

➤ La contribution des secteurs agricole et agroalimentaire à la neutralité carbone : scénarios prospectifs et trajectoires réalistes

Yves Le Roux (ENSAIA/Université de Lorraine)



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



➤ D'ABORD POSER LE DEBAT

- * Donner les ordres de grandeur
- * Eviter les approches en silo
- * Ne pas éviter les controverses

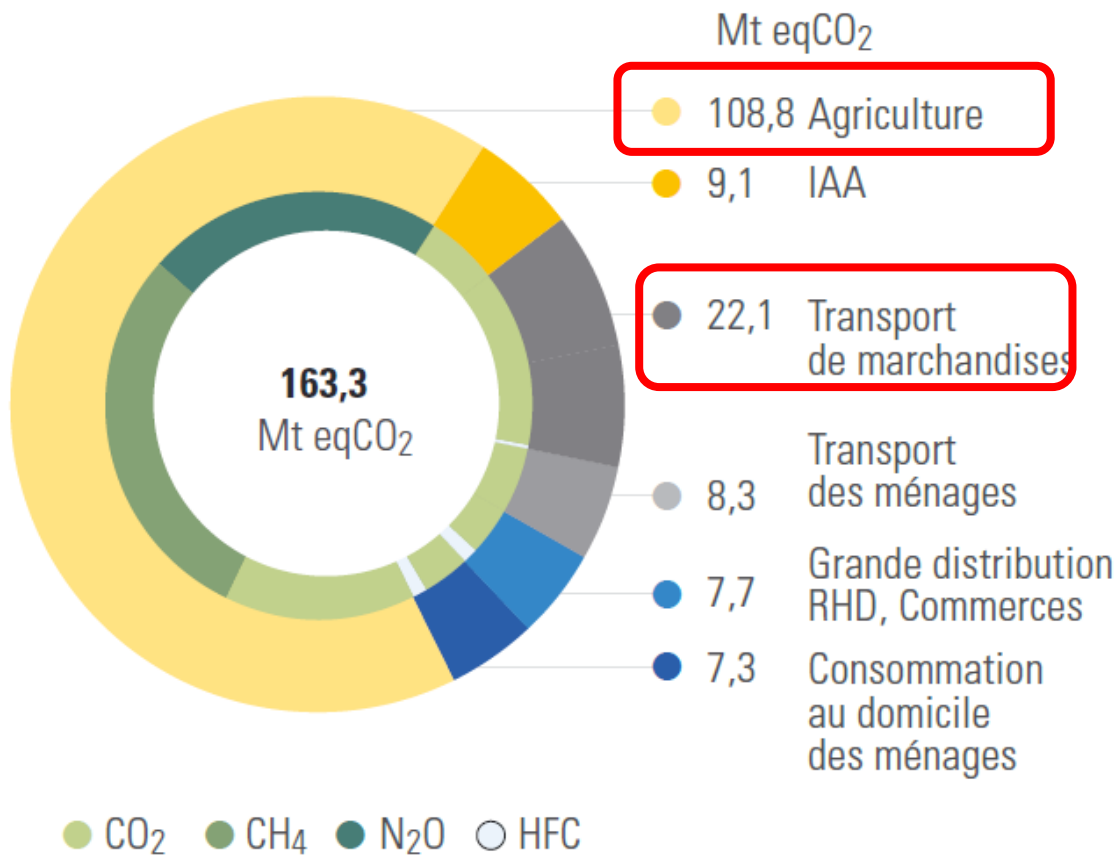
Faire une diagnostic partagé pour permettre une réflexion commune et des pistes pour l'avenir



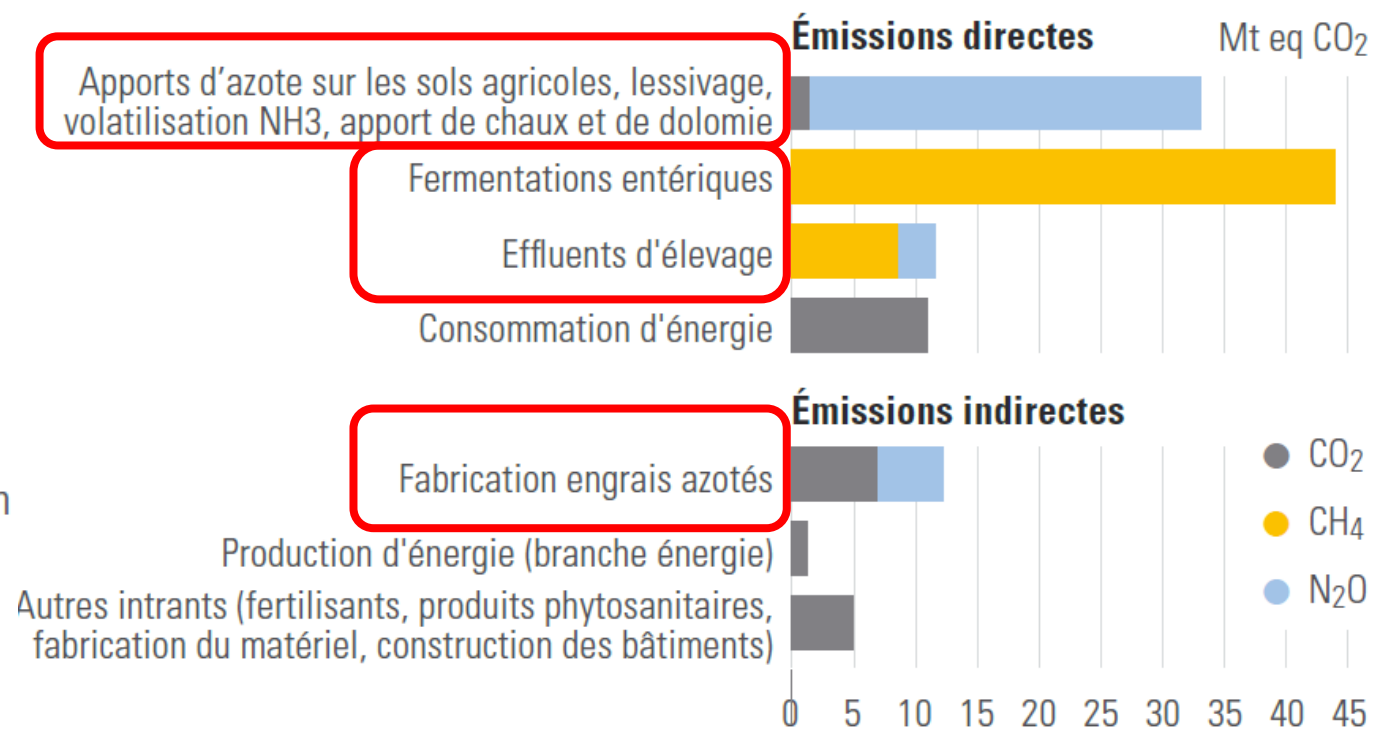
➤ Empreinte pour le secteur agricole et agro-alimentaire



¼ de l'empreinte globale « France »



Pour le secteur agricole : le CO₂ < 20%



Secteur atypique : CH₄, N₂O

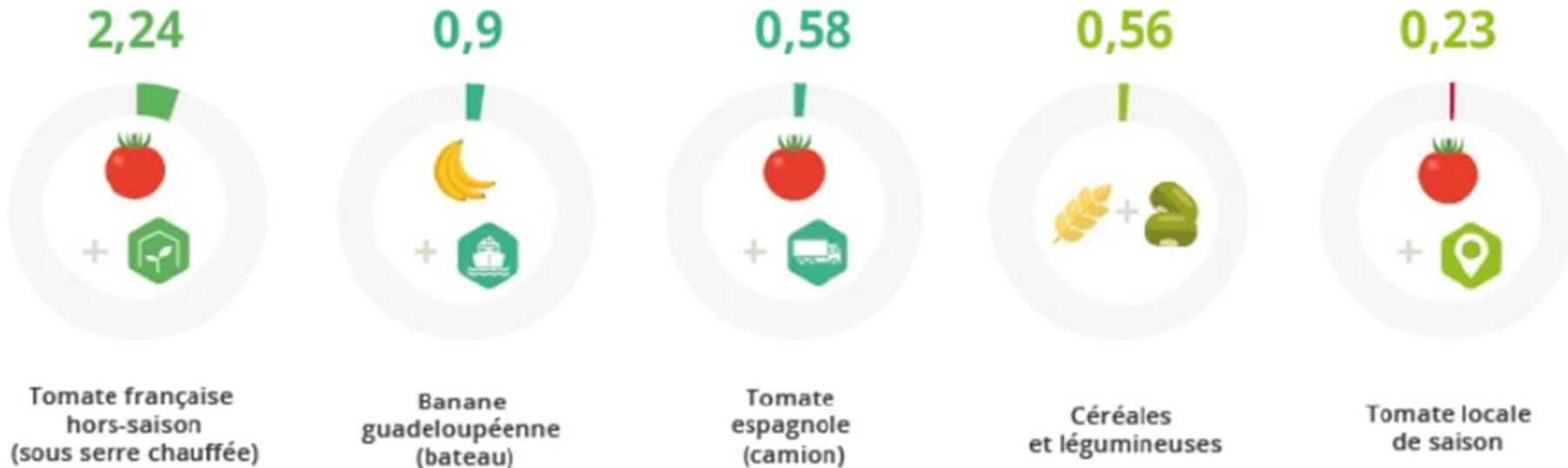
Sources : BARBIER C., COUTURIER C., POUROUCHOTTAMIN P., CAYLA J-M, SYLVESTRE M., PHARABOD I., 2019, « L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France », Club Ingénierie Prospective Energie et Environnement, Paris, IDDRI, 24p. Janvier 2019.



➤ Empreinte carbone en Kg de CO₂eq par Kg d'aliment



©Etiquetable



sources : <https://agribalyse.ademe.fr/>

➤ Europe (mai 2020) « De la ferme à la table »



« *Pour un système alimentaire équitable, sain et respectueux de l'environnement* »

Pierre angulaire du pacte vert (Green Deal)



Garantir que les Européens bénéficient d'une alimentation durable et abordable



Lutter contre le changement climatique



Protéger l'environnement et préserver la biodiversité



Une rémunération économique équitable dans la chaîne alimentaire



Renforcer l'agriculture biologique

* Dans le cadre de la neutralité carbone pour l'Europe en 2050

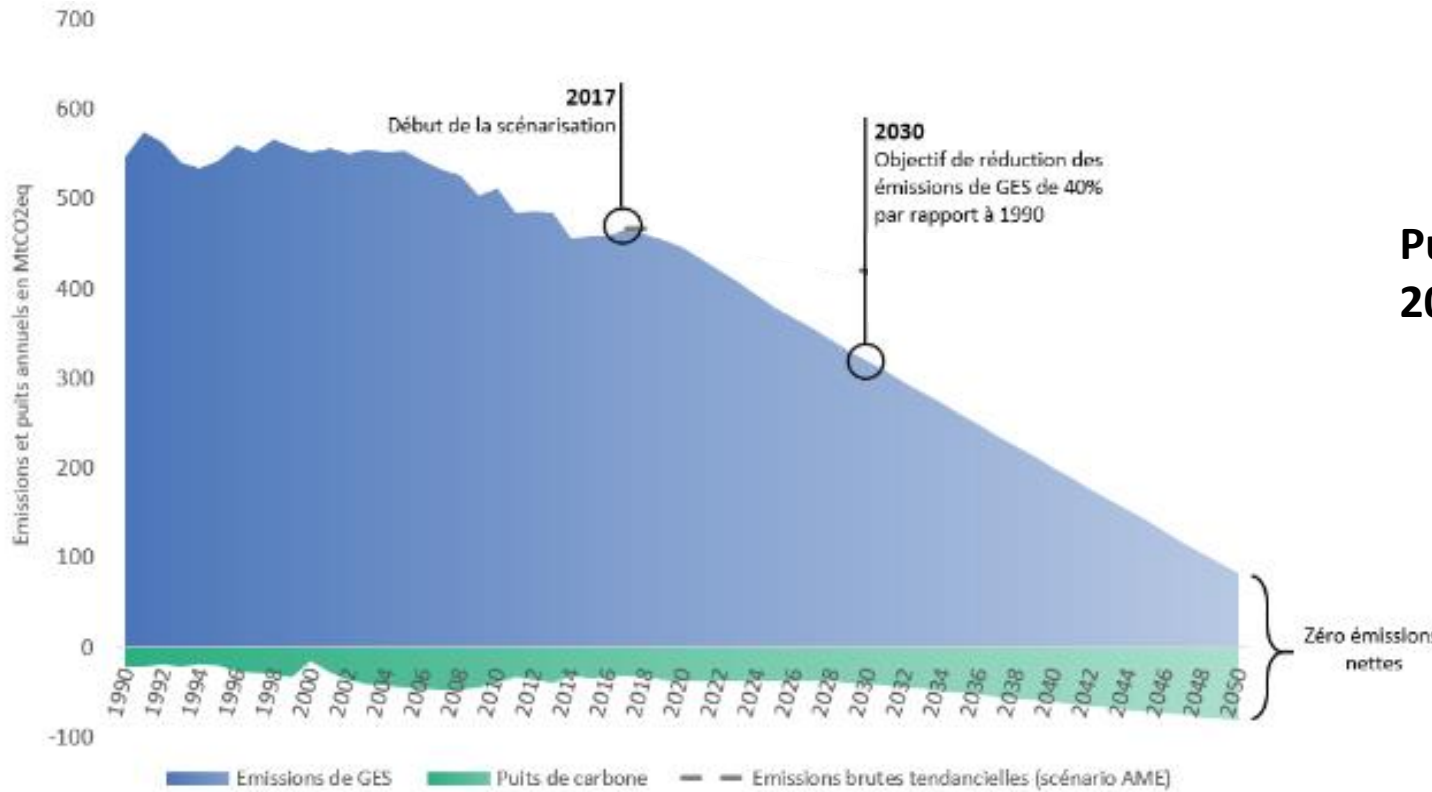
* Avec un point d'étape : -55% d'ici 2030

* **Election de juin 2024 : Quelle Evolution pour ce GREEN DEAL ?**

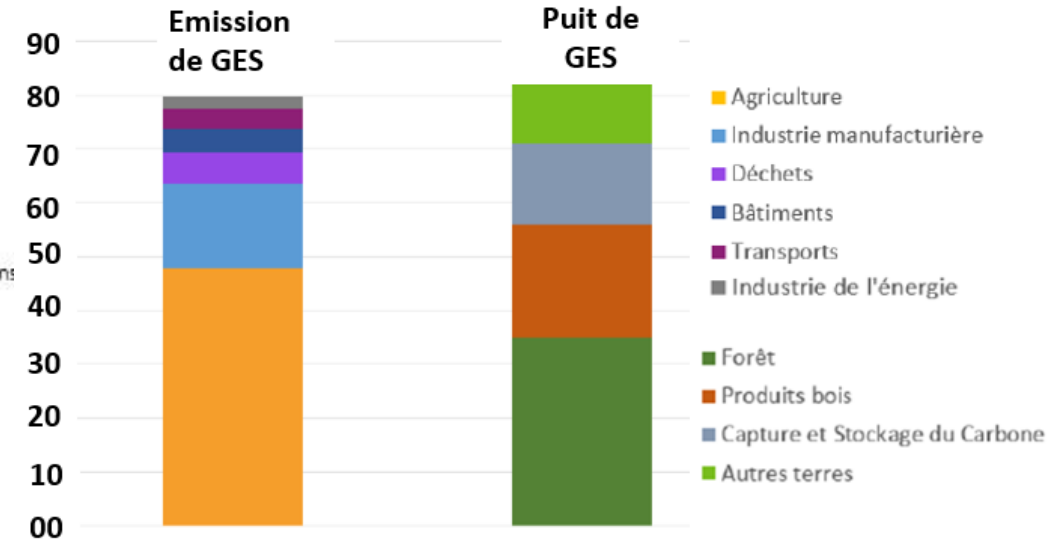
➤ Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC-3)



Evolution des émissions et des puits de GES sur le territoire national entre 2005 et 2050

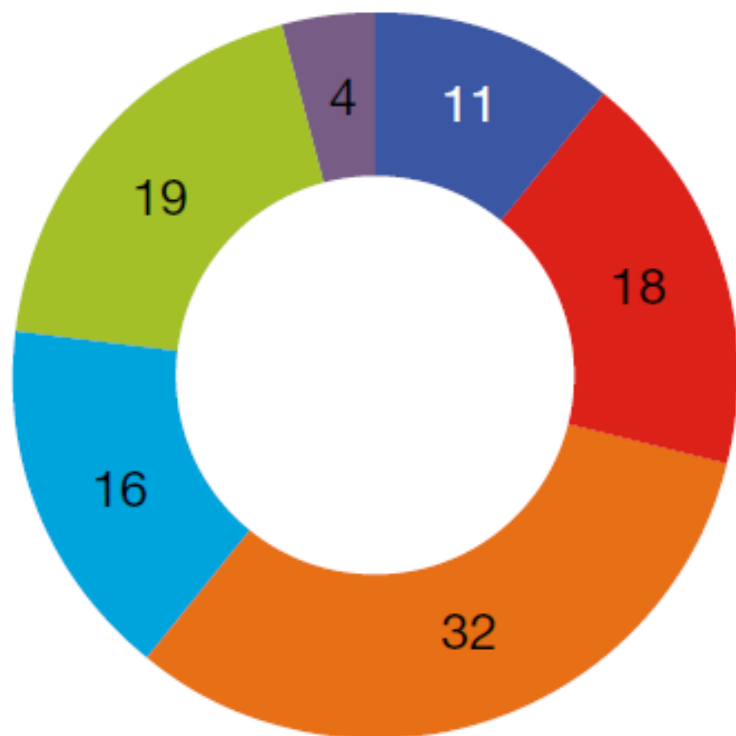


Puits et émissions de gaz à effet de serre en France en 2050 selon le scénario de référence (Mt CO₂eq)



- * Neutralité Carbone en 2050
- * Une division par 6 des GES pour la France
- * Une division par 2 pour l'agriculture

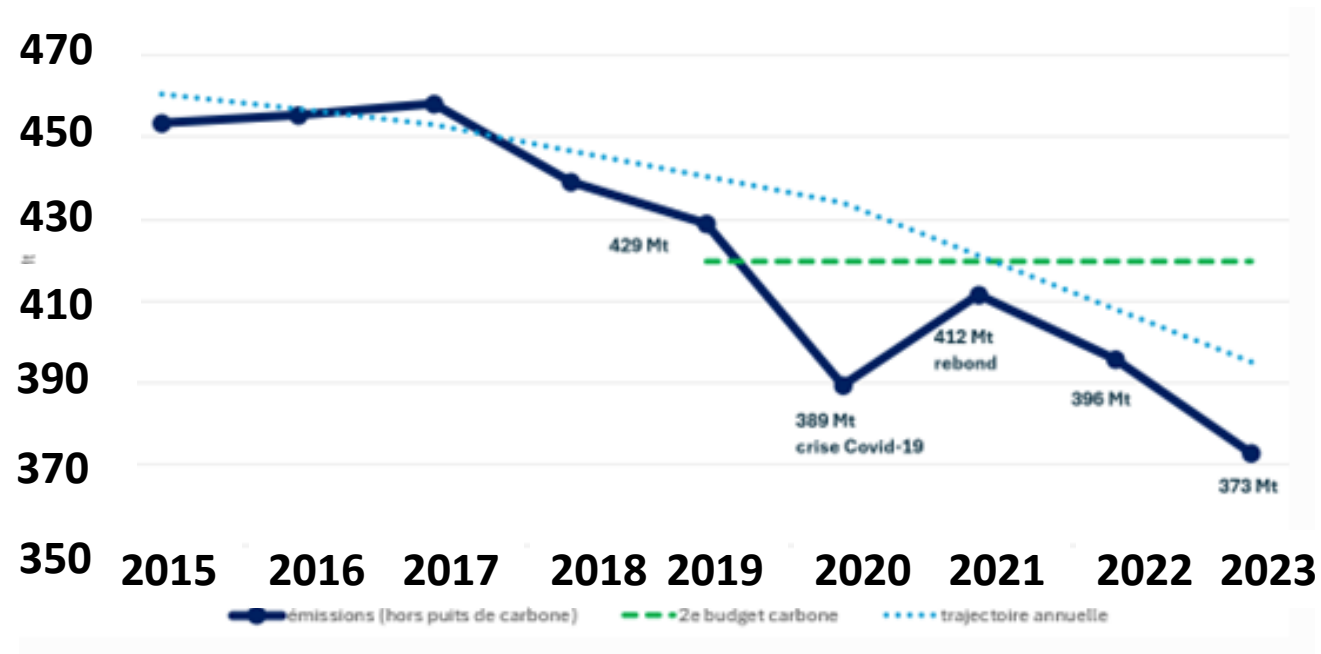
➤ Répartition sectorielle des émissions de GES en France en % en 2022



- Industrie de l'énergie
- Industrie manufacturière et construction
- Transports
- Usage des bâtiments et activités résidentielles/tertiaires
- Agriculture/sylviculture
- Traitement centralisé des déchets

Source : Format Secten – Citepa, 2023

Emission de GES hors puits de carbone et budget carbone (Mt)



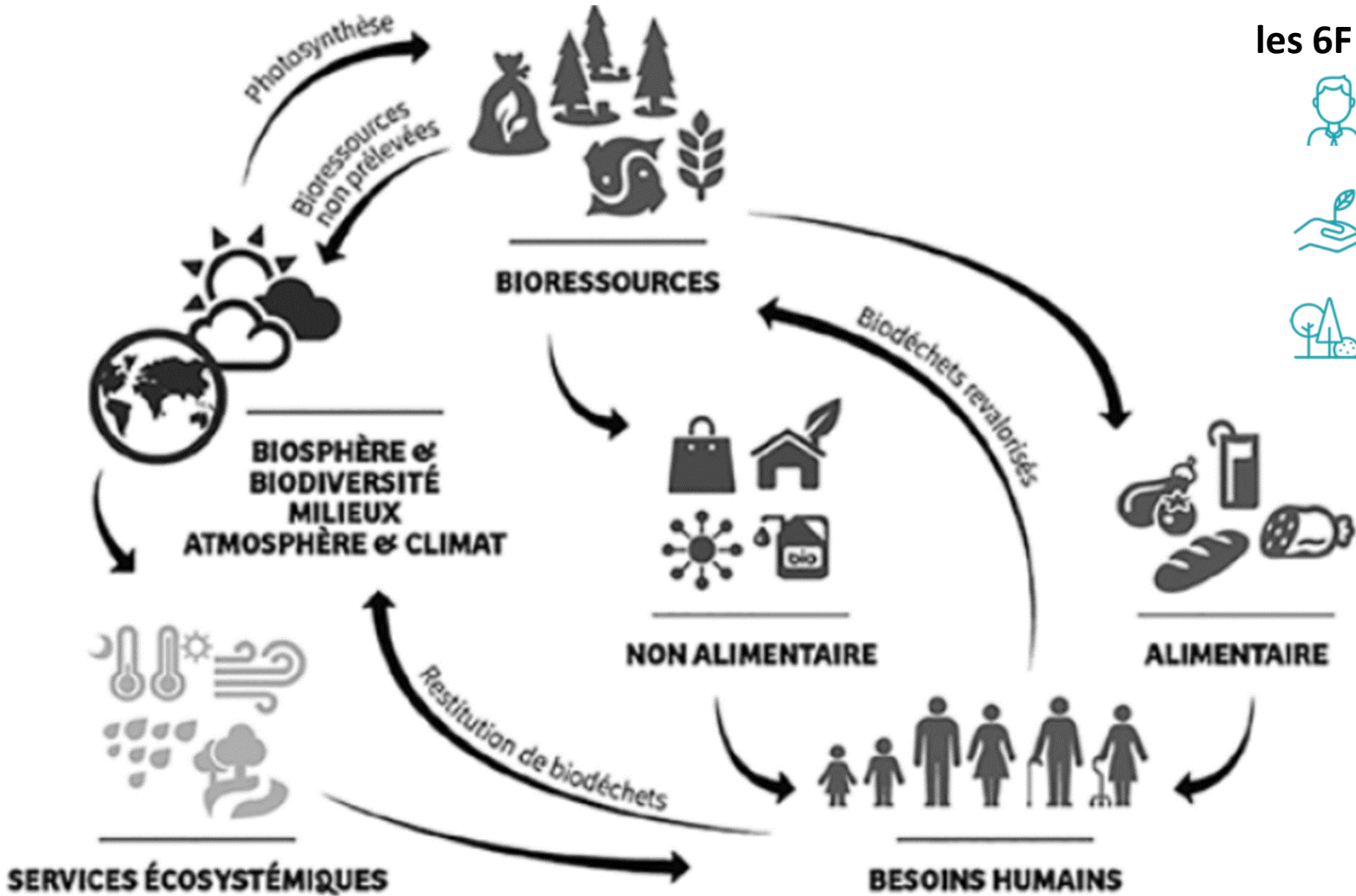
* **5,8% de baisse d'émissions en 2023**

* **Agriculture : -1.6%**

* **Budget carbone ok**

* **Puits de carbone non ok (en particulier forestier et attention au retournement des prairies permanentes)**

➤ BIOECONOMIE : une thématique à enjeux très forts



les 6F des usages



FOURNEAUX
Alimentation humaine

FOURRAGES
Alimentation animale



FUMURE
Sol vivant

FIBRES
Bois, papier, matériaux



FORÊT*
Nature, biodiversité, aménités

FIOWL
Énergie



Sources : scénario Afterres2050

Quelle réalité ?
Quelle limites ?

« La bioéconomie est l'ensemble des activités économiques fondées sur les **bioressources**, c'est-à-dire les matières organiques terrestres ou marines, végétales ou animales. Une **économie basée sur du carbone renouvelable**, de la production à la transformation, jusqu'à la valorisation des co-produits et des biodéchets, tout en visant la sécurité alimentaire » Source : <https://agriculture.gouv.fr/animation-tout-comprendre-sur-la-bioeconomie>



La bioéconomie institutionnelle vise à optimiser la valorisation de biomasses comme un **nouveau relais de croissance**, en s'appuyant notamment sur **la chimie verte** et les **technologies de rupture**

Nicholas Georgescu-Roegen, économiste roumain : vision métabolique du fonctionnement des sociétés humaines : usage prudent des biomasses en **appelant à la décroissance de tous les pans de l'économie dépendant des énergies fossiles**.

S. Barles : A régime politico-économique constant aucune transition socio-écologique n'est possible

<https://www.youtube.com/watch?v=YFOrMcVoGbc>



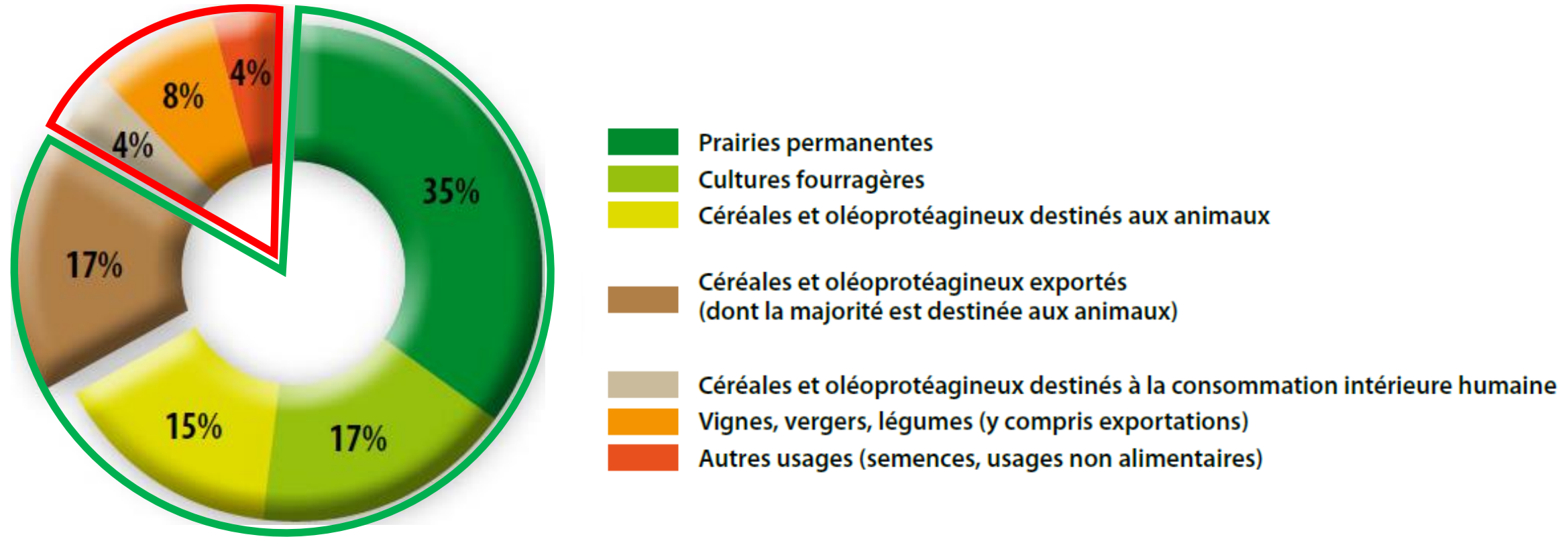
- * Evaluer correctement les **gisements**
- * Pour une Bioéconomie circulaire et durable : un **bouclage des cycles nécessaire**
- * Quelle **hiérarchisation, régulation, planification** dans l'usage ?
- * Rôle des **innovations** ?

➤ De nombreux scénarios, prospectives pour borner le futur



- ❑ Scénarios RTE : mix électrique, échelle française (6 trajectoires, 2021)
- ❑ Scénario ADEME : scénario tous secteurs, échelle française (4 trajectoires, 2021)
- ❑ Scénario AFTERRRES 2050 : scénario pour l'agriculture, échelle française (2011, revu 2016, bioéconomie circulaire et durable)
- ❑ TYFA et TYFA-GES (Ten Years For Agroecology in Europe) : services écosytémiques, 100% bio, européen avec ou sans production de biogaz
- ❑ A/R/D : Autonomie/Reconnexion/Demitarrien (CNRS)
- ❑ Scénarios INRAe : « Une agriculture européenne sans pesticides chimiques en 2050 ? » 3 scénarios, 2023
- ❑ PTEF : Plan de Transformation de l'économie Française (Shift Project, 2023)
- ❑ Scénarios européens

➤ Destination des surfaces agricoles par usages



* 15-20% des surfaces dédiées à l'alimentation **humaine**

* 80-85% des surfaces dédiées à l'alimentation **animale**

➤ Prospective ADEME : 4 trajectoires



**S1 GÉNÉRATION
FRUGALE**

**S2 COOPÉRATIONS
TERRITORIALES**

**S3 TECHNOLOGIES
VERTES**

**S4 PARI
RÉPARATEUR**



S1 GÉNÉRATION FRUGALE

- Recherche de sens
- **Frugalité choisie mais aussi contrainte**
- Préférence pour le local
- Nature sanctuarisée



- Division par 3 de la consommation de viande
- **Part du bio: 70 %**



- Rénovation massive et rapide
- **Limitation forte de la construction neuve** (transformation de logements vacants et résidences secondaires en résidences principales)

- **Réduction forte de la mobilité**
- Réduction d'un tiers des km parcourus par personne
- La moitié des trajets à pied ou à vélo



- Innovation autant organisationnelle que technique
- **Règne des low-tech**, réutilisation et réparation
- Numérique collaboratif
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux

- **Décision locale**, faible coopération internationale

- **Réglementation, interdiction et rationnement via des quotas**

- Rôle important du territoire pour les ressources et l'action
- **« Démétropolisation »** en faveur des villes moyennes et des zones rurales

- **Nouveaux indicateurs de prospérité** (écarts de revenus, qualité de la vie...)
- Commerce international contracté



- **Production au plus près des besoins**
- 70 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

Méthanisation

S1 : 108 TWh



S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

- Évolution soutenable des modes de vie
- **Économie du partage**
- Équité
- Préservation de la nature inscrite dans le droit

Division par 2 de la consommation de viande
Part du bio: 50 %



- Rénovation massive, **évolutions graduelles mais profondes des modes de vie** (cohabitation plus développée et adaptation de la taille des logements à celle des ménages)

- **Mobilité maîtrisée**
- - 17 % de km parcourus par personne
- Près de la moitié des trajets à pied ou à vélo



- Investissement massif (efficacité énergétique, EnR et infrastructures)
- Numérique au service du développement territorial
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux

Gouvernance partagée

- **Fiscalité environnementale et redistribution**

- Décisions nationales et coopération européenne



- **Reconquête démographique des villes moyennes**
- Coopération entre territoires
- Planification énergétique territoriale et politiques foncières

- Croissance qualitative, « **réindustrialisation** » de secteurs clés en lien avec territoires
- Commerce international régulé

- Production en valeur plutôt qu'en volume
- **Dynamisme des marchés locaux**
- 80 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage



Méthanisation

S2 : 110 TWh

<https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/les-scenarios/>



S3 TECHNOLOGIES VERTES

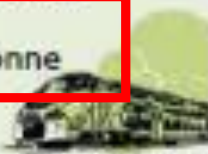
- Plus de nouvelles technologies que de sobriété
- Consumérisme « vert » au profit des populations solvables, société connectée
- Les services rendus par la nature sont optimisés

- Baisse de 30 % de la consommation de viande
- Part du bio: 30 %



- Déconstruction-reconstruction à grande échelle de logements
- Ensemble des logements rénovés mais de façon peu performante: la moitié seulement au niveau Bâtiment Basse Consommation (BBC)

- Mobilités accompagnées par l'État pour les maîtriser: infrastructures, télétravail massif, covoiturage
- + 13 % de km parcourus par personne
- 30 % des trajets à pied ou à vélo



- Ciblage sur les technologies les plus compétitives pour décarboner
- Numérique au service de l'optimisation
- Les data centers consomment 10 fois plus d'énergie qu'en 2020

- Cadre de régulation minimale pour les acteurs privés
- Etat planificateur
- Fiscalité carbone ciblée

- Métropolisation, mise en concurrence des territoires, villes fonctionnelles



- Croissance verte, innovation poussée par la technologie
- Spécialisation régionale
- Concurrence internationale et échanges mondialisés

- Décarbonation de l'énergie
- 60 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage



<https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/les-scenarios/>



S4 PARI RÉPARATEUR

- Sauvegarde des modes de vie de **consommation de masse**
- La nature est une ressource à exploiter
- Confiance dans la capacité à réparer les dégâts causés par des technologies

Consommation de viande quasi-stable (baisse de 10 %), complétée par des **protéines de synthèse ou végétales**



- Maintien de la **construction neuve**
- La moitié des logements seulement est rénovée au niveau BBC
- **Les équipements se multiplient**, alliant innovations technologiques et efficacité énergétique

- Augmentation forte des mobilités
- + 28 % de km parcourus par personne
- Recherche de **vitesse**



- 20 % des trajets à pied ou à vélo

- Innovations tout azimut
- **Captage, stockage ou usage du carbone capté indispensable**
- Internet des objets et intelligence artificielle omniprésents : les **data centers consomment 15 fois plus d'énergie qu'en 2020**



- Soutien de l'offre
- **Coopération internationale forte et ciblée** sur quelques filières clés
- **Planification centralisée du système énergétique**

- Faible dimension territoriale, **étalement urbain**, agriculture intensive



- **Croissance économique carbonée**
- Fiscalité carbone minimaliste et ciblée
- Économie mondialisée

- **Décarbonation de l'industrie pariant sur le captage et stockage géologique de CO₂**
- 45 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage



Hypothèses Afterres 2050 : proche de la trajectoire 2 de l'ADEME, Coopération Territoriale



→ Régime alimentaire : vers plus de sobriété, meilleur pour la santé et pour l'environnement



→ Les flux d'import-export : plus sobres et respectueux de l'environnement

Réduction de la surconsommation alimentaire d'un facteur 3 (en valeur énergétique) et d'un facteur 2 (en valeur protéinique)

Division par 2 des pertes et gaspillages alimentaires

Réduction de la quantité de protéines animales (-50% de viande et -20% de produits laitiers) au profit des **protéines végétales** (légumineuses **x5**)

Augmentation de 65% de la consommation de **coquillages et crustacés** et **division par 4** de la consommation de **poissons**

Réduction des flux d'imports et d'exports en distance, volumes et surfaces

Abandon des importations de soja (tourteaux, huile) et **d'huile de palme**

Réduction des importations de produits à base de bois et arrêt de l'importation de bois tropicaux

Réduction de la pression de pêche pour reconstituer les stocks

→ *Systèmes agricoles : moins d'élevage et de meilleure qualité, l'agroécologie généralisée*



Ruminants
augmentation du temps de pâture et de l'herbe dans la ration, **réduction du cheptel de 54%**, avec des races mixtes lait-viande

Porcs et volailles
Généralisation des productions sous labels, réduction (en nombre de places) de **60%** pour les porcs et **50%** pour les poulets de chair

70% d'agriculture biologique et **30% de production intégrée** (semis direct, couverts végétaux, cultures associées...)



90% de réduction des produits phytosanitaires, **5% de surfaces en infrastructures agroécologiques** avec doublement du linéaire de haies (+750 000 km)

Division par 2,5 des engrais azotés de synthèse

Division par 5 des émissions d'ammoniac et **par 2 le solde d'azote au sol**, multiplication par 5 des quantités d'azote par fixation symbiotique

Réduction de 10% des surfaces irriguées et de **30% de la consommation d'eau d'irrigation**
Division par 3 de la consommation en été

Méthanisation
* 32 TWh en 2030 (12,5 TWh en 2024)
* 68 TWh en 2035
* 107 TWh en 2040

* Quelle acceptabilité par les filières ?
* Sobriété/Technologie

➤ Analyse de 16 scénarios du « secteur des terres » compatibles avec l'objectif de neutralité climatique



	Nom du scénario	Auteur (s) / porteurs	Périmètre	Année
1	Achieving Net Zero : Farming's 2040 goal	National Farmers' Union	Royaume-Uni	2019
2	Neutralité climatique en 2050	Danish Agriculture & Food Council	Danemark	2017
3a	Future Nordic Diets (EY : efficiency)	Nordic Council of Ministers	Suède, Danemark, Finlande, Norvège	2017
3b	Future Nordic Diets(SY : sufficiency)	Nordic Council of Ministers	Idem	2017
4	Land use: policies for a net zero UK	Committee on Climate Change UK	Royaume-Uni	2018,2020
5	Pathways to Sustainable land-Use and Food Systems	IASA & SDSN pour FABLE consortium	17 territoires, focus sur Union européenne	2019
6	Scénarios pour une transition écologique de l'agriculture wallonne	Earth & Life Institute – Université Catholique de Louvain	Wallonie et Bruxelles-Capitale	2019
7	TYfA - Ten Years for Agroecology	IDDR1 & ASca	Union Européenne	2018
8	Net-Zero emissions in agriculture	IIEP pour European Climate Foundation	Union Européenne	2019
9 a	Une planète propre pour tous : 1.5 Life	Commission européenne	Union Européenne	2018
9 b	Une planète propre pour tous : 1.5 Tech	Commission européenne	Union Européenne	2018
10	Vision 2030-2050	ADEME	France	2014
11	Afterres2050	Solagro	France	2016
12 a	Rapport spécial sur un réchauffement planétaire de 1,5°	GIEC	Monde	2018
12 b	Rapport spécial changement climatique et terres émergées	GIEC	Monde	2019

* 12 scénarios sur les 16 analysés s'appuient sur des diminutions significatives de la consommation de protéines animales

* La question de l'élevage : la réduction des cheptels concerne 13 scénarios sur 16

* Les scénarios qui ne font aucune hypothèse sur la réduction du cheptel ou de la demande en protéines animales reposent sur l'hypothèse d'une forte augmentation des rendements (de 30 à 60 %)

COUTURIER Christian, Solagro, AUBERT Pierre- Marie, IDDR1, DURU Michel, INRAE, avec les contributions de Natalien Carlier, Solagro, Sylvain Doublet, Solagro et Johannes Svensson, IDDR1. 2021. Quels systèmes alimentaires durables demain ? Analyse comparée de 16 scénarios compatibles avec les objectifs de neutralité climatique. 62 pages



Pour l'ensemble de ces scénarios/prospectives

- * Une **végétalisation partielle de l'assiette avec des impacts majeurs sur les filières**
- * Si pas évolution de l'assiette : augmentation des rendements recours aux **innovations/technologies**
- * Pour certains scénarios : une **production d'énergie renouvelable** avec les surfaces libérées

Débat entre Sobriété/Leviers agro/Innovation

➤ Des annonces très récentes qui pourraient modifier les équilibres

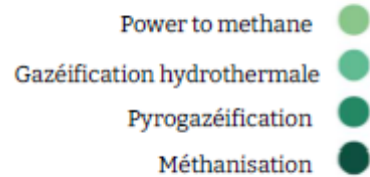


Une production de gaz renouvelables multipliée par 5 entre aujourd'hui et 2030

Plus de 12,5 TWh/an

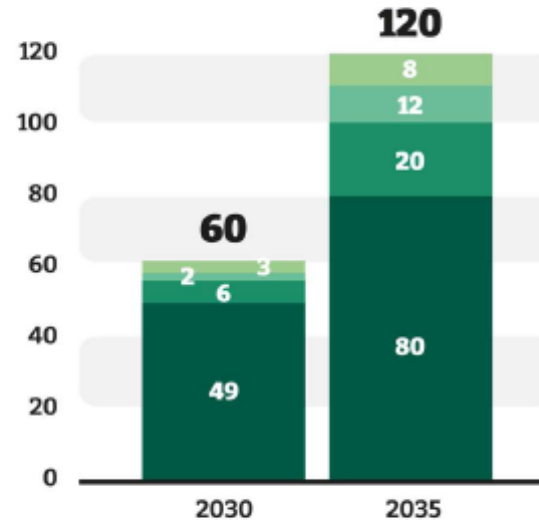
de capacité installée de production de gaz renouvelables en France

Un niveau de production compatible avec l'objectif européen d'atteindre 35 bcm, soit près de 350 TWh/an en 2030.



Perspectives gaz 2024

Trajectoire de production de gaz renouvelables et bas carbone injectée dans les réseaux gaziers (hors hydrogène)
TWh PCS



Méthanisation

* 49 TWh en 2030

* 80 TWh en 2035

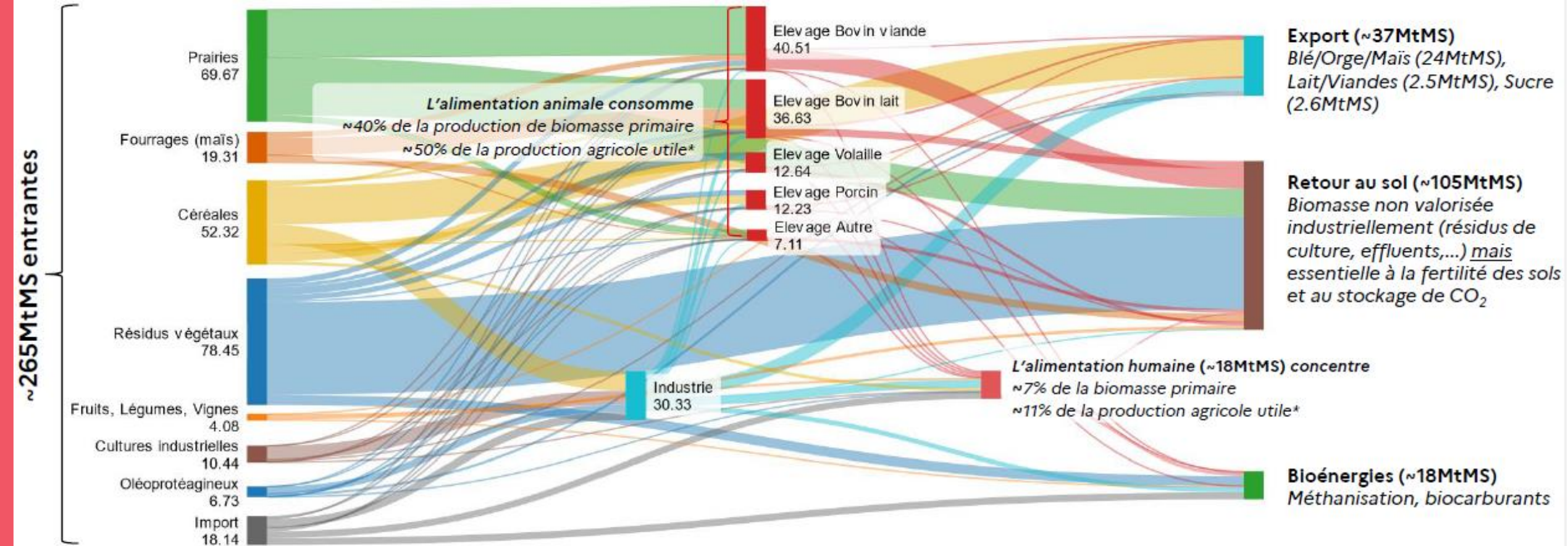
Impact sur les autres filières ?

Partage de la valeur ajoutée ?

Bouclage des cycles ?

Conférence de presse, Perspectives gaz : consommer moins, mieux et renouvelable, 12 septembre 2024

➤ Biomasse agricole | Cartographie des flux actuels de biomasse, en MtMS (SGPE juillet 2024)



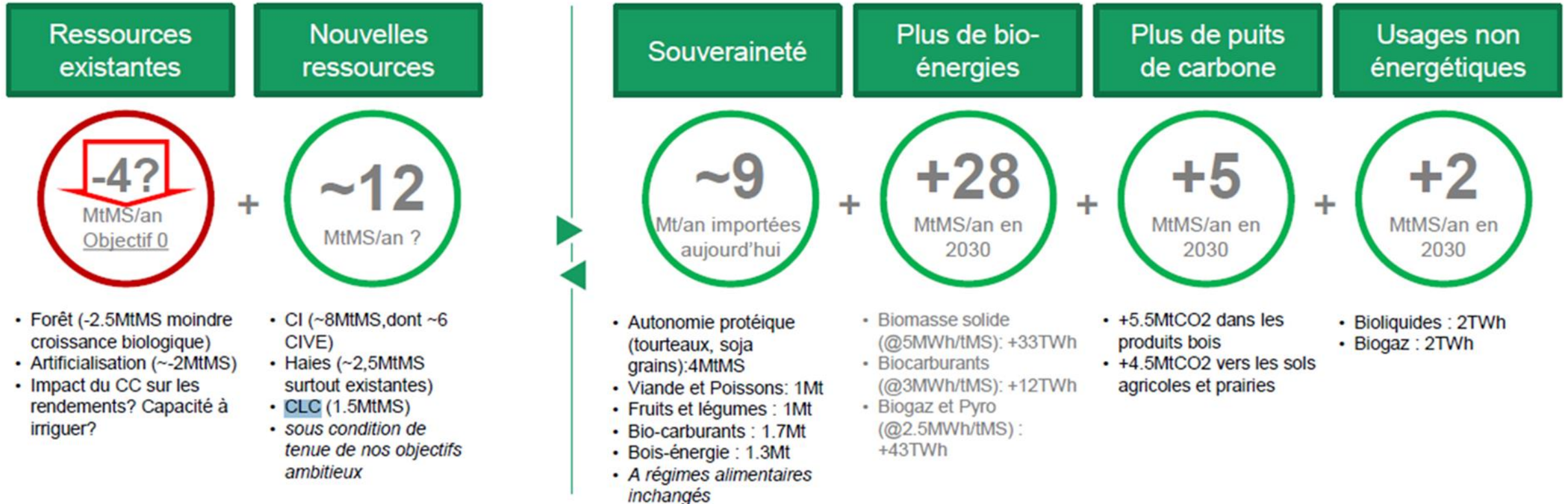
Systeme agricole : entre 1,5-2 millions de tonnes d’N minéral entre dans le systeme

(Source : Secrétariat Générale à la Planification Ecologique, Juillet 2024)

Bouclage biomasse : la mise à jour des besoins en biomasse réévaluée à la hausse le déficit de biomasse en 2030

Une offre de biomasse incertaine à l'avenir, à intensifier...

... Pour répondre à une demande croissante, sur 3 fronts et faisant appel à des ressources communes



(Source : Secrétariat Générale à la Planification Ecologique, Juillet 2024)

➤ Le SGPE : Une proposition de hiérarchisation de la biomasse par le SGPE



La contrainte sur la ressource conduit à prioriser les différents usages de la biomasse, en proposant une forme de merit-order

Usages à considérer en priorité

- Alimentation humaine
- Alimentation animale
- Puits de carbone – produits bois et forêts
- Fertilité des sols (retour au sol des résidus et couverts)
- Industrie – chaleur haute °C et non-énergétiques
- Réseaux de chaleur
- Consommations énergétiques de l'agriculture, et de la filière forêt-bois
- Engins lourds de chantier

Raisonnement et sous-conditions

- Trafic aérien (domestique et international)
- Soutes maritimes
- Transports – PL, bus et cars, et transport fluvial et ferroviaire
- Transport – véhicules légers
- Industrie – chaleur basse température
- Résidentiel et tertiaire –biomasse solide pour chauffage et ECS performants
- Production d'électricité Outre-mer (Mayotte, Guyane, Corse)

Développement à modérer

- Production d'électricité
- Résidentiel et tertiaire – chauffage et ECS non performants

(Source : Secrétariat Générale à la Planification Ecologique, Juillet 2024)



Le principe est donc relativement **« simple »** : une économie fortement basée sur la biomasse (bioéconomie) doit garantir **le renouvellement durable de cette biomasse en préservant les différents stocks dans une vision systémique**

Quelle hiérarchisation, régulation, planification entre les usages de la biomasse ?

Quel **partage de la valeur ajoutée** entre les acteurs ?

Quelle que ce soit la stratégie mise en œuvre l'agriculture française devra **atténuer ses émissions** de GES **d'au moins par 2** : **SOBRIETE** (diminution de la production) **LEVIERS AGRONOMIQUES** (végétal et animal) **et INNOVATION** (CH₄, nitrification-dénitrification dans les sols, azote minéral « vert », BECCS...)

Une approche **uniquement carbone apparaît insuffisante, multicritère nécessaire** : biodiversité, eau, air, pollution, matières....

Merci de votre attention

