



Carrefours de l'innovation
agronomique

➤ Atelier « La transition énergétique en agriculture et son apport dans la neutralité carbone »

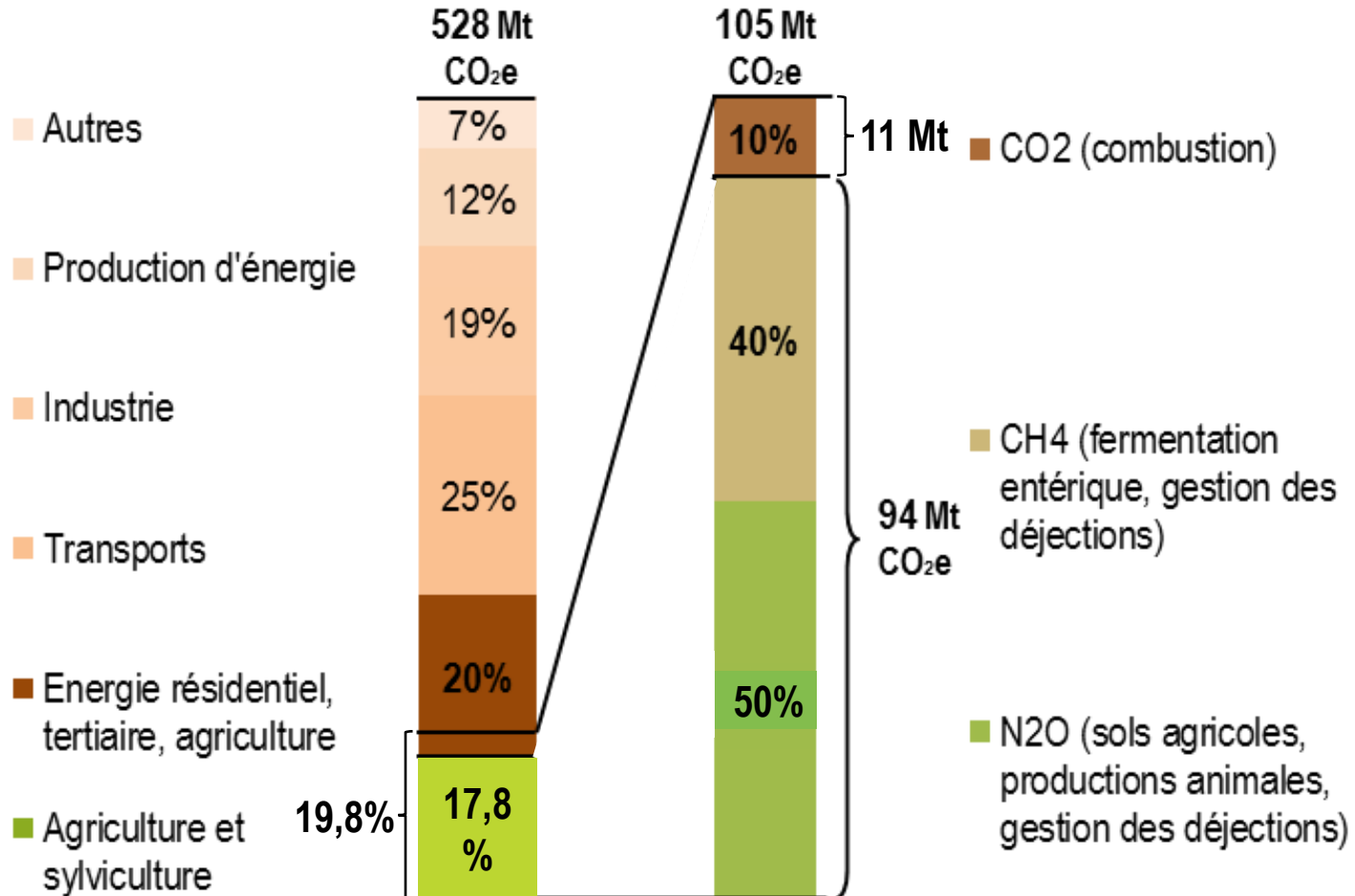
Jean-Philippe Steyer (INRAE) et Sylvain Frédéric (Enervivo)

➤ Éléments de contexte



Part des secteurs dans l'inventaire

Part des gaz dans les émissions agricoles



A noter : L'**industrie agroalimentaire** est le premier secteur industriel du pays et le **3^{ème} en termes de consommation d'énergie** (derrière l'industrie chimique et la métallurgie)



Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre?

Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques



➤ Objectifs de l'expertise collective





- Identifier 10 actions permettant de réduire les émissions de GES du secteur agricole
 - portant sur des pratiques agricoles, relevant d'un choix de l'agriculteur,
 - avec atténuation attendue sur le périmètre de l'exploitation
 - sans remise en cause des systèmes de production, de leur localisation géographique, des niveaux de production (seuil toléré -10%)
- En chiffrer le potentiel d'atténuation et le coût, à l'échelle du territoire métropolitain, à l'horizon 2030

➤ Liste des actions/sous-actions/options techniques



Actions	Sous-actions
---------	--------------



Réduire l'usage des engrais azotés de synthèse

 ↓ N ₂ O	<p>① Réduire le recours aux engrais minéraux de synthèse, en les utilisant mieux et en valorisant plus les ressources organiques, pour réduire les émissions de N₂O</p>	<p>A. Réduire la dose d'engrais minéral en ajustant mieux l'objectif de rendement</p> <hr/> <p>B. Mieux substituer l'azote minéral de synthèse par l'azote des produits organiques</p> <hr/> <p>C1. Retarder la date du premier apport d'engrais au printemps C2. Utiliser des inhibiteurs de la nitrification C3. Enfourer dans le sol et localiser les engrais</p>
 ↓ N ₂ O	<p>② Accroître la part de légumineuses en grande culture et dans les prairies temporaires, pour réduire les émissions de N₂O</p>	<p>A. Accroître la surface en légumineuses à graines en grande culture</p> <hr/> <p>B. Augmenter et maintenir des légumineuses dans les prairies temporaires</p>

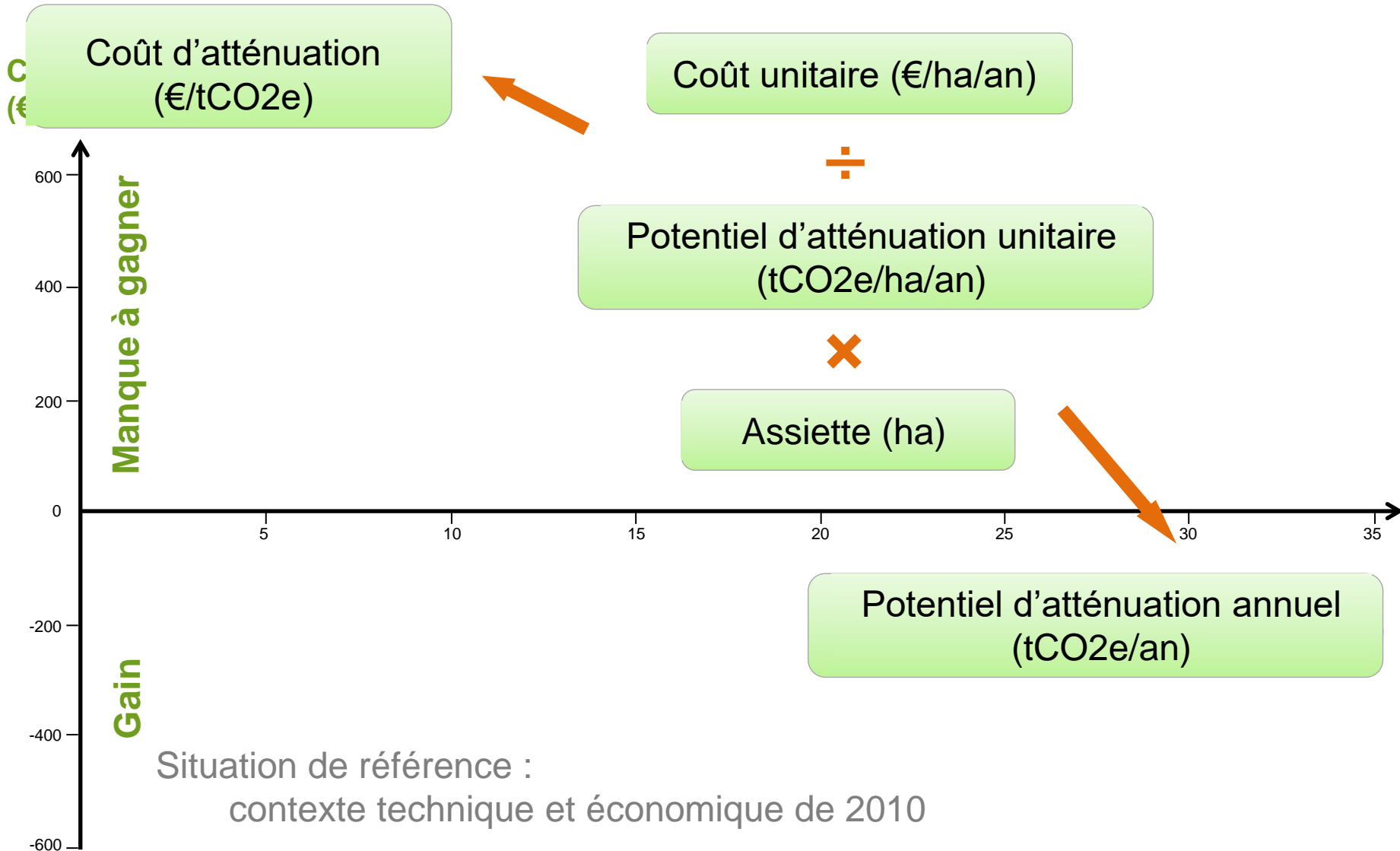
➤ Liste des actions/sous-actions/options techniques



Valoriser les effluents pour produire de l'énergie ; réduire la consommation d'énergie fossile

 ↘ CH ₄	9 Développer la méthanisation et installer des torchères, pour réduire les émissions de CH ₄ liées au stockage des effluents d'élevage	A. Développer la méthanisation B. Couvrir les fosses de stockage et installer des torchères
 ↘ CO ₂	10 Réduire, sur l'exploitation, la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles pour limiter les émissions directes de CO ₂	A. Réduire la consommation d'énergie fossile pour le chauffage des bâtiments d'élevage B. Réduire la consommation d'énergie fossile pour le chauffage des serres C. Réduire la consommation d'énergie fossile des engins agricoles

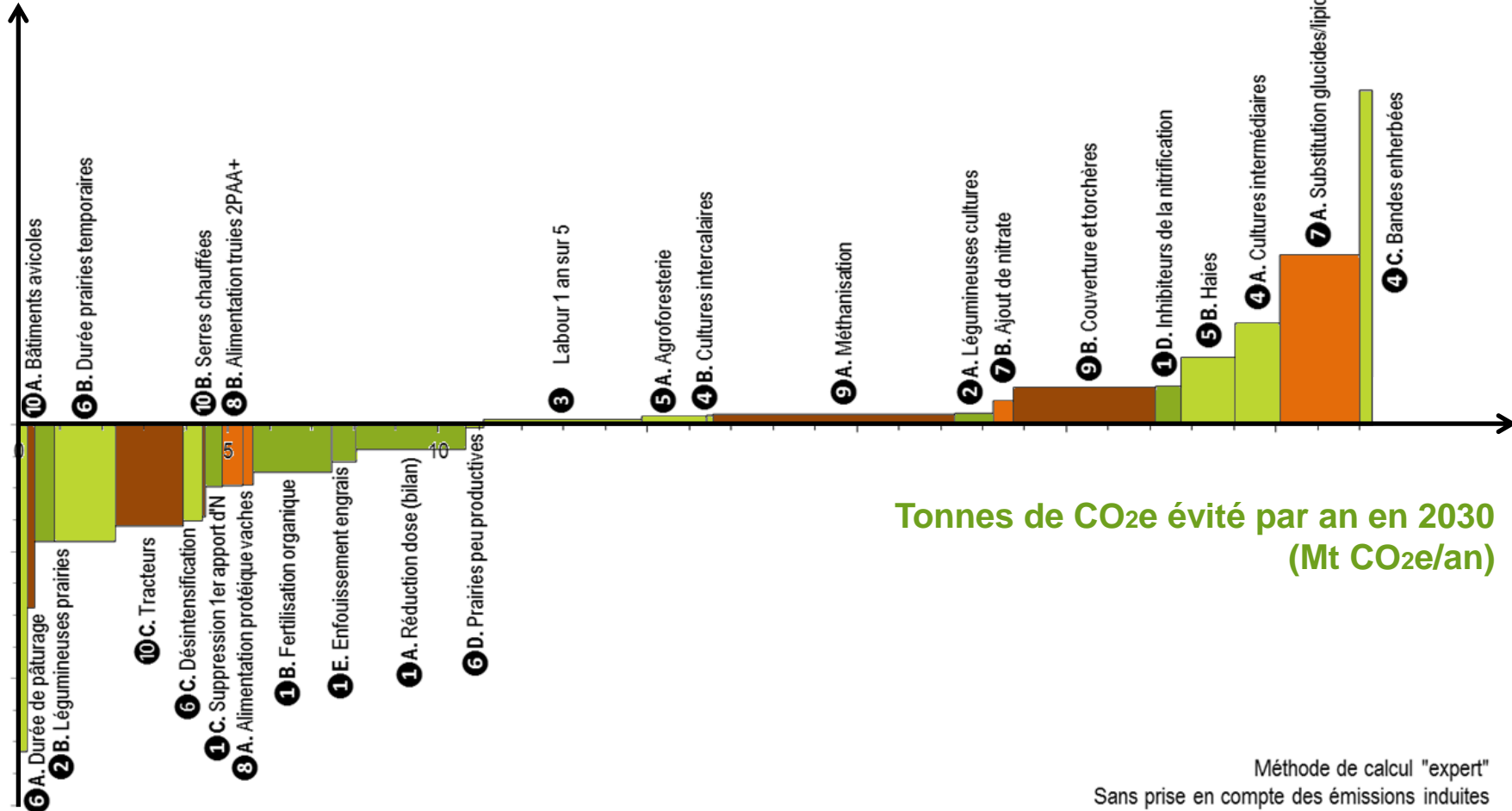
Les résultats



Les résultats



Coût annuel de la tonne de CO₂e évité (€/tCO₂e)





➤ Pour aller vers la neutralité carbone...



D 'autres solutions sont-elles possibles ?



**Carrefours de l'innovation
agronomique**

➤ **La transition énergétique en agriculture et son apport à la neutralité carbone**

Témoignage Sylvain FREDERIC sur la méthanisation et l'agrivoltaïsme

19/09/2024 – Bordeaux Science Agro

➤ Qui je suis ?



Sylvain FRÉDÉRIC – *Directeur Général*
+20 ans d'expérience

Parcours:

- **GRDF** – Responsable Développement - R&D - Direction Biométhane - Gaz renouvelables
- **Naskeo** – Directeur Général Délégué – Directeur du Développement
- **Mise en place en 2010 et 2011 des tarifs biométhane en France** dans le cadre du GT injection biométhane
- **Expert pour la délivrance du label Agri'O**
- **Membre d'Enercit'if**



Formation:

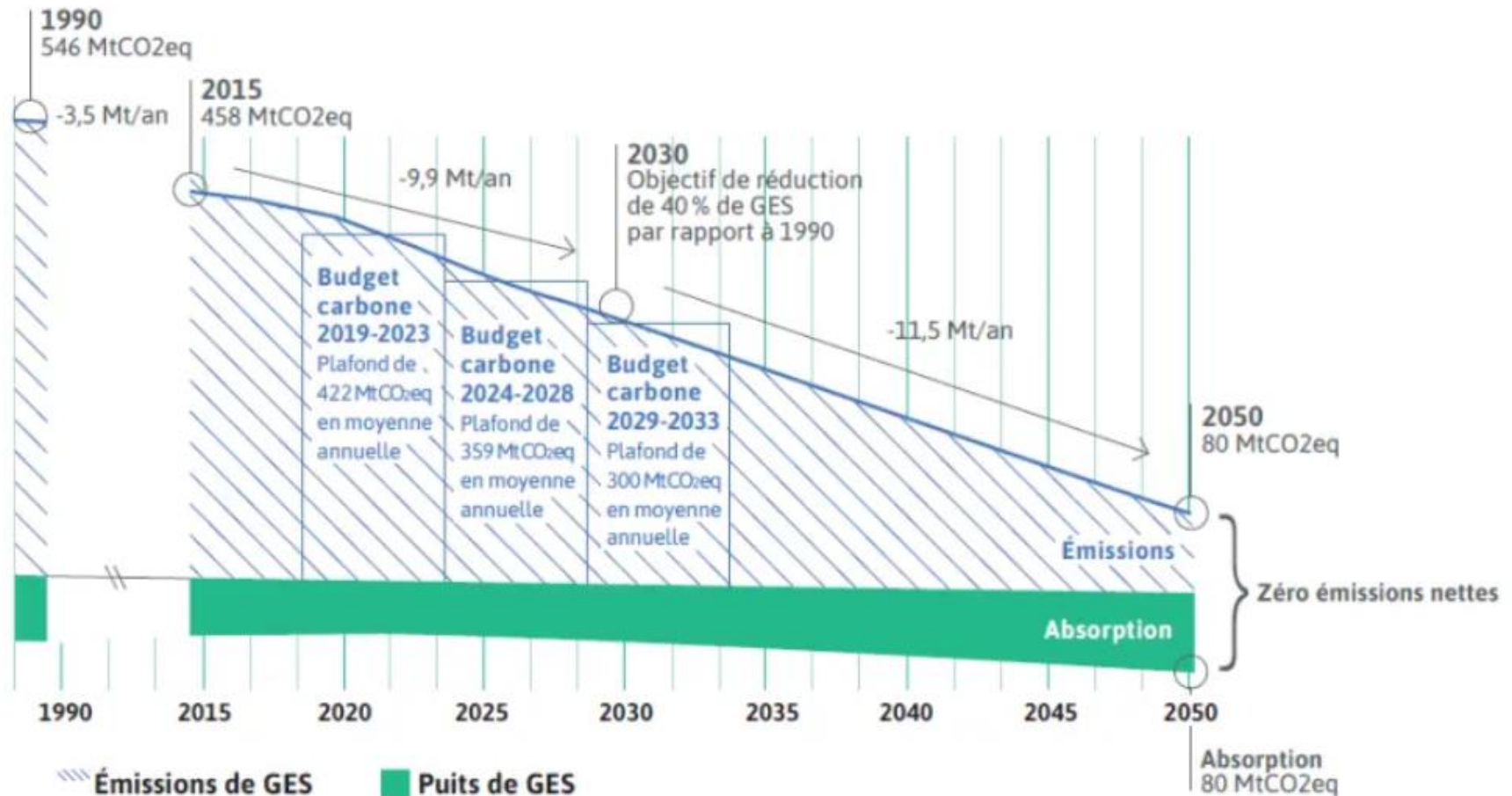
- **Université de Montpellier** – Docteur en génie des procédés
- **AgroParisTech** – Master Agronomie / Economie et gestion des entreprises
- **Ecole Normale Supérieure** – Magistère de biologie



Trajectoire inscrite dans la « SNBC »



Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français entre 1990 et 2050 (en MtCO₂eq). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)

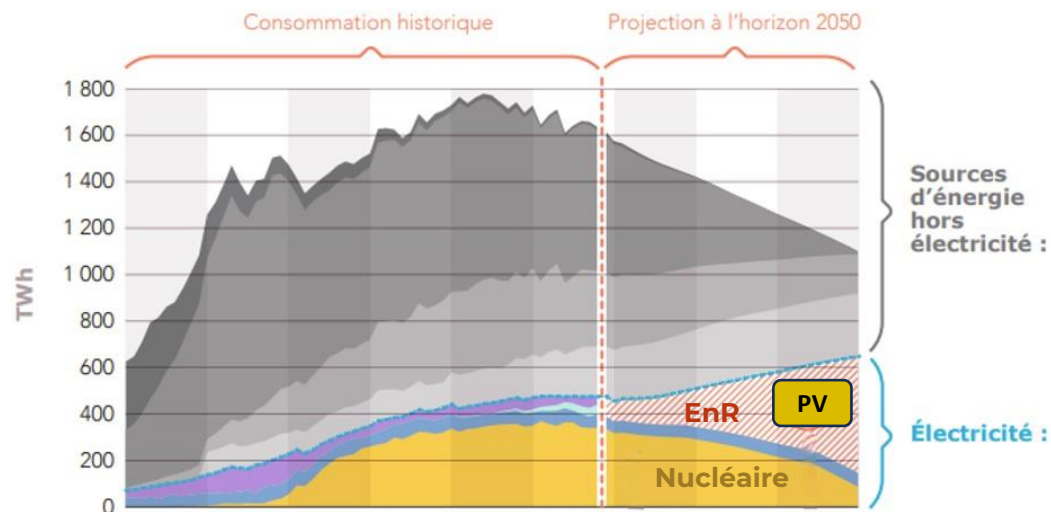


TRADUCTION

Besoin de déploiement massif des énergies renouvelables

- Électrification massive des usages
- Demande électricité : **+40%** en 2050
- **Le photovoltaïque (PV) représente l'essentiel des capacités déployées**
- Multiplication nécessaire du parc photovoltaïque : **x10 à x20** en 2050.

Évolution des sources d'énergies à horizon 2050, France (sources: Futurs énergétique RTE, 2021)

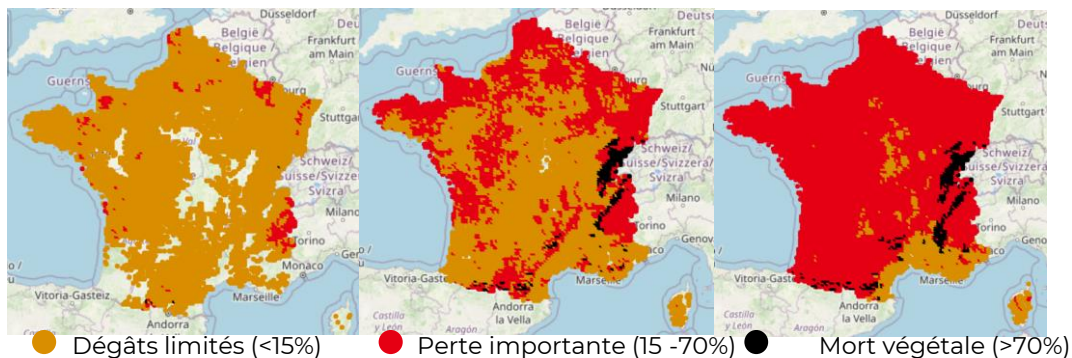


CONTEXTE

Nécessite l'adaptation de l'agriculture au changement climatique

- Le changement climatique impacte déjà fortement les rendements :
-25% en 2022
- Premiers facteurs limitants : stress hydrique et thermique

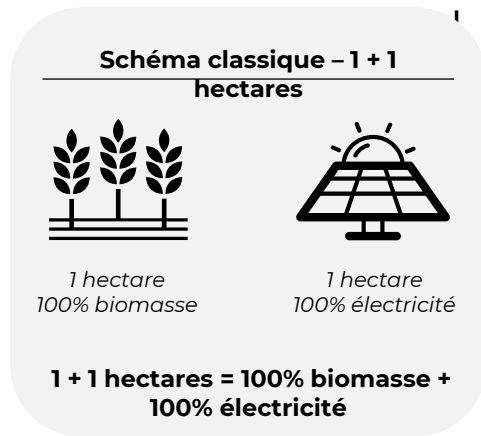
Évolution des limitations en eaux, de 2030 (gauche) à 2080 (droite) (sources: d'après Météo-France, CERFACS et IPSL.)



> L'agrivoltaïsme : une symbiose entre agriculture et énergie

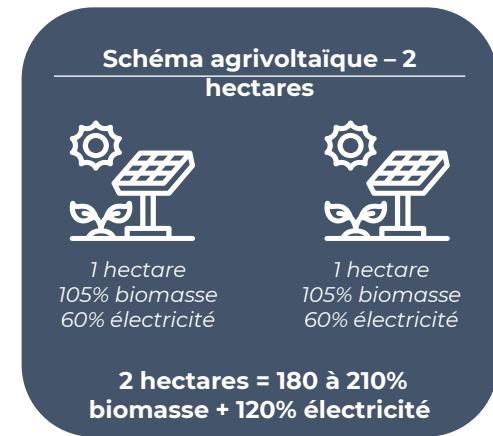


L'agrivoltaïsme est le couplage d'une production photovoltaïque secondaire à une production agricole principale, permettant une synergie de fonctionnement démontrable.



Facteurs limitant le développement du marché solaire et agricole en France

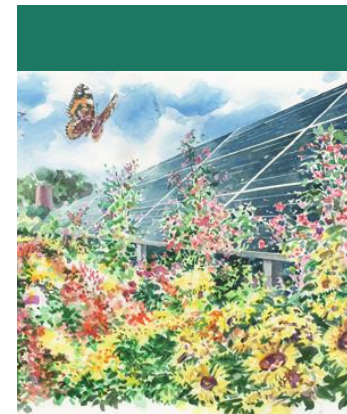
- Une **acceptabilité sociétale limitée**
- **Contraintes réglementaires** en termes de biodiversité et d'artificialisation des sols
- **Pertes agricoles** liées au réchauffement et aux aléas climatiques



Les solutions apportées par l'agrivoltaïsme

- Projet ayant un **impact paysager limité**
- Culture simultanée permettant **de maintenir la biodiversité**
- **Protection des cultures** face aux aléas climatiques
- Optimisation des **rendements agricoles dans certains cas**

➤ Un agrivoltaïsme porteur de vie





➤ Comparaison de différents rendements énergétiques à partir de l'énergie solaire

	Bioéthanol (Blé)	Huile (colza)	Culture dédiée (Méthanisation)	Culture intermédiaire	Photovoltaïque
Énergie solaire reçue (MWh/ha.an)	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Rendement photosynthétique annuel (%)	1	1	1	0,5	19
Énergie absorbée (MWh/ha.an)	120	120	120	60	2280
Biomasse valorisée (%)	17	13	70	40	-
Énergie brute (MWh/ha.an)	20,5	16	84	24	2280
Énergie dédiée au processus (% de l'énergie brute)	97	30	20	20	20
Énergie finale disponible (MWh/ha.an)	~0,5	~10	67,2	16	1 824

1: Hypothèses de travail

2: Moyenne du rendement photosynthétique des surfaces cultivées, d'après Sorensen

3: Teneur en huiles des microalgues, d'après Shamash

4: Rapport DIREM/ADEME sur les biocarburants 2003

5: Hypothèse de travail : % faible car pas d'énergie nécessaire à la production d'engrais, ni à des étapes d'extraction ou de distillation

6: Énergie due à la production d'engrais, au procédé d'extraction et de séchage du carburant produit.

Externalités positives sur l'agrivoltaïsme



Réduction des émissions de gaz à effet de serre

La production d'électricité sans CO2 contribue à la lutte contre le changement climatique.

Protection des ressources en eau

En combinant agriculture et énergie solaire, l'agrivoltaïsme contribue à la préservation de l'eau en optimisant son utilisation et en limitant l'évaporation des sols.

Amélioration de la biodiversité

Ces systèmes permettent de réduire l'utilisation de pesticides et offrent des habitats supplémentaires pour la faune et la flore locales.



Protection des cultures

Ces systèmes s'adaptent aux besoins des plantes et protègent les cultures contre les aléas climatiques (intempéries, pluies, grêle, chaleurs...). Ils améliorent les rendements agricoles et favorisent l'adaptation au changement climatique.

Diversification des revenus agricoles

En intégrant la production d'énergie, les agriculteurs peuvent diversifier leurs sources de revenus, réduisant leur dépendance aux fluctuations des prix agricoles.

➤ Les freins liés à l'agrivoltaïsme



1/ Impact paysager

2/ Manque de connaissances pour certaines variétés de cultures adaptées à l'ombre

Mais des expériences ont déjà été réalisées sur vigne, cerisier, framboisier, maïs et blé

3/ Partage de la connaissance, des retours d'expériences de développeurs privés

4/ Ponts entre chercheurs et sociétés privées

➤ Les freins liés à la méthanisation



- 1/ Manque de pratique et de connaissance pour l'utilisation **des digestats**
- 2/ Manque de retours d'expérience et de partage **sur les cultures intermédiaires en particulier sur les légumineuses**
- 3/ Manque d'une **culture de la « qualité » avec de la maintenance préventive** pour les agriculteurs
- 4/ Ponts entre chercheurs et sociétés privées

➤ Merci de votre attention



Nous vous remercions pour votre attention et sommes ouverts à vos questions

