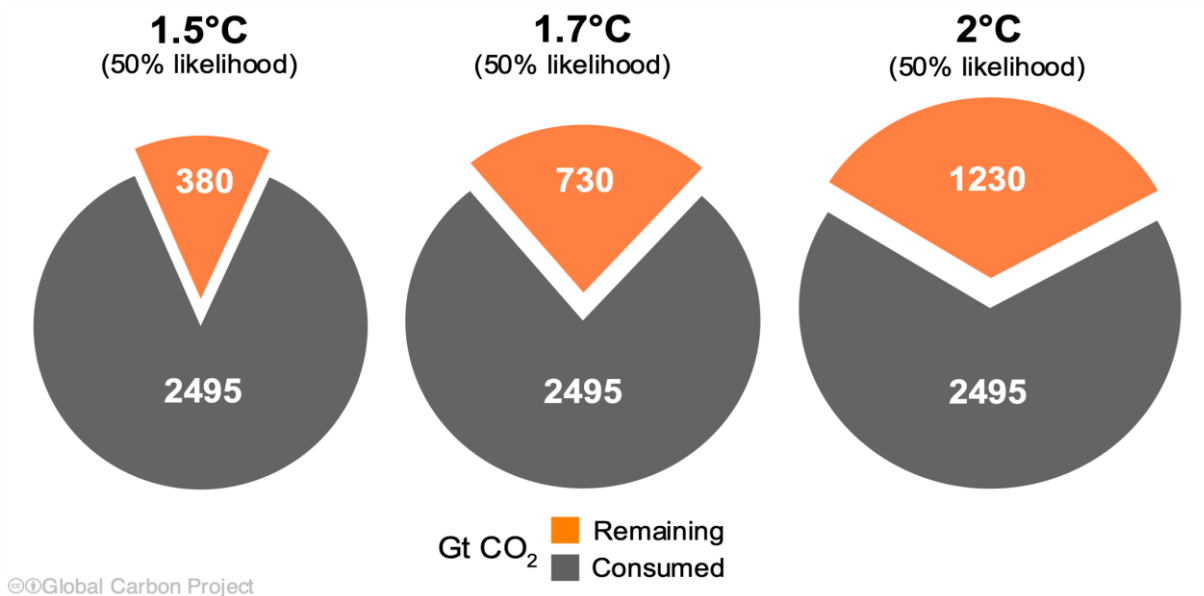
Claire Rogel-Gaillard

INRAE, Directrice scientifique adjointe Agriculture

➤ BUDGET CARBONE À L'ÉCHELLE MONDIALE

- Budget carbone restant pour limiter le réchauffement climatique à 1,5°C, 1,7°C ou 2°C d'ici 2050
- 2495 GtCO₂ émises depuis 1750

L'agriculture et les élevages sont des secteurs émetteurs de gaz à effet de serre (GES)



Les émissions mondiales de CO₂ doivent atteindre zéro pour limiter le réchauffement de la planète

➤ STRATÉGIE NATIONALE BAS CARBONE (SNBC)

- Feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique ;
- Orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable ;
- Définition d'une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 2050 avec des objectifs à court-moyen termes : les budgets carbone ;
- Deux ambitions :
 - atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050
 - réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français



La neutralité carbone

C'est un équilibre entre :

- les émissions de GES sur le territoire national ;
- l'absorption de carbone :
 - par les écosystèmes gérés par l'être humain (forêts, sols agricoles...);
 - par les procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone).



Facteur 6

La neutralité carbone implique de diviser nos émissions de GES au moins par 6 d'ici 2050, par rapport à 1990.

SNBC en cohérence avec les engagements de la France :

- auprès de l'Union européenne et dans le cadre de l'Accord de Paris
- de réduire d'au moins 40% ses émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2030 par rapport à 1990
- division par 6 pour atteindre 80 MtCO₂e en 2030 ; 458 MtCO₂e en 2015 et 445 MtCO₂e en 2018

➤ QUELLE TRAJECTOIRE POUR L'ÉLEVAGE ?

Les systèmes d'élevage ont un rôle à jouer pour Un monde - Une santé

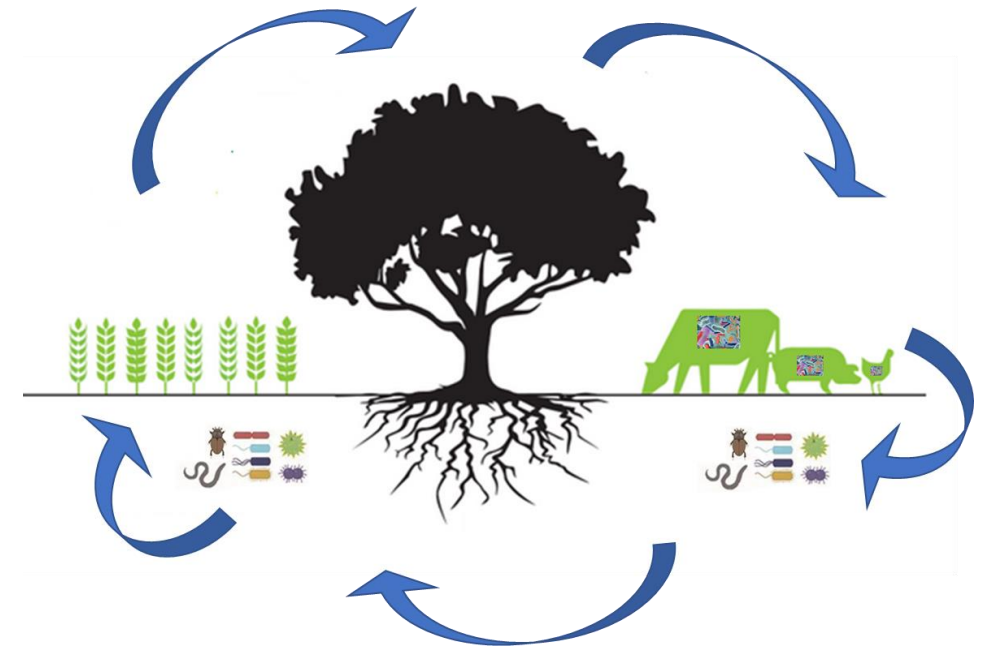
- Ils apportent des ressources nécessaires à la sécurité alimentaire mondiale
- Ils sont ancrés dans les territoires

Des transitions nécessaires

- Vers des pratiques durables et agroécologiques qui préservent les ressources et la biodiversité
- Une nécessité d'accélérer la réduction des émissions de GES
- Une évolution des régimes alimentaires

Parmi les questions posées :

- Effectif des cheptels
- Consommation de produits animaux dans l'alimentation humaine
- Localisation des élevages
- Couplage élevage et culture (lien au sol, prairies, séquestration de carbone)



Circulation de nutriments riches en azote, phosphore, potassium, soufre

➤ EMPREINTE CARBONE

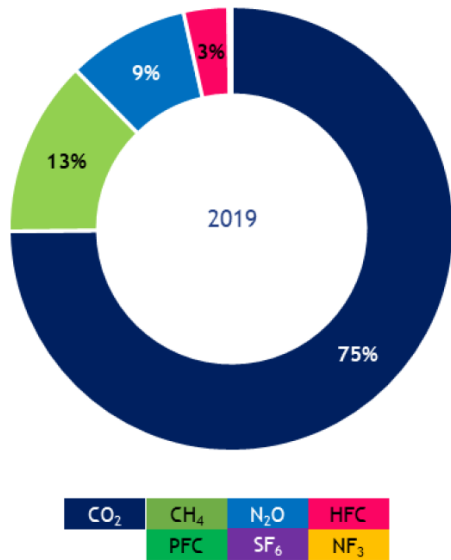
- **Empreinte carbone** = contenu carbone d'une activité humaine = mesure des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique
- **Unité de mesure** : gramme (ou tonne) d'équivalent CO₂ (ou carbone) – eq.CO₂
 - Créé par le GIEC, l'eq.CO₂ est l'unité de mesure utilisée pour comparer les émissions des GES sur la base de leur « potentiel de réchauffement global » (PRG)
- **Le dioxyde de carbone (CO₂) est considéré comme le gaz de référence**
 - Le PRG des GES est actuellement calculé pour 100 ans, durée de vie du CO₂ dans l'atmosphère
 - Le PRG du CO₂ est fixé arbitrairement à 1
 - Les PRG des autres GES sont mesurés relativement au CO₂ sur une période de 100 ans.

Un voyage en avion Paris-New York émet 1 tonne de CO₂, mais 2 tonnes de CO_{2e}

➤ COMPARAISON DU POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT GLOBAL DES GES

6 GES considérés dans le Protocole de Kyoto

Répartition des émissions de CO₂e par GES en France (Métropole et Outre-mer UE) hors UTCATF - en %



https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/Citepa_Rapport-Secten_ed2021_v1_30072021.pdf

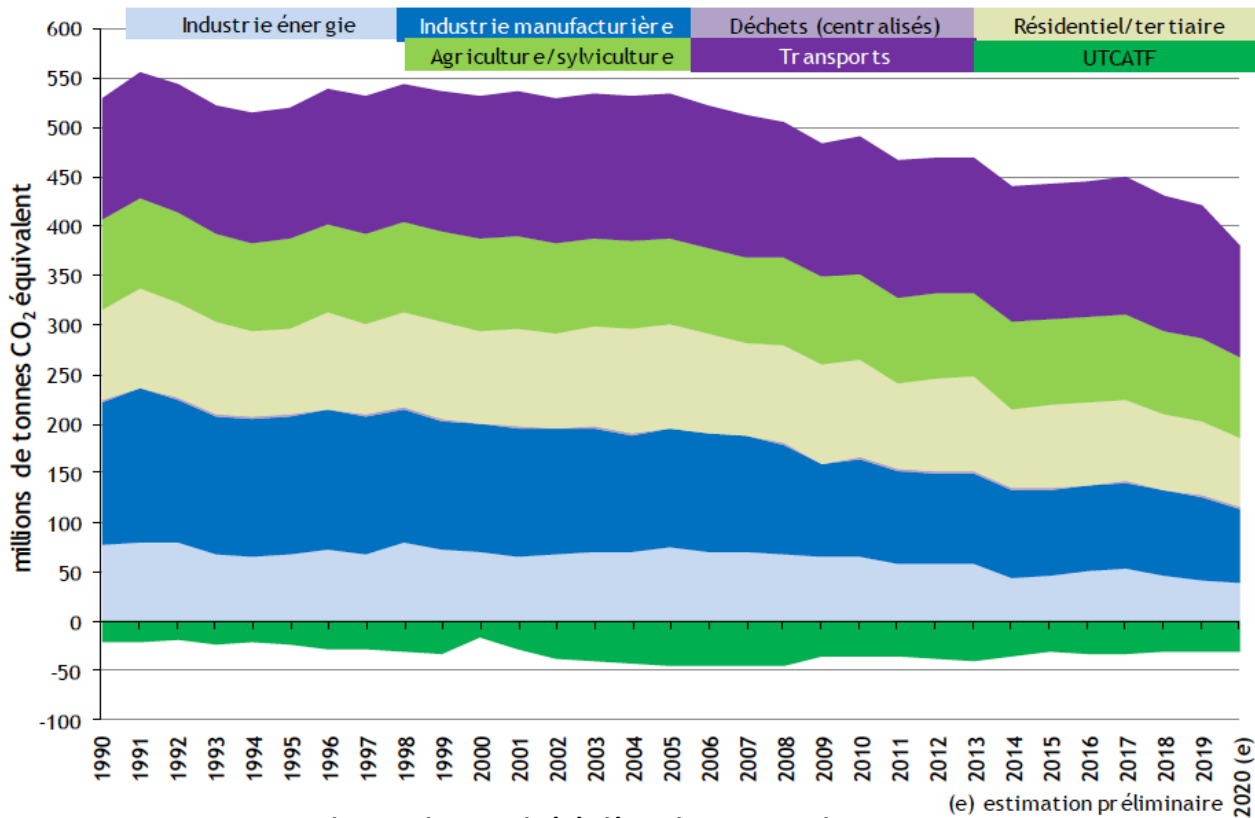
Gaz à effet de serre	Durée de vie (ans)	PRG sur 100 ans	Équivalent carbone (kilos)	Origine des émissions
Gaz carbonique (CO₂)	100	1	0,2727	Combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz), agriculture et élevage intensifs, déforestation
Méthane (CH₄)	12	25	6,27	Exploitation des rizières, des décharges d'ordures, des élevages bovins, des fuites sur les réseaux
Protoxyde d'azote (N₂O)	120	298	81,27	Industries du froid et automobile, excès d'épandages d'engrais
Les HFC (hydrofluorocarbures)	1,5 à 264	124 à 14 800	33,81 à 4 035,96	Systèmes de climatisation et de réfrigération
Les PFC (perfluorocarbures)	2 600 à 50 000	7 390 à 12 200	2 015,25 à 3 326,94	Systèmes de climatisation et de réfrigération, extincteurs
SF₆ (hexafluorure de soufre)	3 200	22 800	6 217,56	Équipements électriques et semi-conducteurs



Autre gaz à effet direct : Trifluorure d'azote (NF₃)

Gaz à effet indirect : Monoxyde de carbone (CO), Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), Oxyde d'azote (NO_x), Oxydes de soufre (SO_x)

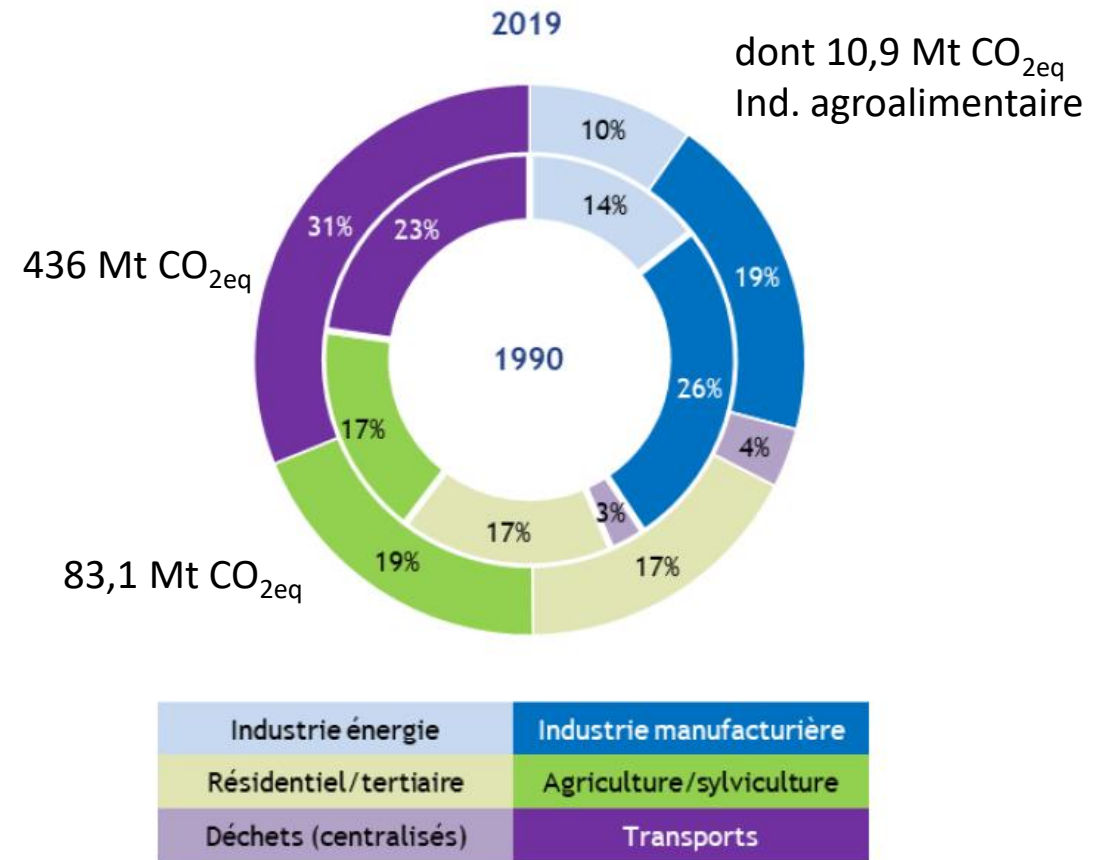
➤ LES ÉMISSIONS DE GES EN FRANCE



UTCATF : puits de carbone lié à l'Utilisation des Terres, aux Changements d'Affectation des Terres et à la Forêt

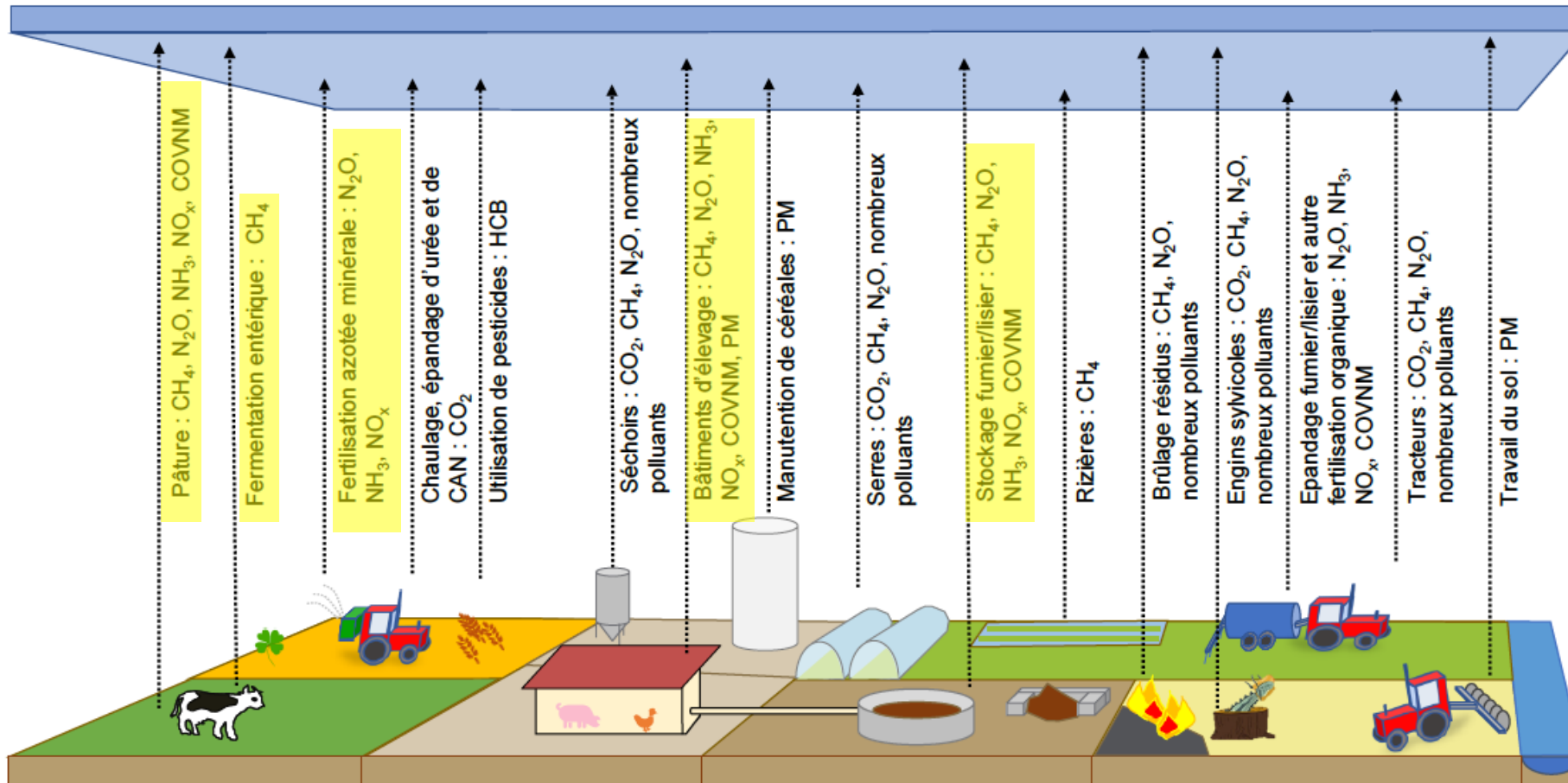
- Emissions par habitant (2018) : 4,9 t CO_{2eq} (moy. Europe : 6,8 t CO_{2eq})
- Emissions nettes importées : 227 MT CO_{2eq}
- Empreinte carbone par habitant : 6,6 t CO_{2eq} (moy. Europe : 7,8 t CO_{2eq})

Répartition des émissions de CO_{2e} hors UTCATF en France

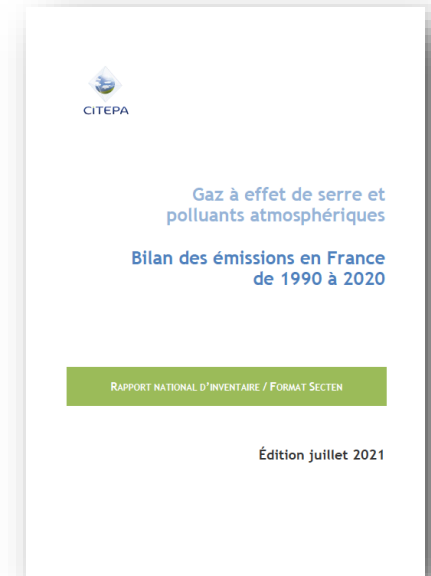


➤ LES ÉMISSIONS ASSOCIÉES À L'ÉLEVAGE EN FRANCE

Postes d'émission et polluants associés en agriculture/sylviculture



Elevage



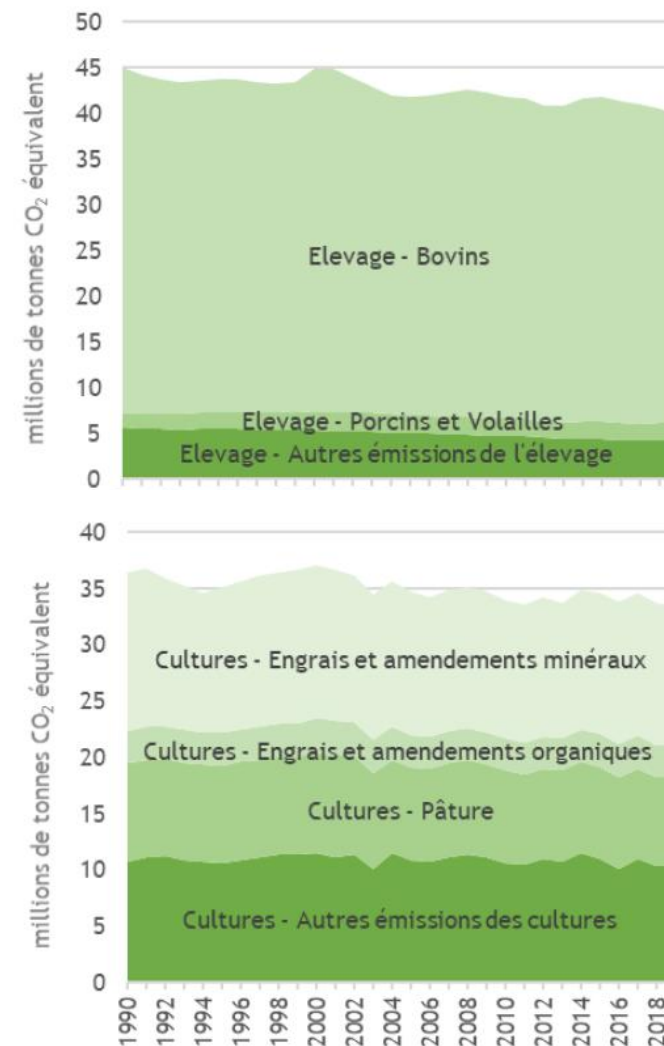
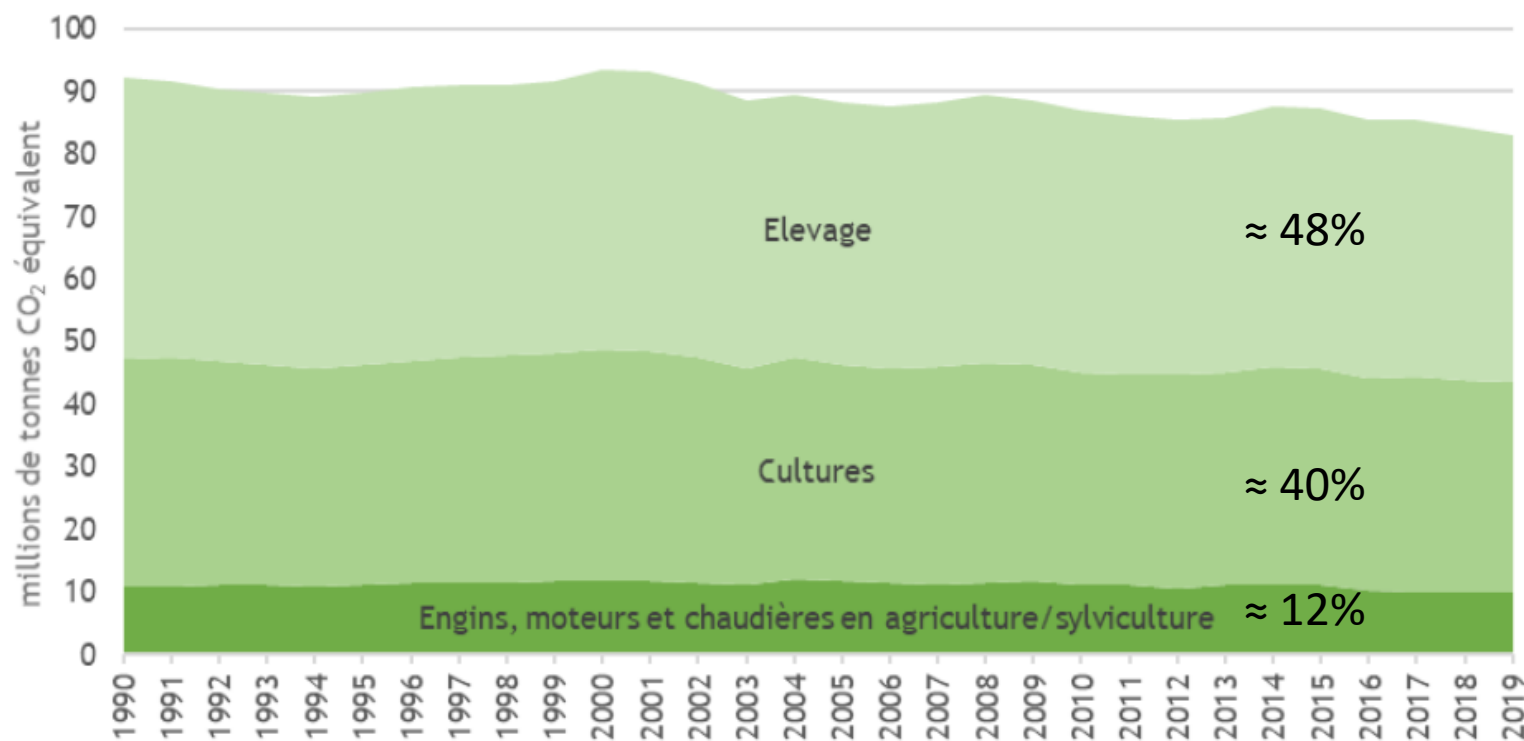
Source CITEPA / format SECTEN – juillet 2021

(CITEPA, 2021 ; https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/Citepa_Rapport-Secten_ed2021_v1_30072021.pdf)

➤ ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS ASSOCIÉES À L'AGRICULTURE

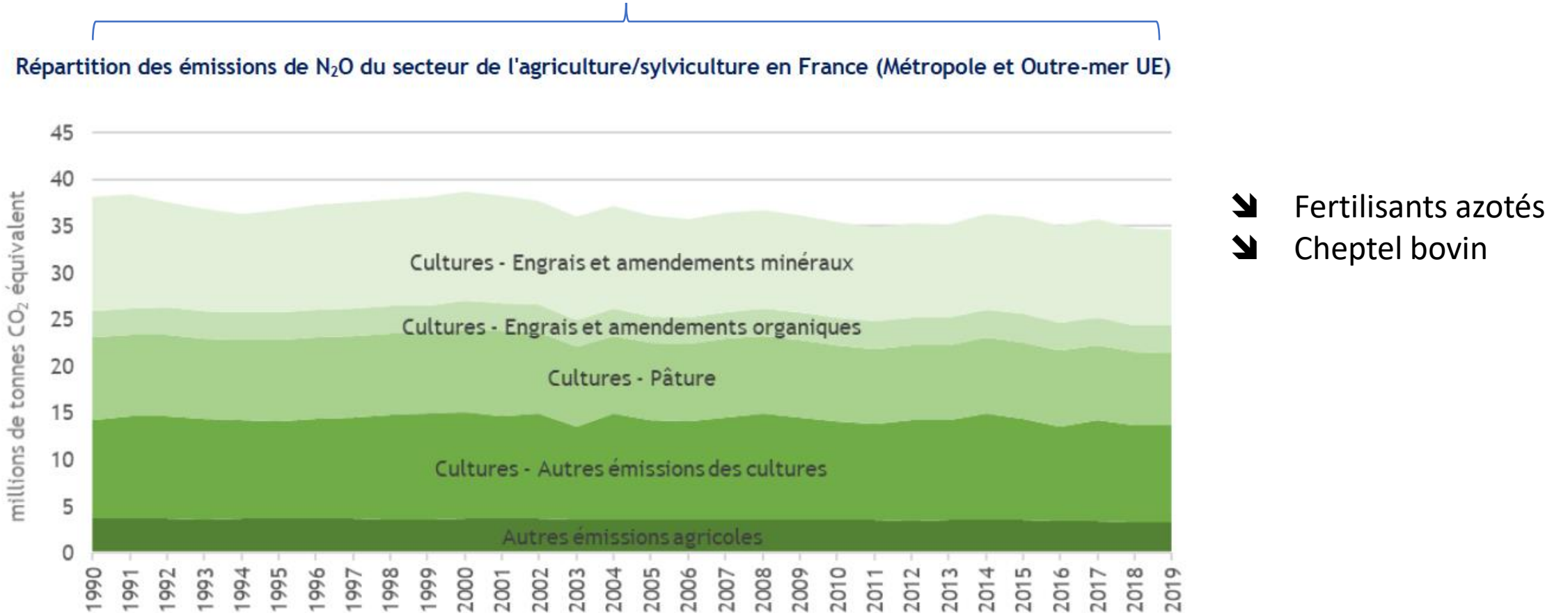
-10 % entre 1990 et 2019

Répartition des émissions de CO₂e du secteur de l'agriculture/sylviculture en France (Métropole et Outre-mer UE)



➤ LES ÉMISSIONS DE N₂O ASSOCIÉES À L'AGRICULTURE EN FRANCE

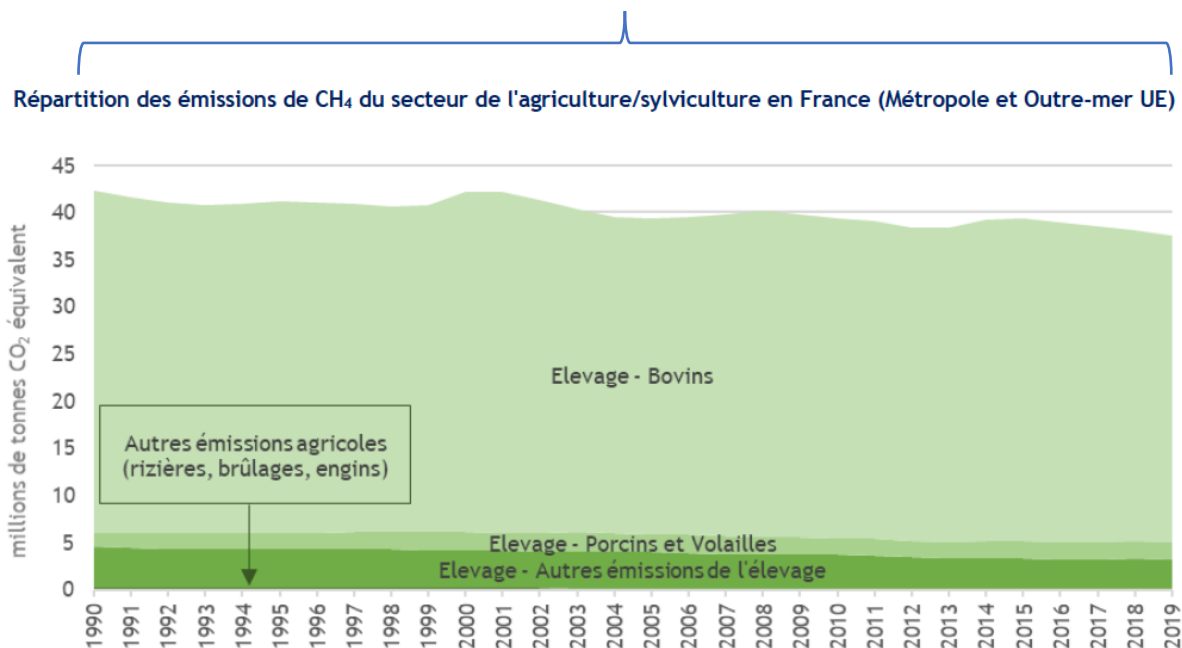
-9% entre 1990 et 2019



(CITEPA, 2021 ; https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/Citepa_Rapport-Secten_ed2021_v1_30072021.pdf)

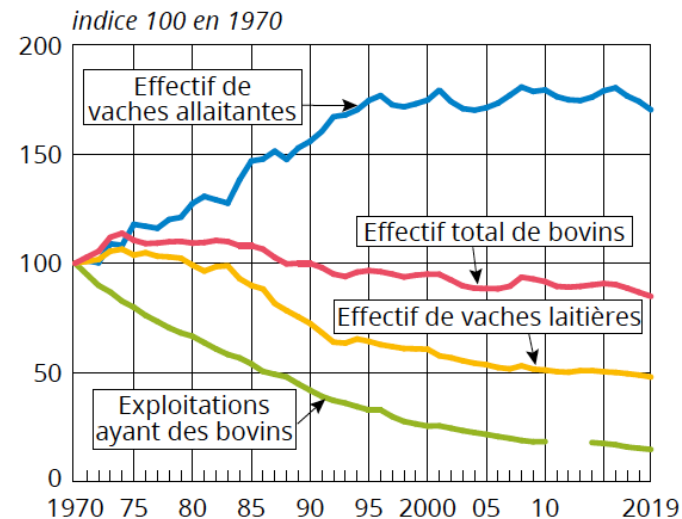
LES ÉMISSIONS DE CH₄ ASSOCIÉES À L'ÉLEVAGE EN FRANCE

-12,7 % entre 1990 et 2019



➡ Cheptel bovin

Élevages et effectifs bovins



1983¹ 2000 2010 2018 2019^P

Cheptel

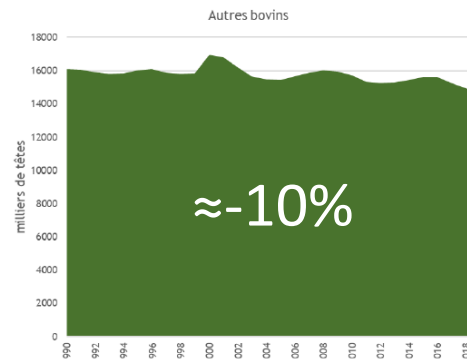
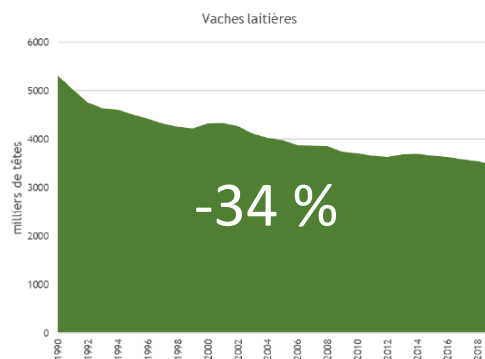
million de têtes

Total bovins	23,5	20,3	19,5	18,5	18,2
Vaches laitières	7,2	4,2	3,7	3,6	3,5
Vaches allaitantes	2,9	4,3	4,1	4,1	4,0

<https://agreste.agriculture.gouv.fr/>

(CITEPA, 2021 ; https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/Citepa_Rapport-Secten_ed2021_v1_30072021.pdf)

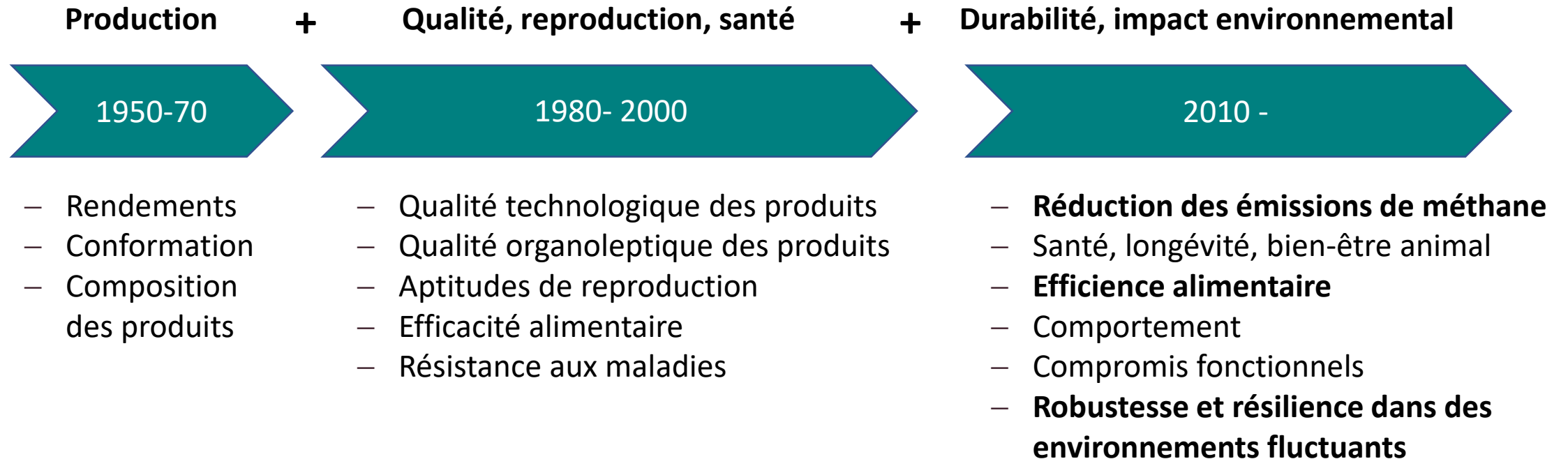
Evolution des cheptels bovins (périmètre Métropole et Outre-Mer inclus dans l'UE)



➤ Leviers pour l'atténuation

- CO_2 : Favoriser le stockage du carbone dans les sols en ralentissant le retournement des prairies et le drainage des zones humides, en favorisant l'agroforesterie ainsi qu'en stockant le carbone dans les sols des grandes cultures grâce à l'adoption de pratiques agroécologiques ; décarboner les intrants et l'énergie utilisée sur l'exploitation ; contribuer à la production d'énergie renouvelable.
- N_2O : Diminuer l'apport d'azote aux cultures et privilégier la fertilisation azotée organique ; diminuer les excédents d'apports protéiques dans les rations animales ; développer l'autonomie en protéines végétales via les légumineuses (co-bénéfice Carbone dans le sol) => plan protéines végétales ambitieux pour l'alimentation animale et humaine; gérer les résidus de culture.
- CH_4 : Améliorer la gestion des effluents d'élevage ; optimiser la conduite des troupeaux et limiter la fermentation entérique via des ajustements de l'alimentation animale (ex: apport de graines de lin, algues rouges, additifs), la sélection génétique et la réduction du nombre d'animaux non productifs (longévité, vêlages plus précoces).

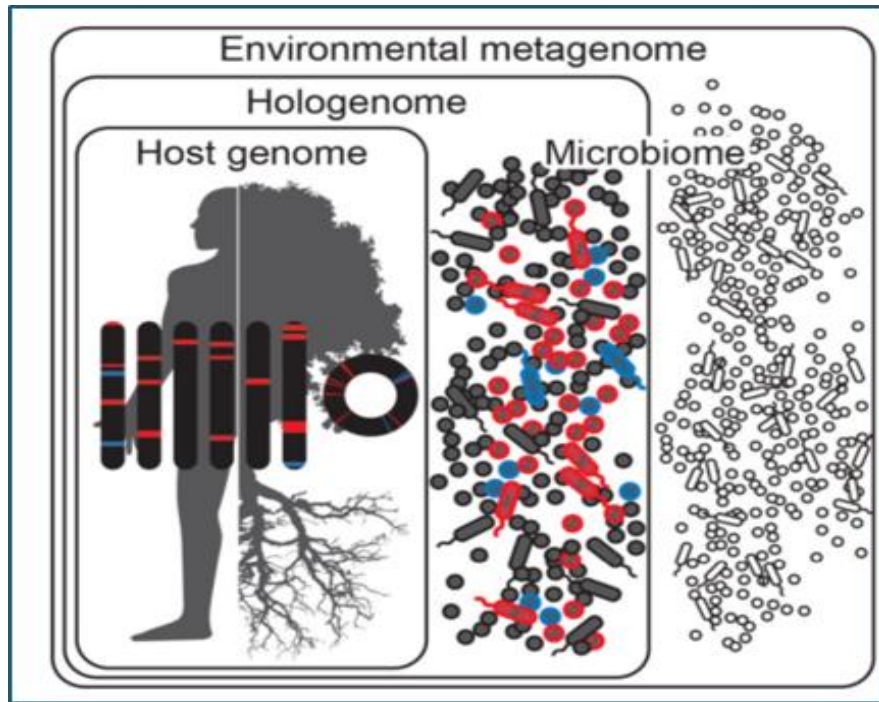
➤ MOBILISER LES RESSOURCES GÉNÉTIQUES



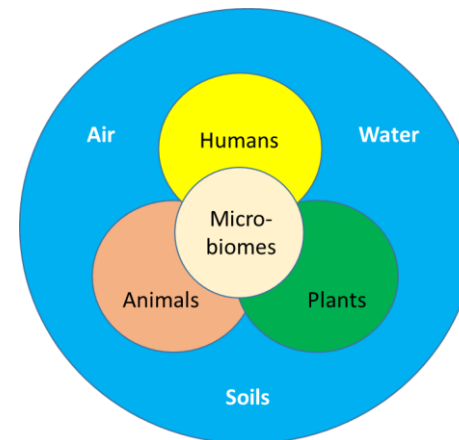
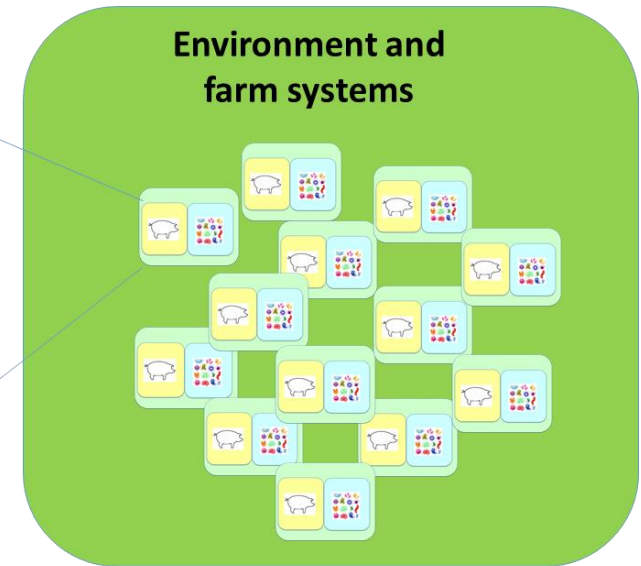
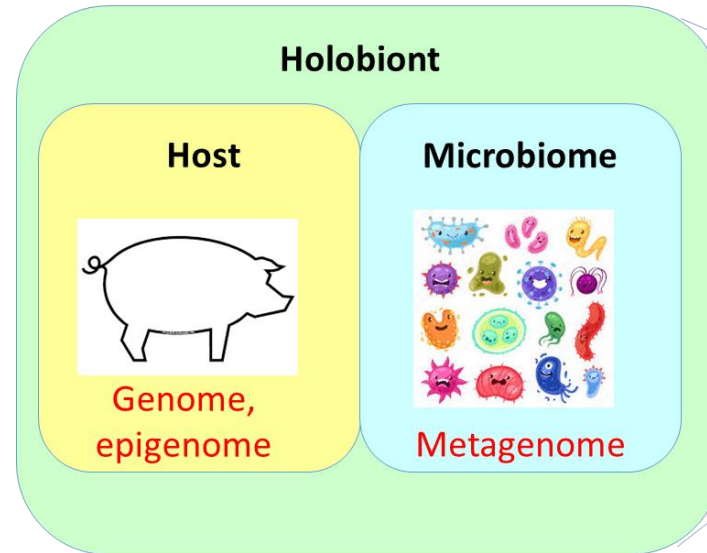
Diversification des objectifs de sélection



➤ INNOVER EN S'APPUYANT SUR LE DÉVELOPPEMENT DES CONNAISSANCES SUR LES MICROBIOMES



Theis et al., mSystems, 2016



Genomes
 X
 Microbiomes
 X
 Environnement
 X
 Pratiques/système
 X
 Socio-economie

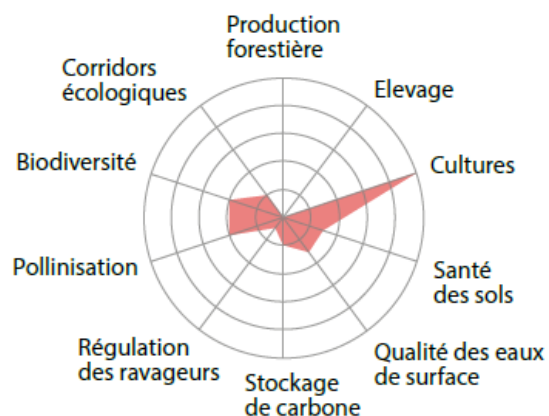
➤ DIVERSIFIER LES PRODUCTIONS ET ÉVALUER LES SERVICES RENDUS



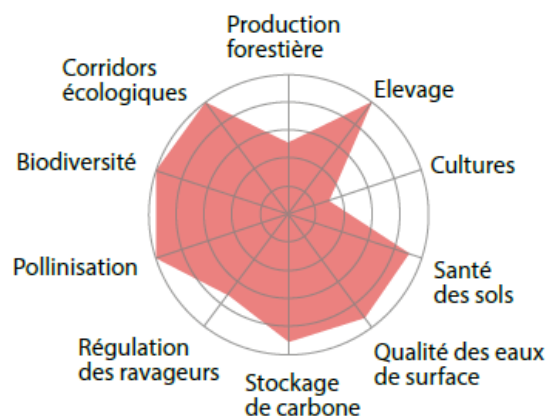
MAIS AU FAIT

QUELS SONT LES SYSTÈMES AGRICOLES LES PLUS DURABLES ?

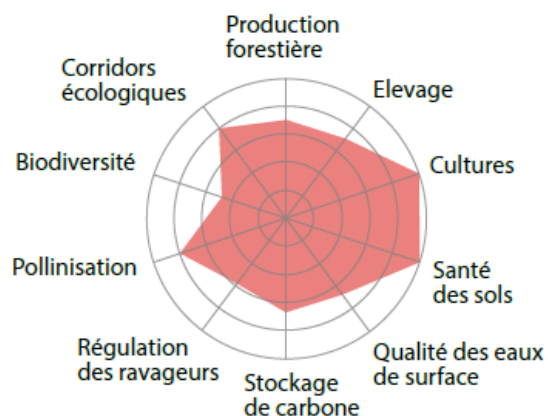
A Production végétale avec rotation culturale simplifiée



B Élevage pastoral



C Polyculture élevage



40 % des fertilisants utilisés en France sont organiques.

7,8 Mt de CO₂eq

sont évités en 2021 grâce aux effluents d'élevage épandus localement (par rapport à des engrais de synthèse moyens). Cela représente l'empreinte carbone annuelle de plus de 700 000 français(es).

22

Il y a vingt-deux fois plus de vers de terre vivant sous un hectare de prairie (1,1 t) que sous un hectare de terres arables (50 kg).

90 m

de haies sont recensées en France pour chaque unité de gros bétail (équivalent à une vache, deux truies ou soixante-dix poules pondeuses).

9.3 Mt de coproduits sont valorisés par l'élevage (en matière sèche).

72 %

des coproduits végétaux sont valorisés dans l'alimentation des animaux d'élevage.

➤ ÉLÉMENTS POUR DES SCÉNARIOS CONDUISANT LE SECTEUR AGRICOLE À LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050 (GROUPE D'EXPERTS INRAE)

Le niveau d'ambition 2030 a été fixé à -26 % d'émissions nettes par rapport à 2015, ce qui correspond à un rythme de réduction de 2,1 % par an de 2022 à 2030 et à -50 % pour 2050.

L'analyse proposée n'a pas fait l'objet d'une modélisation quantitative : elle porte sur la faisabilité technique et agronomique des évolutions, et non sur les mesures et instruments de politiques publiques qui permettraient la réalisation de cette trajectoire.

Travail sur 7 thèmes

- Évolution des rendements : effets du changement climatique, de la sélection variétale, etc. ;
- Évolution du bilan azoté en fonction des pratiques de fertilisation ;
- Alimentation des bovins lait ;
- Évolution des cheptels (ruminants et granivores) ;
- Évolution des régimes alimentaires au sein de la population française ;
- Production de bioénergies (méthanisation, biocarburants, etc.) ;
- Décarbonation de l'agriculture (réduction de l'usage des énergies fossiles).

<https://www.inrae.fr/actualites/elements-scenarios-conduisant-secteur-agricole-neutralite-carbone-2050>

➤ HYPOTHÈSES EN VUE DE LA CONSTRUCTION DU SCÉNARIO « AVEC MESURES SUPPLÉMENTAIRES » (AMS) DE LA SNBC3

- **Scénario central** : les tendances socioéconomiques et la réduction de la consommation de produits animaux pilotent la baisse des émissions directes
 - L'effort demandé est moindre pour volailles et œufs, compte tenu d'émissions relativement faibles et d'arguments nutritionnels.
- **Second scénario** : l'objectif de baisse des émissions directes et indirectes (induites par l'alimentation animale) est fixé à -40 % pour chaque filière
 - La baisse de la consommation alimentaire est ajustée à cette cible
- **Troisième scénario** : l'objectif est la souveraineté alimentaire avec augmentation possible du taux d'auto-provisionnement de la consommation de produits carnés issus d'élevages français, tout en veillant à ce qu'il soit compatible avec une baisse des émissions directes et indirectes de 40 %
 - L'étude montre qu'un effort important de recherche et d'innovation permettrait d'atteindre cet objectif pour l'ensemble des filières d'élevage tout en préservant au maximum les productions.

<https://www.inrae.fr/actualites/elements-scenarios-conduisant-secteur-agricole-neutralite-carbone-2050>

➤ PROJECTIONS ISSUES DE L'ANALYSE DES SCÉNARIOS

- Entre ces différents scénarios, la réduction minimale de production (2050/2020) est estimée à :
 - -19 % pour le lait
 - -26 % pour l'élevage allaitant bovin
 - -36 % pour le porc
 - -20 % pour les volailles de chair
- Dans la plupart des scénarios, l'alimentation
 - évoluerait vers un équilibre entre 50 % de protéines d'origine végétale et 50 % de protéines d'origine animale ;
 - respecterait les recommandations nutritionnelles du Plan national nutrition santé.

<https://www.inrae.fr/actualites/elements-scenarios-conduisant-secteur-agricole-neutralite-carbone-2050>

➤ L'ÉLEVAGE : UNE PARTIE DE LA SOLUTION POUR LA DÉCARBONATION DE L'AGRICULTURE

- Des leviers d'action pour décarboner l'élevage et favoriser la résilience face aux aléas
 - Couplage élevage et culture
 - Lien aux territoires
 - Amélioration génétique et optimisation des troupeaux
 - Stratégies nutritionnelles
- De la modélisation et des scénarios à tester et quantifier
 - Réduction de la consommation de produits animaux dans l'alimentation humaine
 - Ajustement de la taille des cheptels compatible avec la souveraineté alimentaire
 - Politiques incitatives



<https://www.fao.org/documents/card/en?details=cc3912en>

MERCI DE VOTRE ATTENTION

