

UC Méthanisation AgroParisTech



Transitions énergétiques Transitions agricoles

29/10/2024

Jonathan PLANCHEZ
Responsable Adjoint Pôle gaz verts Ile-de-France

Vincent JEAN-BAPTISTE
Responsable des affaires agricoles GRDF



Alliance
Méthanisation Agricole

Sommaire

- 01** Mix énergétique
Place du gaz et du gaz renouvelable
- 02** Biomasses et énergie
Usages et potentiels
- 03** Agriculture, énergie, décarbonation
Interdépendance, ouverture sur le cycle de l'azote
- 04** Les étapes d'un projet d'ENR agricole
Le cas de la méthanisation



2



01 Mix énergétique



Le mix énergétique en question



3

Le mix énergétique français Quiz

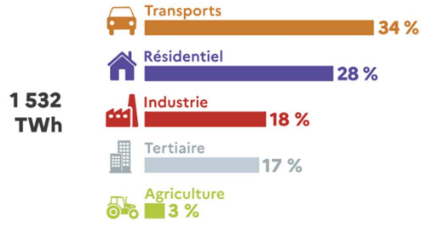
Quel secteur consomme le plus d'énergie ?



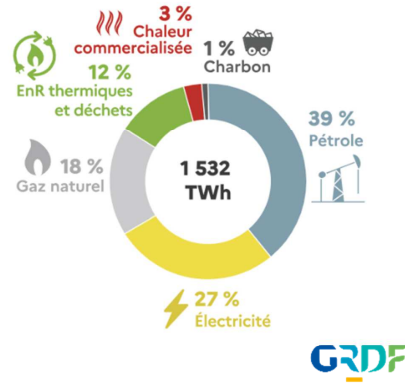
4

Les consommations

Consommation finale énergétique par secteur en 2022



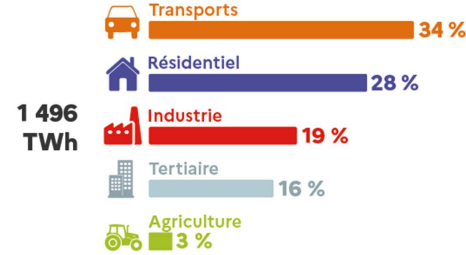
Consommation finale à usage énergétique par énergie en 2022



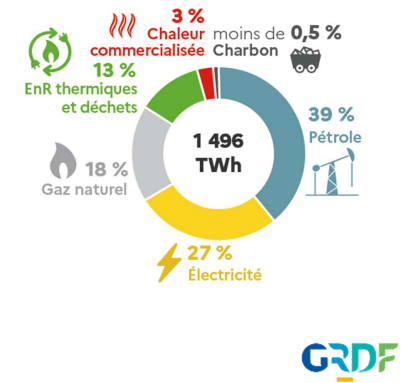
GRDF

Les consommations

Consommation finale énergétique par secteur en 2023



Consommation finale à usage énergétique par énergie en 2023



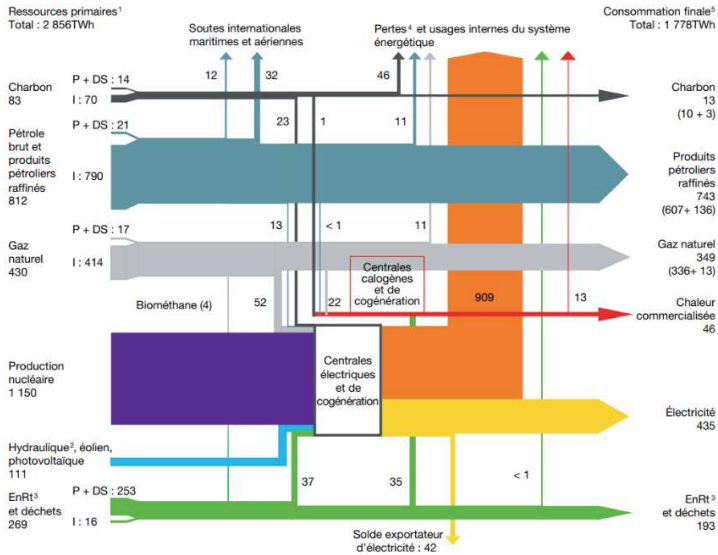
GRDF

Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2022

Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2022

Bilan énergétique de la France en 2021

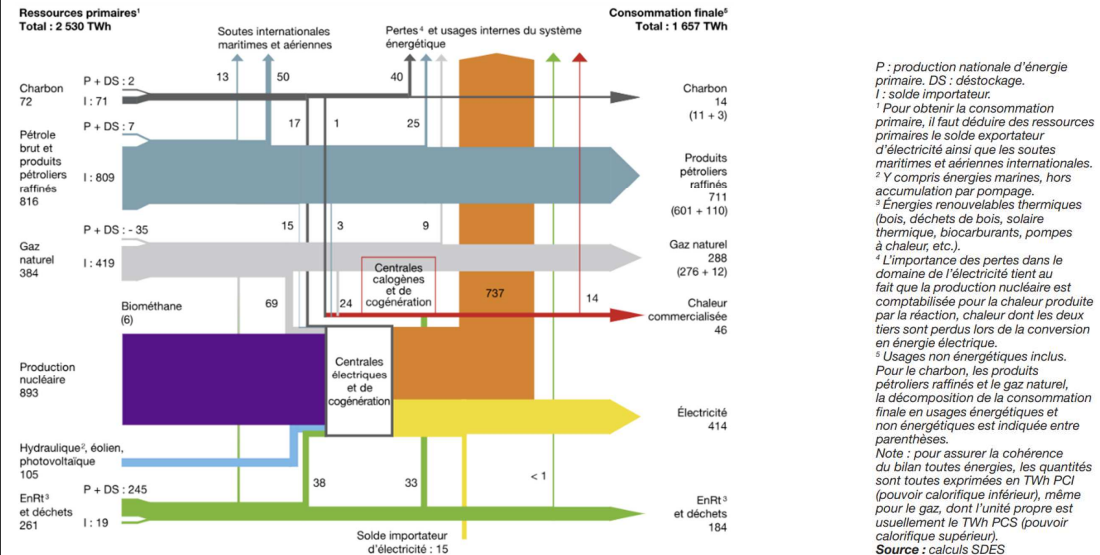
Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2021



P : production nationale d'énergie primaire. DS : déstockage. I : solde importateur.
¹ Pour obtenir la consommation primaire, il faut déduire des ressources primaires le solde exportateur d'électricité ainsi que les soutes maritimes et aériennes internationales.
² Y compris énergies marines, hors accumulation par pompage.
³ Énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique, biocarburants, pompes à chaleur, etc.).
⁴ L'importance des pertes dans le domaine de l'électricité tient au fait que la production nucléaire est comptabilisée pour la chaleur produite par la réaction, chaleur dont les deux tiers sont perdus lors de la conversion en énergie électrique.
⁵ Usages non énergétiques inclus. Pour le charbon, les produits pétroliers raffinés et le gaz naturel, la décomposition de la consommation finale en usages énergétiques et non énergétiques est indiquée entre parenthèses.
 Note : pour assurer la cohérence du bilan toutes énergies, les quantités sont toutes exprimées en TWh PCI (pouvoir calorifique inférieur), même pour le gaz, dont l'unité propre est usuellement le TWh PCS (pouvoir calorifique supérieur).
 Source : calculs SDES

Bilan énergétique de la France en 2022

Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2022

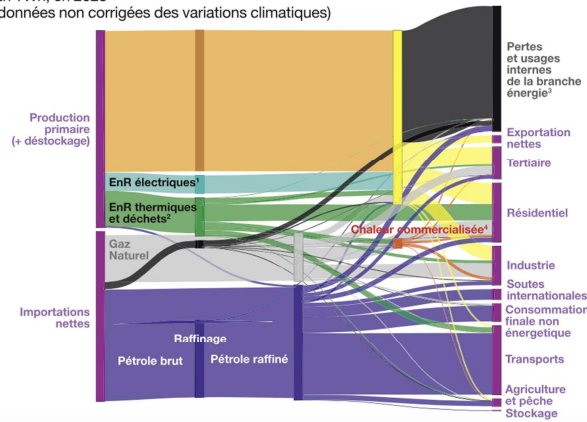


P : production nationale d'énergie primaire. DS : déstockage. I : solde importateur.
¹ Pour obtenir la consommation primaire, il faut déduire des ressources primaires le solde exportateur d'électricité ainsi que les soutes maritimes et aériennes internationales.
² Y compris énergies marines, hors accumulation par pompage.
³ Énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique, biocarburants, pompes à chaleur, etc.).
⁴ L'importance des pertes dans le domaine de l'électricité tient au fait que la production nucléaire est comptabilisée pour la chaleur produite par la réaction, chaleur dont les deux tiers sont perdus lors de la conversion en énergie électrique.
⁵ Usages non énergétiques inclus. Pour le charbon, les produits pétroliers raffinés et le gaz naturel, la décomposition de la consommation finale en usages énergétiques et non énergétiques est indiquée entre parenthèses.
 Note : pour assurer la cohérence du bilan toutes énergies, les quantités sont toutes exprimées en TWh PCI (pouvoir calorifique inférieur), même pour le gaz, dont l'unité propre est usuellement le TWh PCS (pouvoir calorifique supérieur).
 Source : calculs SDES

Bilan énergétique de la France en 2023

Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2023

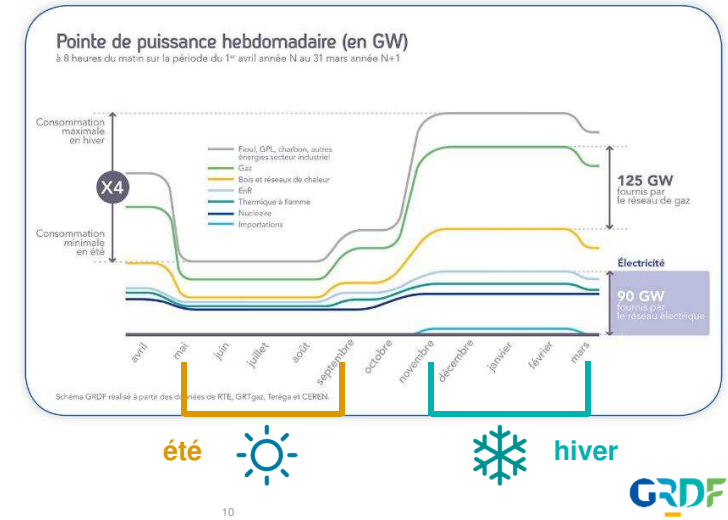
En TWh, en 2023
(données non corrigées des variations climatiques)



Le diagramme de Sankey, représenté ici et communément utilisé pour représenter des bilans énergétiques, retrace l'ensemble des flux (approvisionnement, transformation, consommation, y compris pertes) sous forme de flèches de largeur proportionnelle à la quantité d'énergie.
 * Y compris énergies marines, hors accumulation par pompage.
 † Énergies renouvelables thermiques.
 ‡ L'importance des pertes dans le domaine de l'électricité tient au fait que la production nucléaire est comptabilisée pour la chaleur produite par la réaction, chaleur dont un tiers de l'énergie est convertie en énergie électrique, les deux tiers restants étant dissipés dans l'environnement.
 § La chaleur retracée ici est la chaleur vendue par les réseaux de chaleur ou cogénérée.
 Champ: France.
 Source : SDES, Bilan énergétique de la France

La place du gaz dans notre mix énergétique

La résilience de notre système énergétique est en grande partie fondée sur le gaz, vecteur énergétique stockable



10



LE RÔLE DU GAZ DANS LE MIX ÉNERGÉTIQUE FRANÇAIS

En raison de ses particularités, le gaz joue un rôle fondamental lors des pointes de consommation hivernale

Sur une année, on consomme quasiment autant de gaz que d'électricité en France



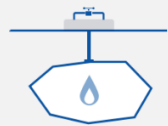
En hiver, on consomme

5x

plus de gaz qu'en été



Les stockages de gaz permettent de répondre aux pointes de consommation



On utilise du gaz pour produire de l'électricité

14 centrales à cycles combinés gaz sont disponibles en France (2020)

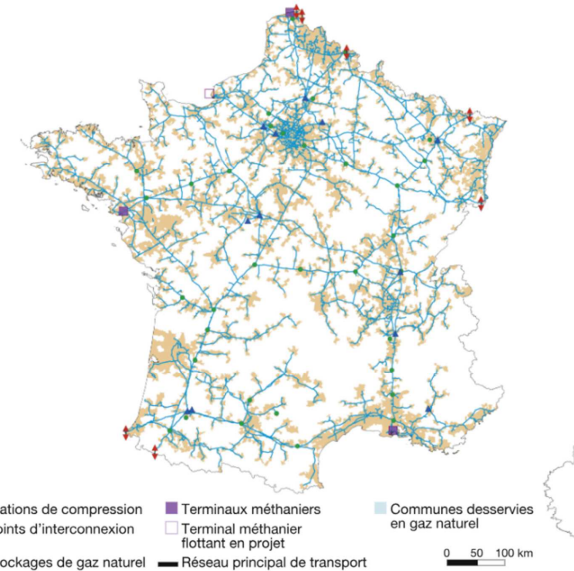


source: Association Française du Gaz, 2022



11

RÉSEAUX DE TRANSPORT, DE STOCKAGE ET COMPRESSION DE GAZ NATUREL



GRDF, principal distributeur de gaz en France

Créée en 2007, GRDF est une filiale indépendante d'ENGIE qui regroupe les activités de distribution de gaz en France.

Principal gestionnaire de réseau de distribution de gaz en France, GRDF distribue le gaz, chaque jour, à plus de 11 millions de clients pour se chauffer, cuisiner, se déplacer, quel que soit leur fournisseur.

Pour cela, conformément à ses missions de service public, GRDF conçoit, construit, exploite, entretient le plus grand réseau de distribution d'Europe (202 759 km) dans plus de 9 500 communes, en garantissant la sécurité des personnes et des biens et la qualité de la distribution.

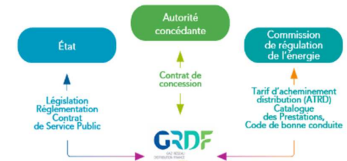
Avec l'essor du gaz renouvelable produit localement, le réseau de gaz est un maillon essentiel à la transition écologique. GRDF s'inscrit comme un partenaire incontournable auprès des collectivités territoriales pour les accompagner vers la neutralité carbone au travers de leurs choix de politiques énergétiques et de mobilité durable.



[Retour sommaire](#)

13

GRDF, une entreprise régulée dont l'activité est régie par un contrat de service public



La distribution du gaz en France est une mission de service public. Elle s'exerce sous une triple autorité : celle de l'État, des collectivités et de la **Commission de régulation de l'énergie (CRE)**.

L'activité de GRDF est régie par un **Contrat de service public (CSP)** signé tous les 5 ans avec l'État. Il fixe les engagements de l'entreprise et les missions qui en découlent.

Le CSP signé pour la période 2019-2023, définit les engagements majeurs de GRDF à travers **6 grandes thématiques** :

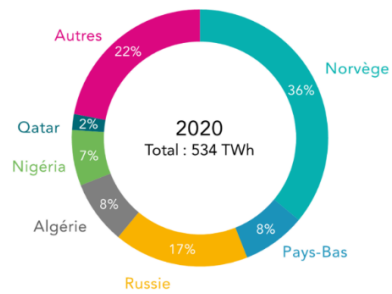
- la sécurité d'approvisionnement en gaz et la continuité du service public ;
- la sécurité du réseau et des installations ;
- la qualité des relations avec tous les clients ;
- le développement équilibré des territoires ;
- la transition écologique ;
- l'innovation, la recherche et le développement.

[Retour sommaire](#)

14



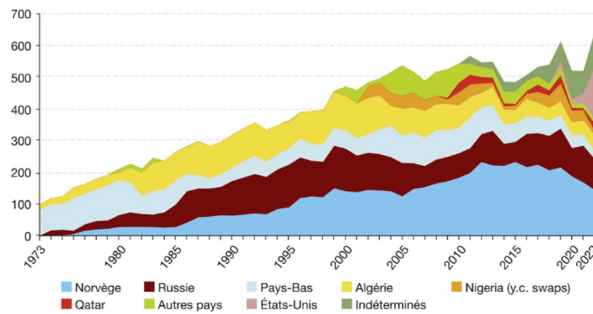
Origine du gaz naturel importé en France : d'où vient le gaz ?



IMPORTATIONS DE GAZ NATUREL PAR PAYS D'ORIGINE

TOTAL : 640 TWh PCS en 2022

En TWh PCS¹



■ Norvège ■ Russie ■ Pays-Bas ■ Algérie ■ Nigeria (y.c. swaps)
■ Qatar ■ Autres pays ■ États-Unis ■ Indéterminés



15

DETAILS - TRIBUNES

TRIBUNE
Robert Bell
professeur de management au
Rensselaer Polytechnic Institute
(New York)

« L'UE pourrait produire suffisamment de biométhane pour remplacer le gaz russe »

Le professeur de gestion Robert Bell affirme que la conversion des déchets organiques en méthane permettrait de mettre fin aux importations de gaz russe.

Publié le 16 juillet 2022 à 16h00, mis à jour le 16 février 2023 à 13h00 - © Lecture 3 ans

[Ajouter à mes alertes](#)

[S'abonner aux alertes](#)

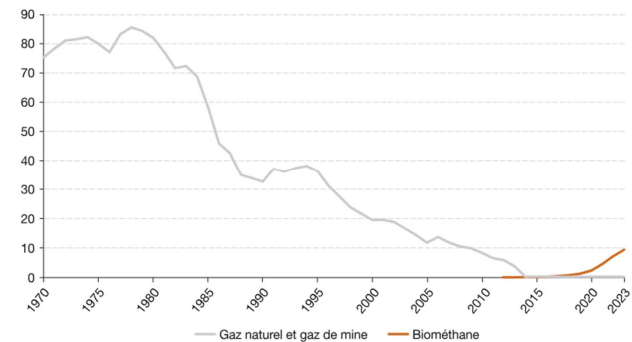
Articles de **Connaissance des Énergies** avec des données du Ministère de la Transition Écologique (en haut) / Le Monde, 16 juillet 2022 (en bas)

La production de gaz en France

PRODUCTION NATIONALE COMMERCIALISÉE DE GAZ NATUREL ET BIOMÉTHANE

TOTAL : 9 TWh PCS en 2023

En TWh PCS¹



¹ 1 TWh PCS = 1 milliard de kWh PCS en pouvoir calorifique supérieur (voir définitions).

Champ : France.

Source : SDES, Bilan énergétique de la France



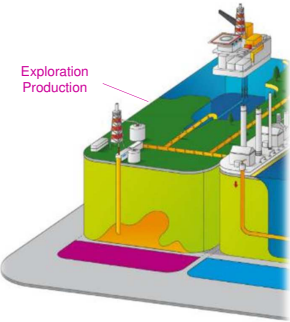
16

Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2023

Gaz naturel d'origine fossile vs gaz renouvelable

Gaz naturel

Ressources finies
La combustion du gaz fossile libère du C fossile dans l'atmosphère

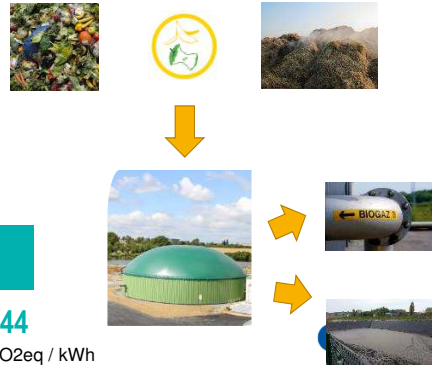


239

Facteur d'émission en gCO₂eq / kWh
Base empreinte de l'ADEME

Gaz renouvelable (Biogaz ou Biométhane)

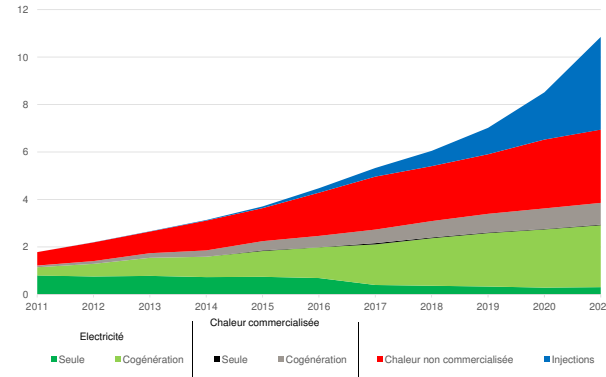
Produit à partir ressources renouvelables, de biomasse
La combustion de biogaz / biométhane libère du C biogénique (cycle court)



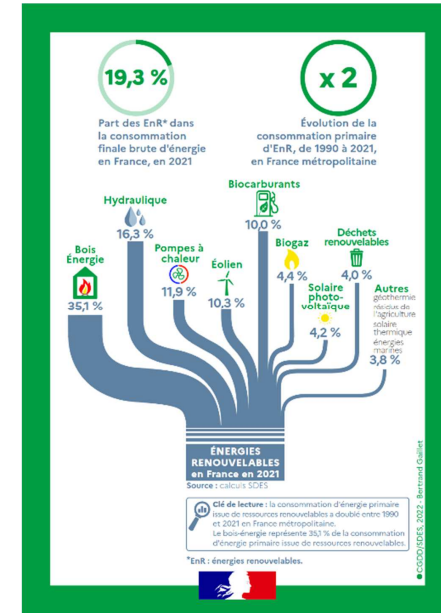
44

Les ENR en France - En 2021

Évolution de la production brute d'énergie à partir de biogaz TOTAL : 11 TWh en 2021



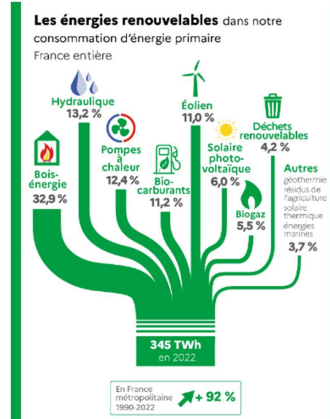
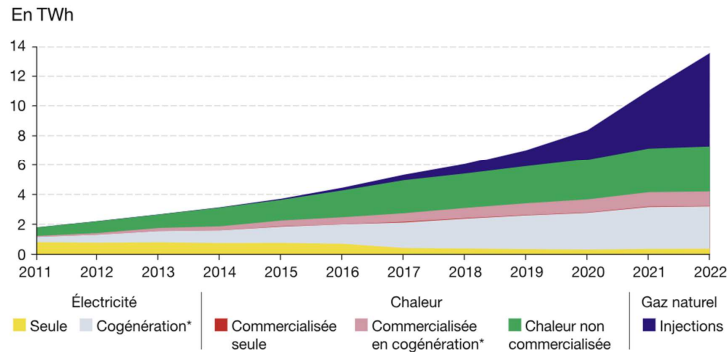
Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2021



Les ENR en France - En 2022

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE À PARTIR DE BIOGAZ

Total : 14 TWh en 2022



Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2022

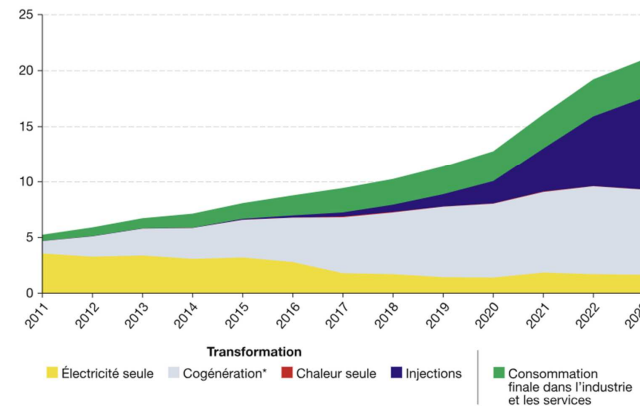
19

Les ENR en France - En 2023

ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION PRIMAIRE DE BIOGAZ

Total : 21 TWh en 2023

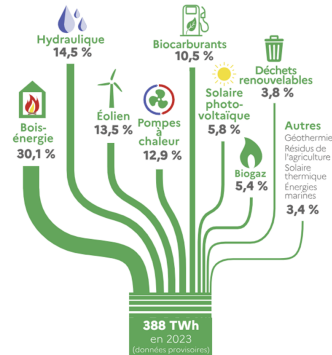
En TWh



Source : SDES – Bilan énergétique de la France en 2023

20

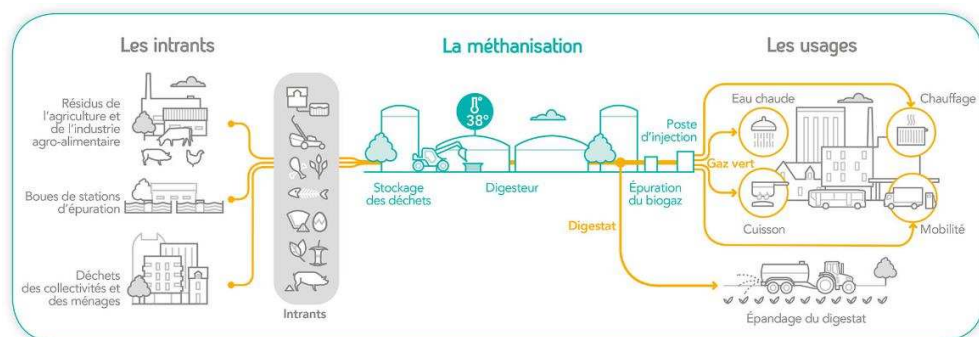
Les énergies renouvelables dans notre consommation d'énergie primaire



Source : SDES, Bilan de l'énergie



Le processus de méthanisation



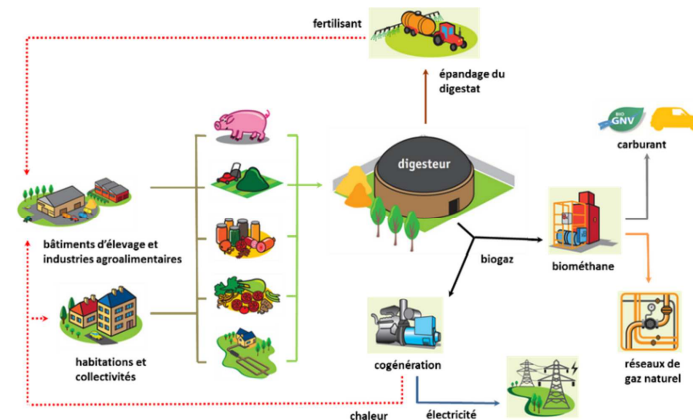
La méthanisation est un processus biologique naturel de fermentation de matières organiques en absence d'oxygène (anaérobie) et sous l'effet de la chaleur (38 °C).

[Retour sommaire](#)

21



Le processus de méthanisation



[Retour sommaire](#)

22



02 Biomasses et énergies

Les biomasses en questions
Les intrants



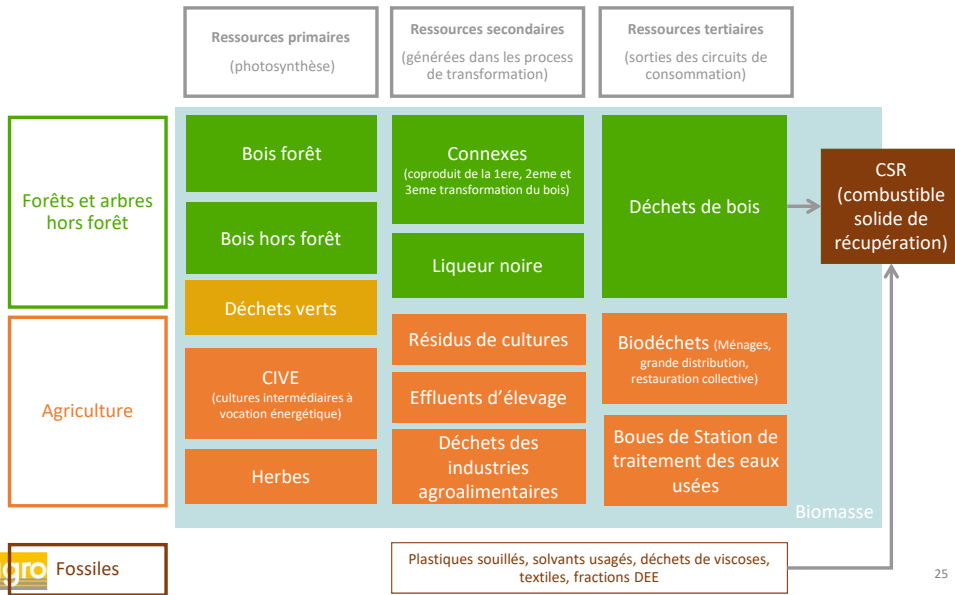
23



► Quelles biomasses pour l'énergie ?

Solagro

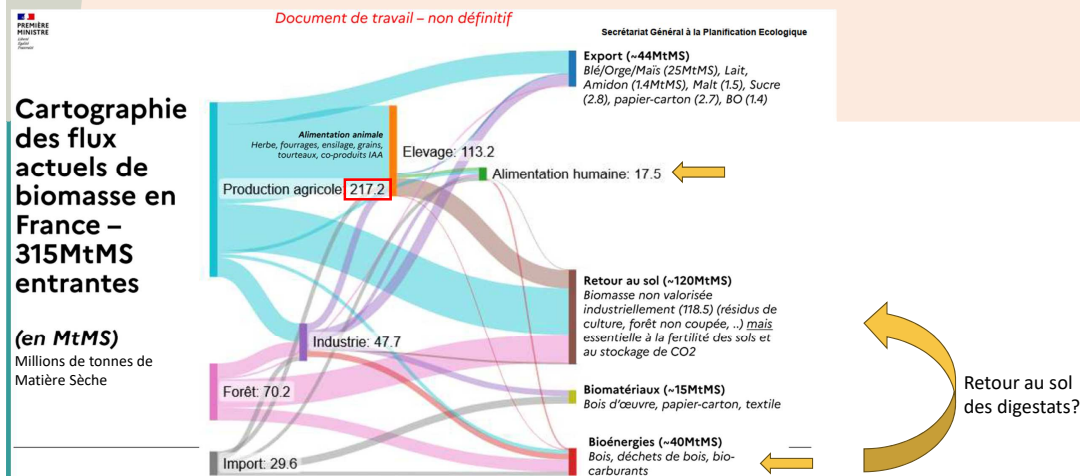
24



► Quantité de biomasse actuellement valorisée ?

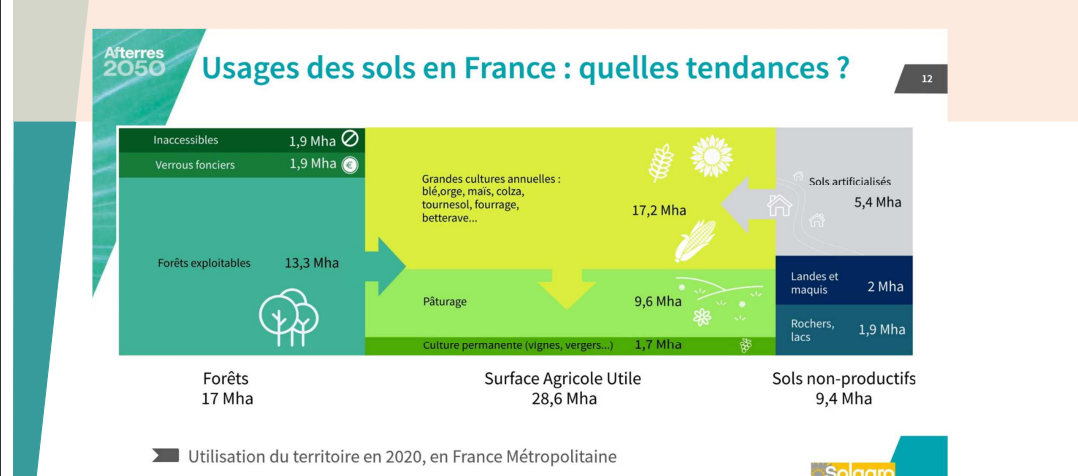
LES FLUX DE BIOMASSE EN FRANCE

SOURCE : SGPE (SECRETARIAT GENERAL A LA PLANIFICATION ENERGETIQUE)



L'USAGE DES SOLS EN FRANCE

SOURCE : SOLAGRO, AFTERRS 2050

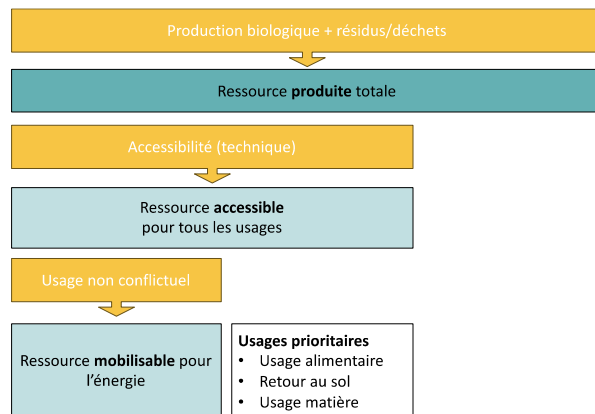


La ferme France, une ferme d'élevage

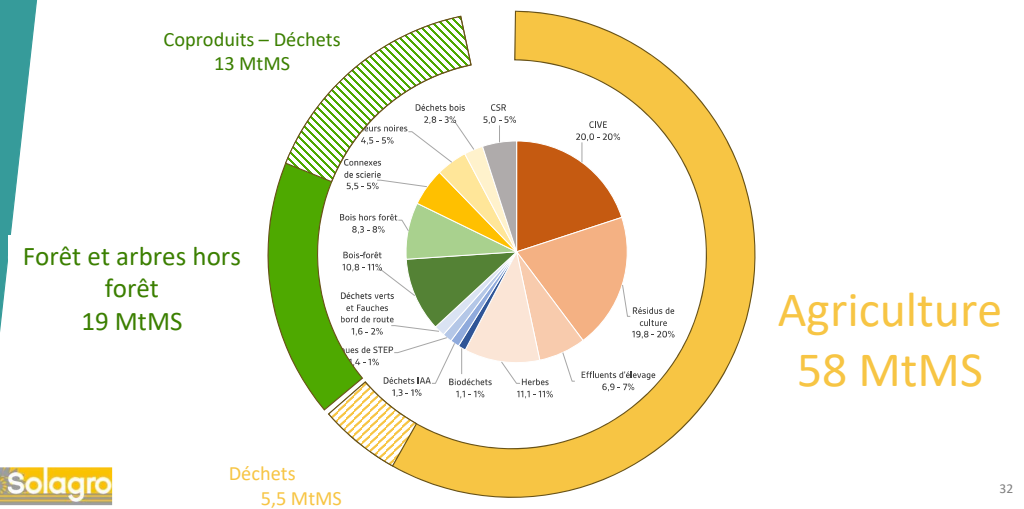


► Et demain ?

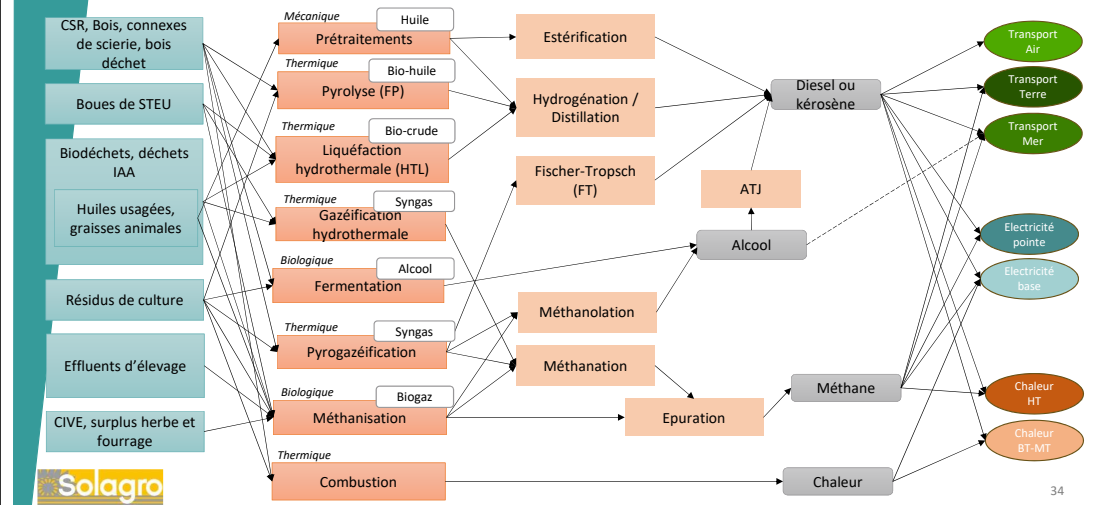
Méthodologie générale



100 Mt_{MS} de biomasse pour l'énergie en 2050



► Quelles voies de valorisation ?



Les biomasses agricoles et forestières

Tableau 4 : Les biomasses agricoles et forestières, quantité et usages possibles en France métropolitaine (ONRB & FranceAgriMer, 2020 ; France Stratégie, 2021 ; Etude I-CARE, 2022)

Catégories de biomasses	Nature des biomasses	Volumes estimés	Usages
Cultures annuelles dédiées	Plantes sucrères ou amygdacées : Betteraves, maïs, blé etc. Plantes oléagineuses : colza, tournesol etc.	3,2.10 ⁶ t MB en 2018 pour les biocarburants 1G	
Effluents d'élevage	Fumiers Lisiers	98.10 ⁶ t MS 40.10 ⁶ t MS produites chaque année	
Résidus de culture	Pailles de céréales Pailles d'oléagineux Canaves de maïs Pailles de protéagineux Issus de silos Fanes de betterave	13.3.10 ⁶ t MS 1.1.10 ⁶ t MS 1.7.10 ⁶ t MS 0.5.10 ⁶ t MS 0.4.10 ⁶ t MS 2.9.10 ⁶ t MS produites chaque année	
Cultures pérennes dédiées	Miscanthus Switchgrass	0,58.10 ⁶ t MS en 2019 (Pas de données)	

Les biomasses agricoles et forestières

	Herbes de fauche	Herbes issues des prairies temporaires ou permanentes, herbes de tonde, etc.	5,3.10 ⁶ t MS produites chaque année (Volume mal estimé)	
	CIVE	CIVE d'été (sorgho, maïs, tournesol, etc.) et les CIVE d'hiver (seigle, triticale, vesce de printemps, pois fourrager, etc.)	23.10 ⁶ t MS produites chaque année (Volume mal estimé)	
	Bûches et rondins	Bois directement coupé en forêt	22,7 Mm ³	
	Rémanants forestiers	Composites de quelques centimètres cubes de bois délaigué produits à partir de résidus ou rémanants forestiers souvent laissés au sol (branches, bois d'élagage, etc.)	2,7 Mm ³	
	Granulés	Coproduits de la transformation du bois et bois en fin de vie	1,44 Mm ³	

Les biomasses agricoles et forestières

Haies et bocages	Tous types de haies	Pas de données	
TCR	Peuplier, Saule...	42000 t MS	

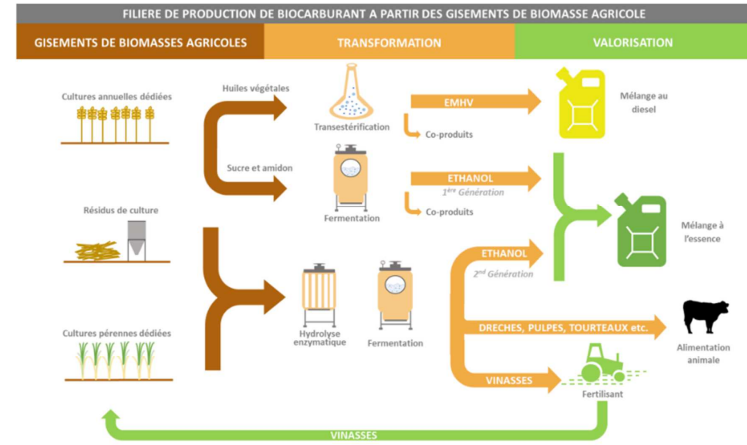


Figure 3 : Filières de production de biocarburants à partir de biomasses agricoles.

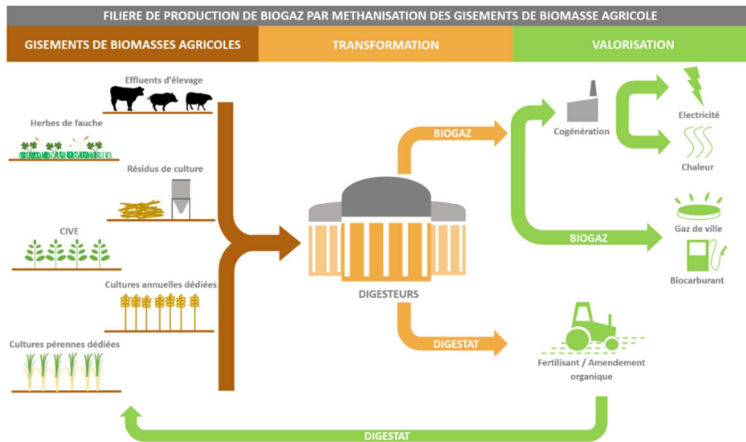


Figure 4 : Filière « méthanisation », de production de biométhane par voie fermentaire à partir de biomasses agricoles.

► Comment les comparer ?

N° Fiche	Filières	Vecteur principal produit	Critères techniques			Critères environnementaux				Critères économiques et intégration territoriale			Rendement TWh/MtMS	Ressource compatible MtMS
			Maturité	Co-produits chimique / énergétique	Taux retour énergétique vecteur principal	Retour au sol carbone	Retour au sol Nutriments	Émissions de GES (geq CO ₂ /MWh)	Polluants atmosph.	Coût de production	Taille des unités (ktMS/an)	Usage du vecteur énergétique		
#1	Estérification de déchets gras		●	Glycérine	> 10	●	●	50 - 50	●	€	10 - 800	Princ. extra-territorial	10,7	0,4
#2	Hydrogénation de déchets gras		●	-	5 à 10	●	●	50 - 80	●	€	100 - 2000	Princ. extra-territorial	11,6	0,4
#3	Pyrolyse rapide		●	Naphta	< 5	●	●	-20 - 100	●	€€	100 - 3000	Princ. extra-territorial	2,5	37,2
#4	Liquéfaction Hydrothermale		●	Naphta	< 5	●	●	50 - 50	●	€€€	90 - 300	Princ. extra-territorial	3,0	39,6
#5	Gazéification Hydrothermale		●	CO ₂ biogénique	> 10	●	●	-	●	€€€	4 - 50	Local à territorial	3,3	39,6
#6	Pyrogazéification (Fisher Tropsh)		●	CO ₂ biogénique, Naphta	5 à 10	●	●	10 - 130	●	€€	70 - 1000	Princ. extra-territorial	2,6	37,2
#7	Pyrogazéification (méthanation)		●	CO ₂ biogénique	> 10	●	●	50 - 50	●	€€	20 - 500	Local à territorial	3,3	37,2
#8	Pyrogazéification (méthanolation)		●	CO ₂ biogénique	5 à 10	●	●	-	●	-	80 - 600	Princ. extra-territorial	2,2	37,2
#9	Fermentation		●	CO ₂ biogénique	> 10	●	●	80 - 240	●	€€€	30 - 5000	Princ. extra-territorial	1,5	32,2
#10	Méthanisation (méthanolation)		●	CO ₂ biogénique	< 5	●	●	-	●	-	3 - 100	Princ. extra-territorial	2,3	63,2
#11	Méthanisation (épuration)		●	CO ₂ biogénique	> 10	●	●	40 - 40	●	€€	3 - 100	Local à territorial	2,5	63,2
#12	Combustion		●	-	> 10	●	●	10 - 20	●	€	0 - 100	Princ. local	4,9	41,7

41

Les intrants Quiz 1

Puis-je méthaniser :

- Du fumier de cheval ?
- Une bouteille en plastique ?
- Des épluchures de carotte ?
- Des branchages ?
- De l'huile ?
- Du carton ?
- Du lait ?
- Du blé ?

Les intrants Quiz 2

J'ai un méthaniseur pouvant valoriser
10 000 t/an de déchets organiques

Quelle quantité de biométhane vais-je
produire par an (en m3) s'il s'agit :

- A/ de fumier porcin
- B/ de résidus de céréales
- C/ de biodéchets des ménages

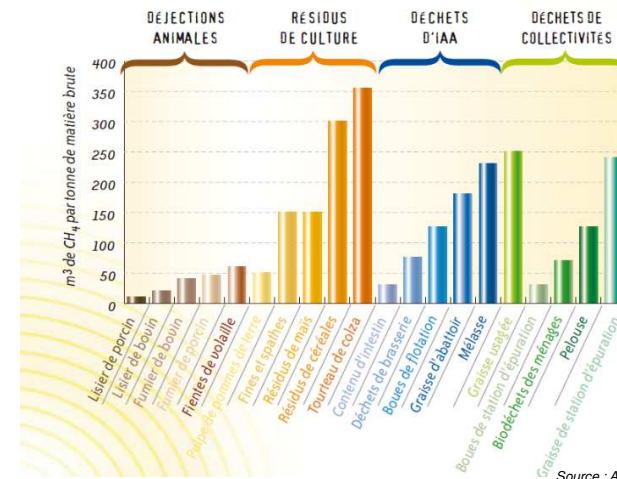
Indice : potentiel méthanogène
Qui va avec qui ?

50 m³
CH₄/tonne

140 m³
CH₄/tonne

300 m³
CH₄/tonne

Les intrants Le « potentiel méthanogène » des différents gisements est très variable



Source : ADEME, AILE, Solagro, Trame

Décret culture

Puis-je méthaniser sans limite des cultures principales ?

45



MESSAGES CLÉS



PAS DE CONCURRENCE AVEC L'ALIMENTAIRE

LA PART DES CULTURES PRINCIPALES DANS LES MÉTHANISEURS EST LIMITÉE PAR LA RÉGLEMENTATION FRANÇAISE

- **15% maximum** de cultures principales dans la ration d'un méthaniseur
- 5,5% de cultures principales en moyenne sur le parc français, et une très grande diversité sur le terrain
- Les cultures principales sont fréquemment absentes de la ration
- Leur recours s'explique par le besoin d'assurer une alimentation continue du méthaniseur tout au long de l'année (lorsqu'il y a moins d'effluents d'élevage parce que les vaches sont à l'herbe par exemple)
- 0% de cultures principales dans la plupart des prospectives à 2050.

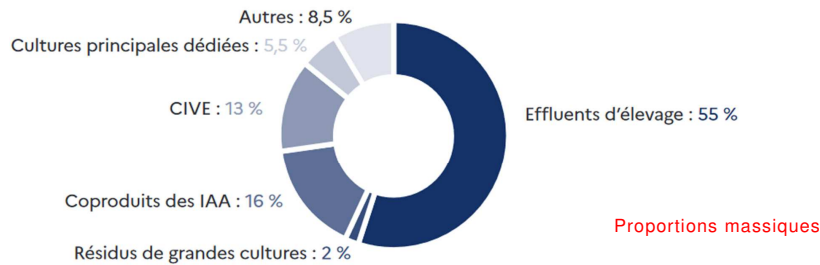
National 27 SEPTEMBRE 2022

Décret culture : Modification du cadre réglementaire relatif aux cultures utilisées pour la production de biogaz et biocarburant

Apprenez-en plus sur ce décret, attendu pour conforter l'exemplarité de la filière



Les intrants valorisés en méthanisation agricole



Sources : SDES ; DREALs Bretagne, Pays de la Loire, AURA ; Chambagri Grand Est ; Biomasse Normandie

Illustration issue de « Ressources en biomasse et méthanisation agricole : quelles disponibilités pour quels besoins ? Analyse des données théoriques de l'ONRB » (Fig. 1 p 7)

47



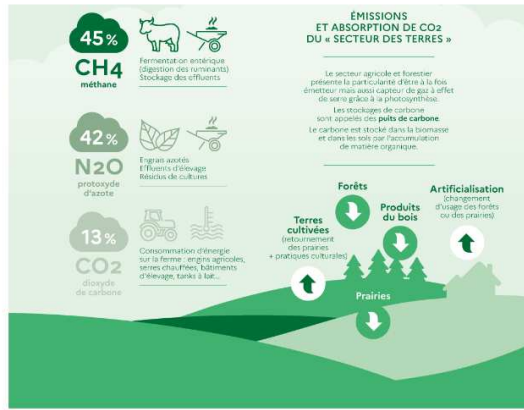
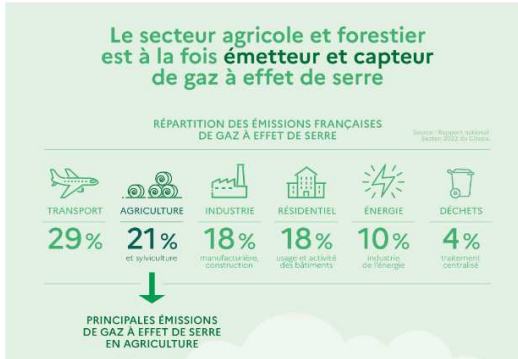
03 Agriculture Energie Décarbonation

Interdépendance
Ouverture sur le cycle de l'N

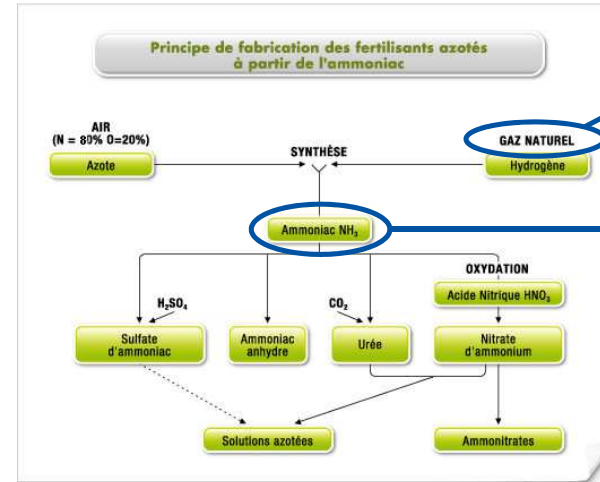


48





Azote et énergie



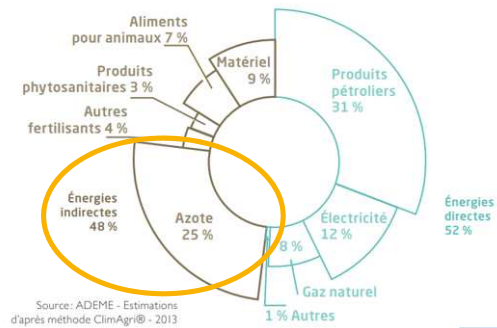
Le gaz est en amont de la chaîne de production des engrais azotés

L'entrée de l'azote dans le système agronomique est donc aujourd'hui principalement dépendante du gaz fossile...

Crise énergétique et crise de l'azote

...ce qui en fait l'un des plus gros postes de consommation d'énergie de l'agriculture : 25%

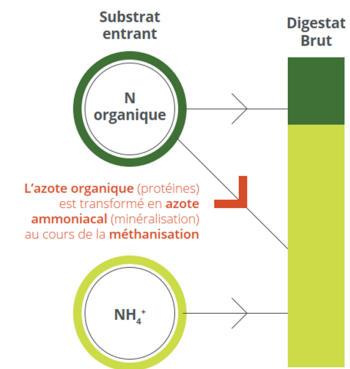
RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE PRIMAIRE DIRECTES ET INDIRECTES DE L'AGRICULTURE (FRANCE MÉTROPOLITAINE 2010)



Source: ADEME - Estimations d'après méthode ClimAgri® - 2013

Le processus de méthanisation - Effets sur l'Azote

Figure 1.3
Devenir de l'azote lors de la méthanisation
ADEME 2011



Séparation de phase du digestat - Effets sur l'Azote



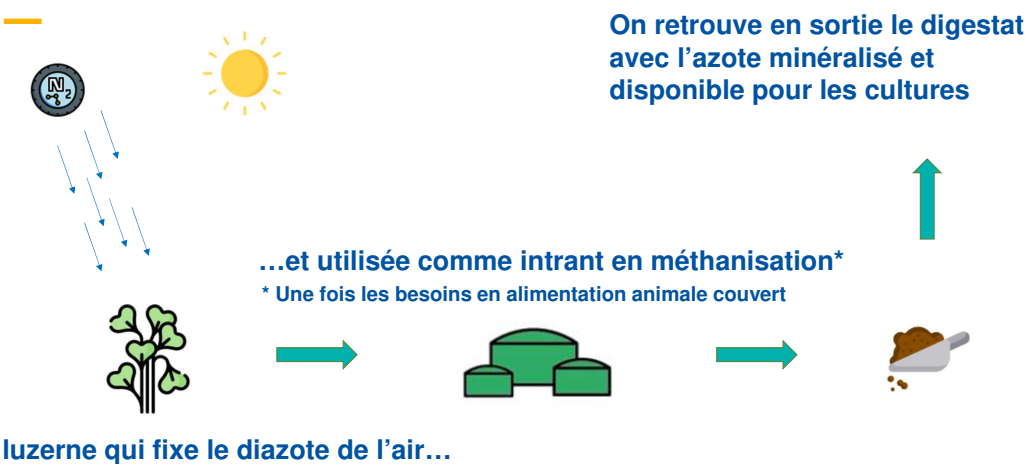
Petit calcul

- 4,8 Mt d'azote sont importés en France chaque année (<https://agriculture.gouv.fr/telecharger/133700>)
- Autour de 1400 unités de méthanisation agricole
- Cela pourrait remplacer quelle part des importations d'azote ?
- Données du calcul
 - 1 unité de méthanisation ~ 5000 t de digestats
 - Teneur moyenne en azote assimilable d'un digestat : 2 à 5 kg / t

Petit calcul

- Résultat ?
- Qu'est-ce qui cloche dans cette approche ?

La méthanisation des légumineuses



04

Les étapes d'un projet d'ENR agricole
Cas de la méthanisation



Les différentes étapes d'un projet de méthanisation

57



Les différentes étapes d'un projet



Objectifs :

- Identifier les différentes étapes d'un projet de méthanisation

Etape 1 :

- Par équipe : mettre dans l'ordre les différentes étapes
- Correction en plénière



Etape 2 :

- Par équipe : associer à chaque étapes une ou plusieurs actions
- Correction en plénière



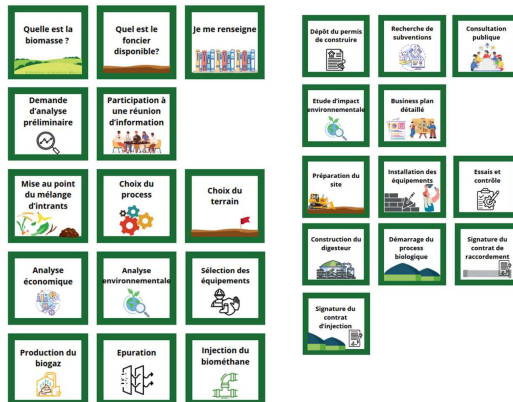
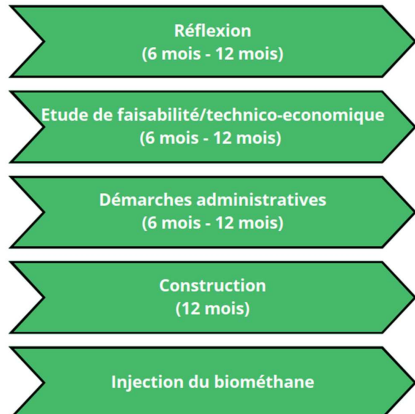
Etape 3 :

- Echanges

58



Les différentes étapes d'un projet



59



Pour conclure

Les externalités positives et négatives



63



Les externalités positives

- La principale externalité associée à la production de biométhane est la réduction des émissions de gaz à effet de serre
- La production contribue également à la réduction des émissions de GES par le stockage des effluents d'élevage et à la limitation de l'utilisation d'engrais de synthèse par l'épandage du digestat
- Le biométhane contribue à l'équilibre de la balance commerciale et au renforcement de l'indépendance énergétique
- Création de nouvelles tendances territoriales avec le développement de l'économie circulaire
- Le biométhane présente les mêmes avantages que le gaz naturel et peut compter sur les réseaux de gaz si des ajustements sont effectués pour permettre l'injection dans les réseaux de gaz.
- Des externalités multiples pour le secteur agricole et une nouvelle source de revenus pour les agriculteurs

64



Les externalités négatives

- Fuites de biogaz/biométhane => **émission de GES ++**
- Fuites du digestats => **pollution des cours d'eau**
- Risque d'odeurs
- Le transport des matières
- Opposition locale
- Méconnaissance

Levier : ces externalités négatives doivent être soigneusement gérées par des pratiques rigoureuses et une bonne communication avec les parties prenantes pour assurer le succès et l'acceptabilité des projets de méthanisation.

65



Merci pour votre attention

66

