

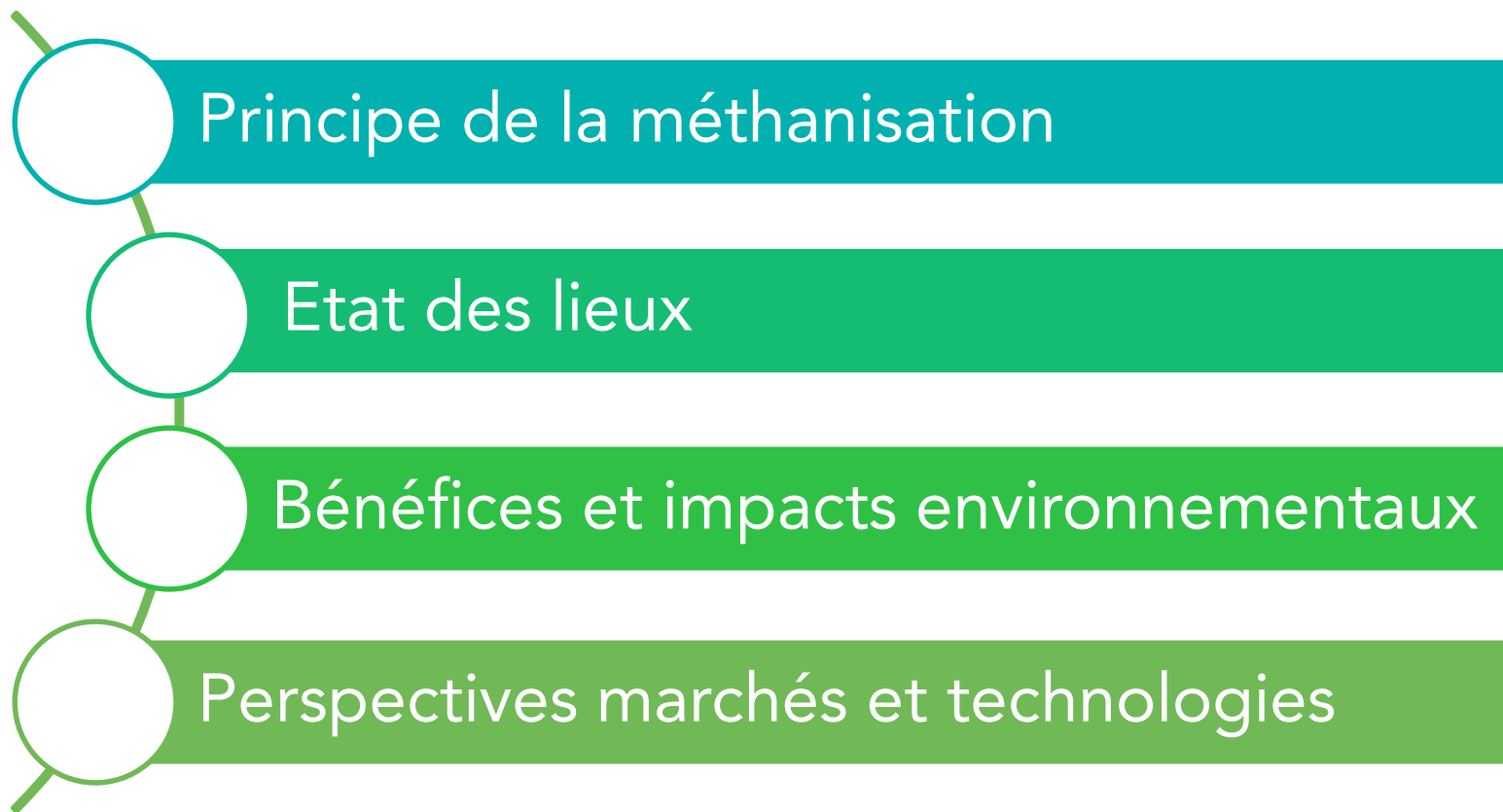


La méthanisation : Principe, état des lieux et perspectives

10 Octobre 2018



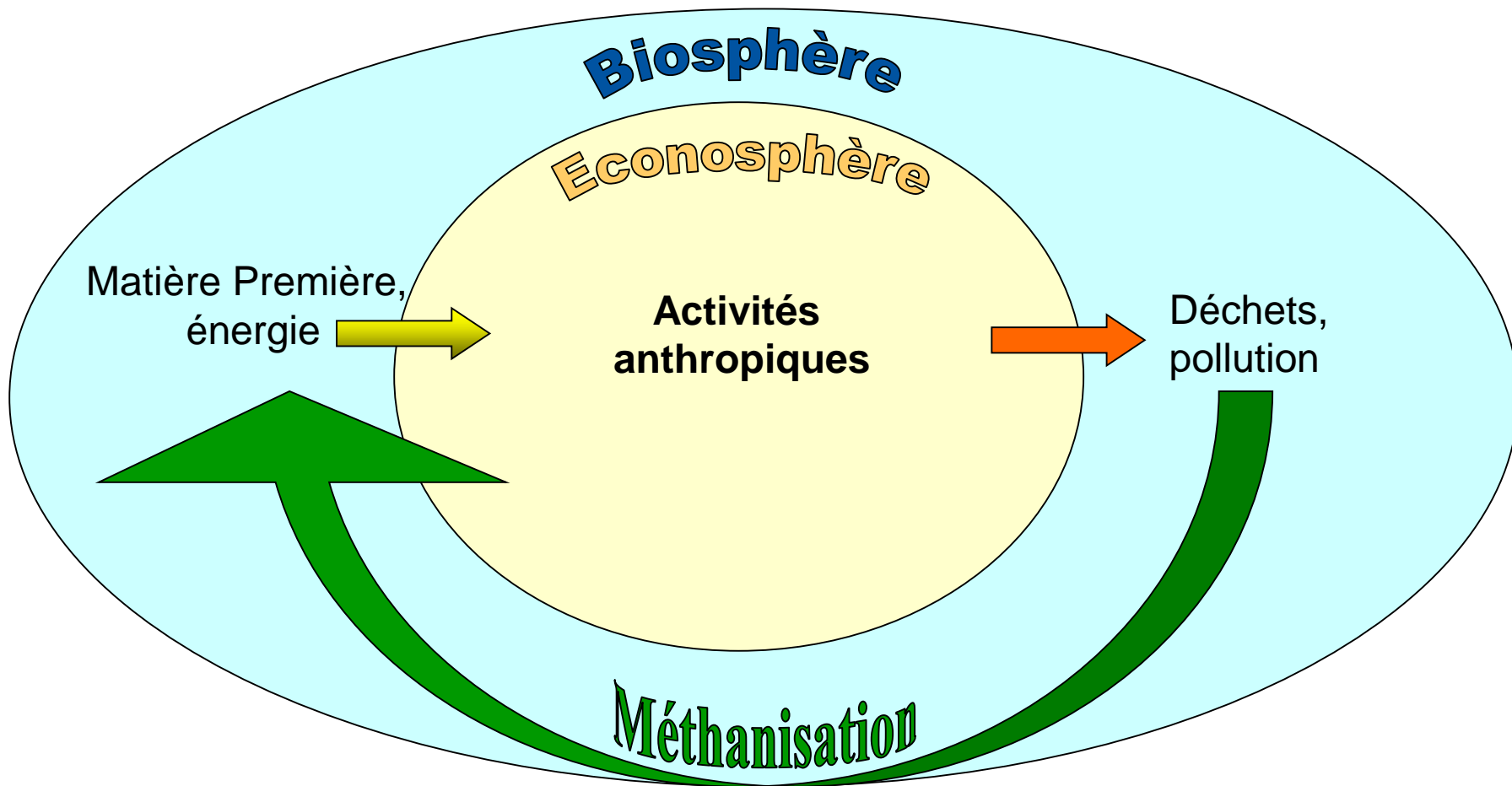
Sylvain FREDERIC
Responsable R&D
Biométhane
GRDF



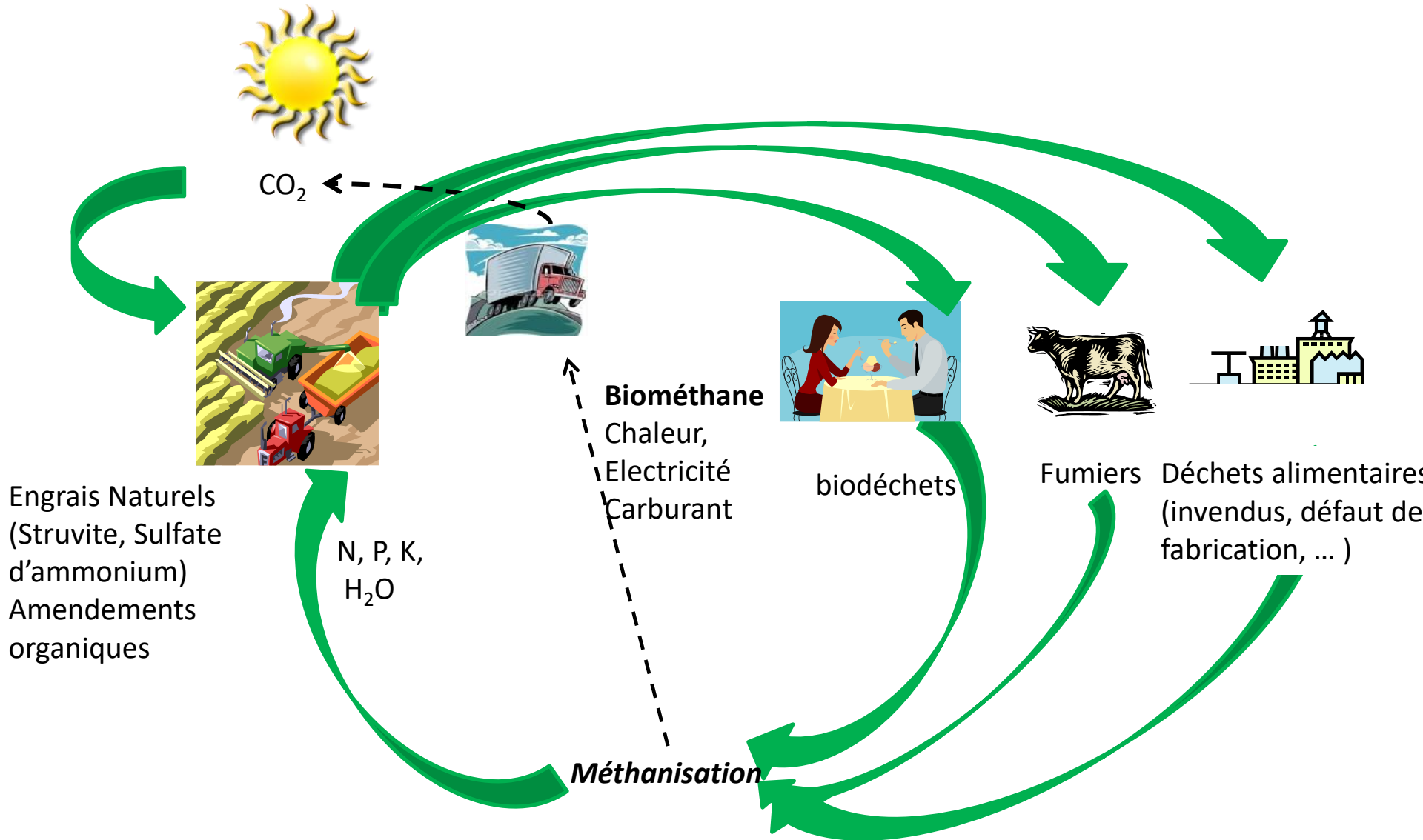


Principe de la méthanisation

La méthanisation intervient généralement en aval des activités anthropiques à l'interface entre une la « biosphère » et une « éconosphère ».



Le Cycle du carbone dans la méthanisation



Plusieurs types de déchets organiques peuvent être valorisés en méthanisation

Déchets agricoles

Fumiers, lisiers, résidus de culture, CIVE (cultures intermédiaires à valorisation énergétique)...



Déchets d'Industries Agro-Alimentaires (IAA)

Graisses, pulpe de betterave, sous-produits animaux...

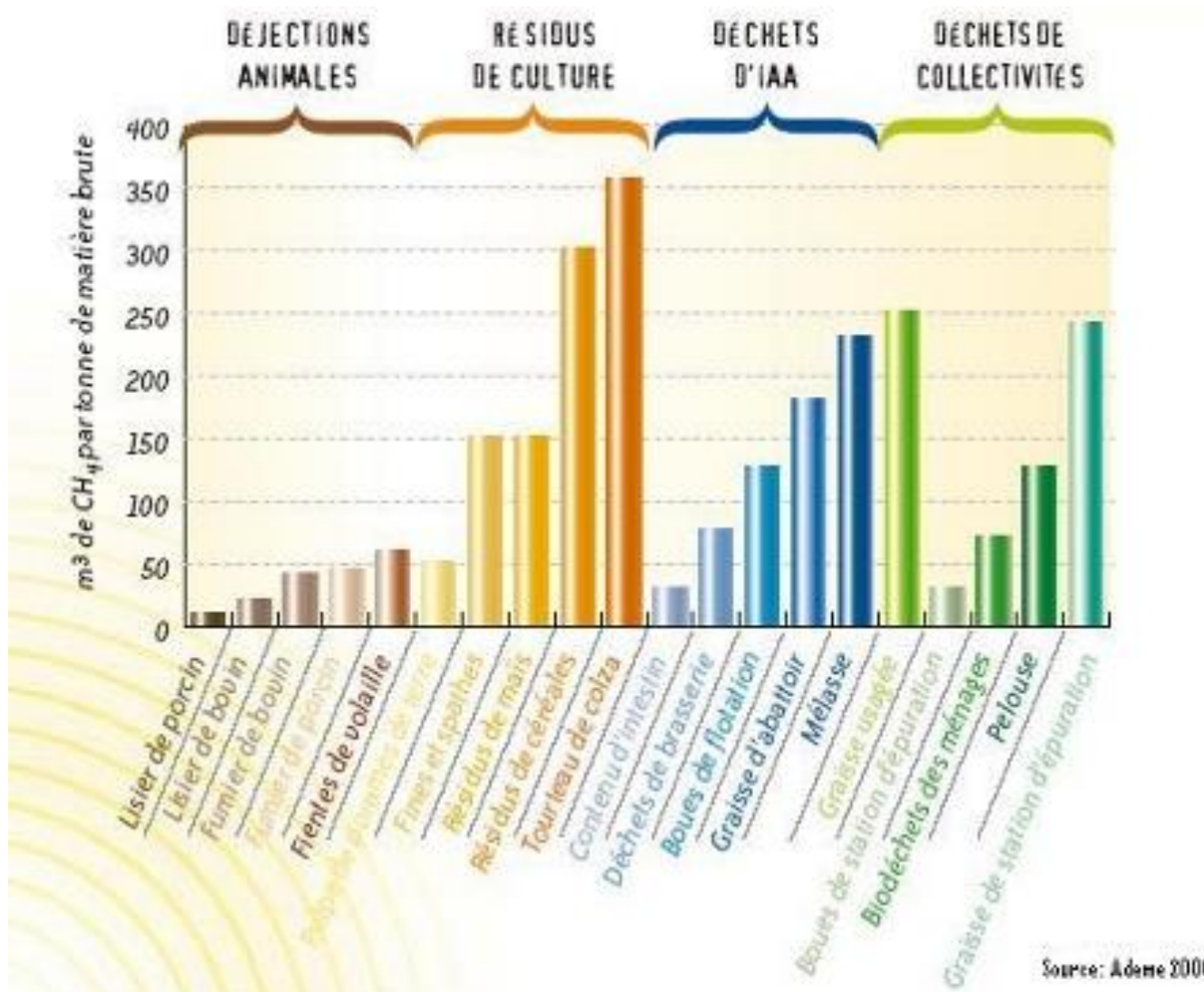


Déchets urbains

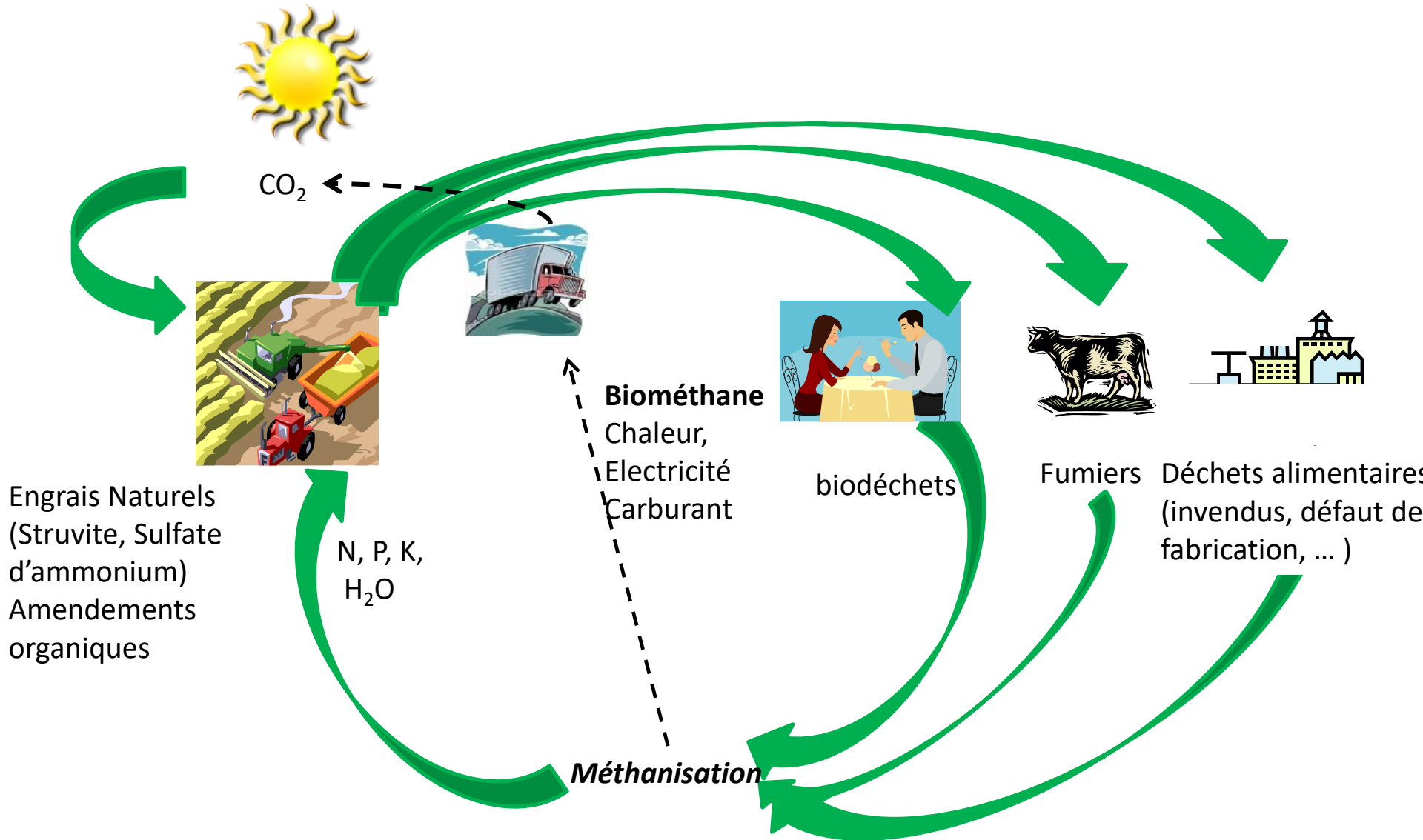
Part fermentescible des déchets ménagers, biodéchets de restauration, tontes, boues de stations d'épuration...



Le « potentiel méthanogène » des différents gisements est très variable



Le Cycle du carbone dans la méthanisation



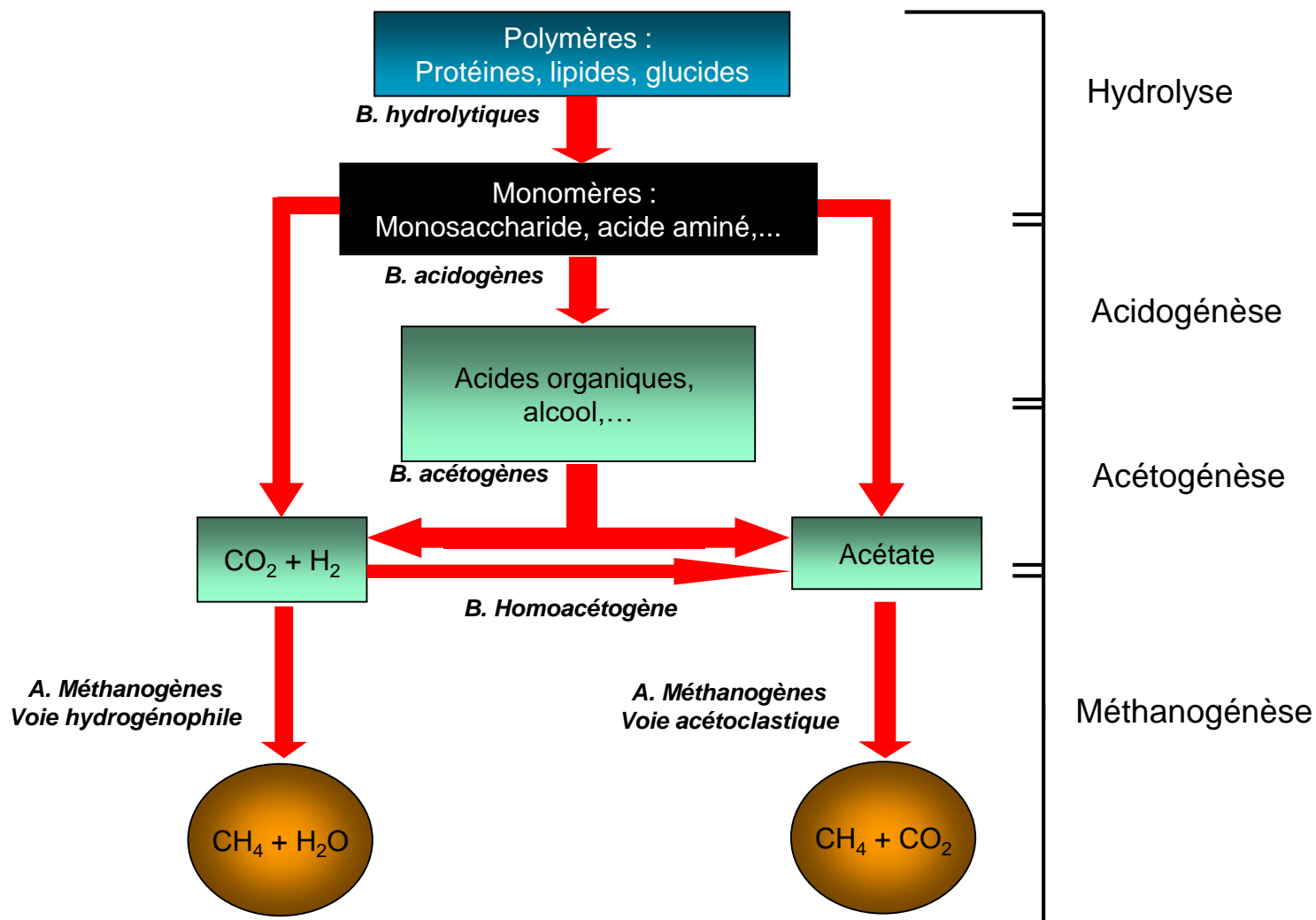
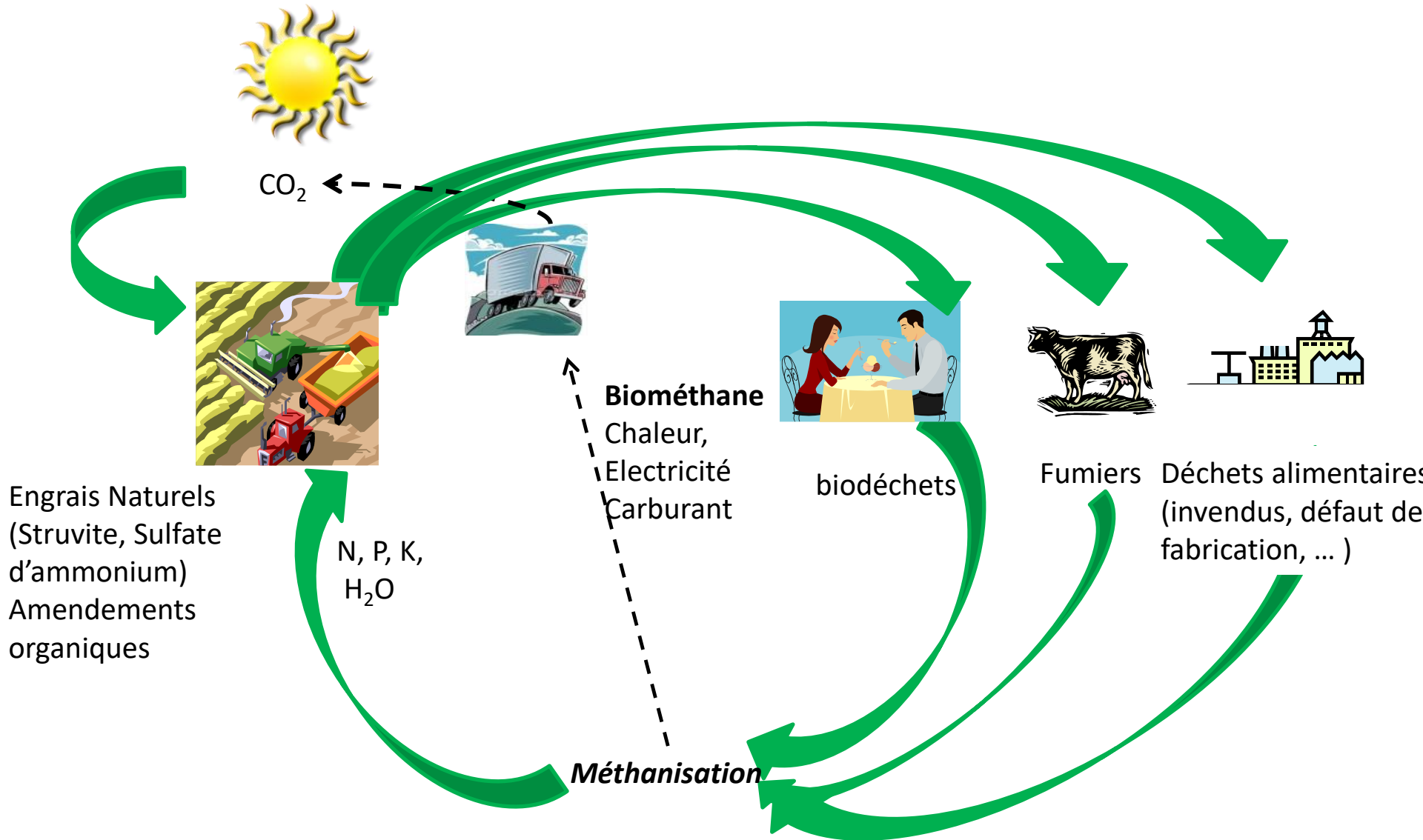


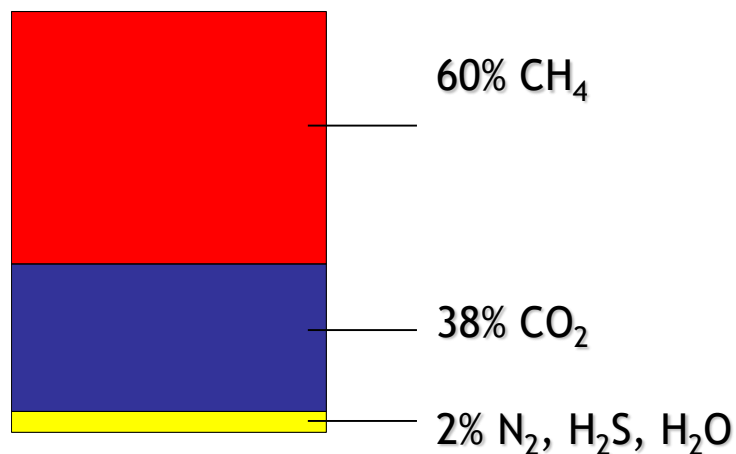
Figure - Schéma métabolique des composés organiques lors de la digestion anaérobie

Le Cycle du carbone dans la méthanisation



Le biogaz est constitué principalement de méthane et de dioxyde de carbone

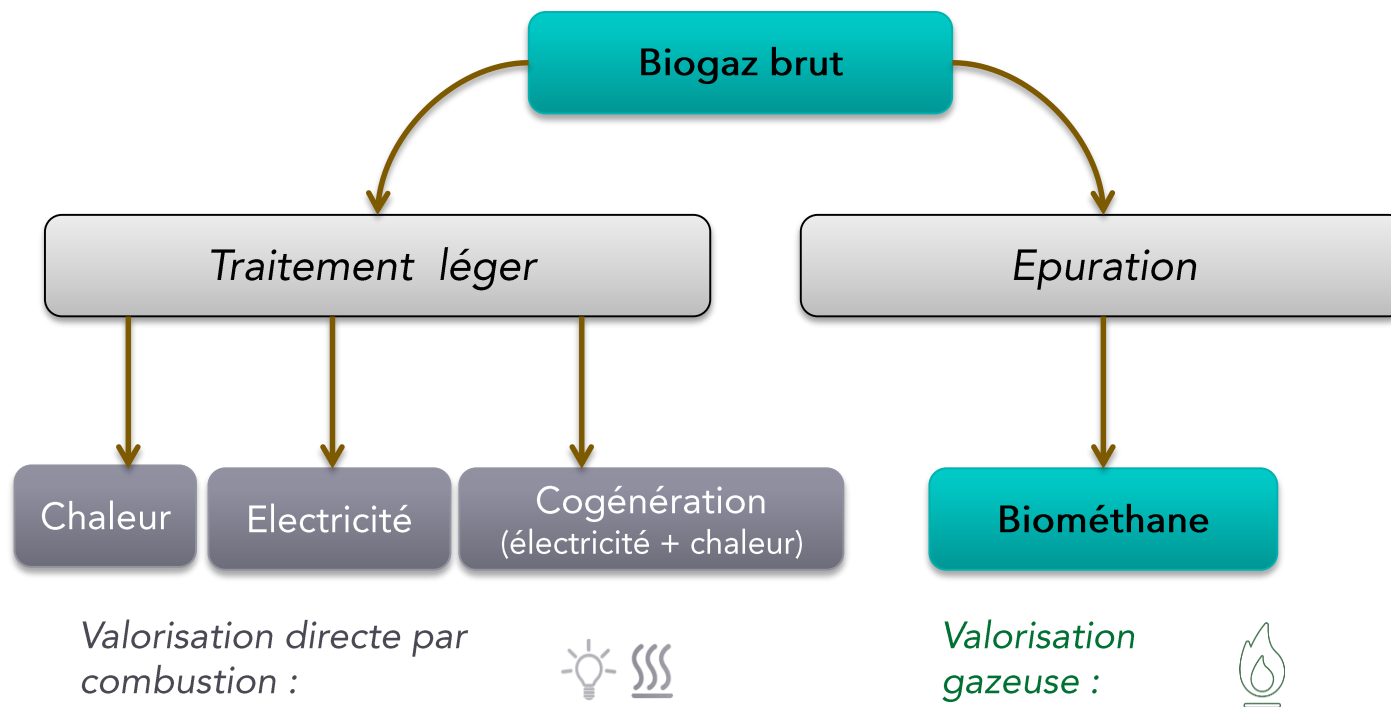
1 m³ de biogaz



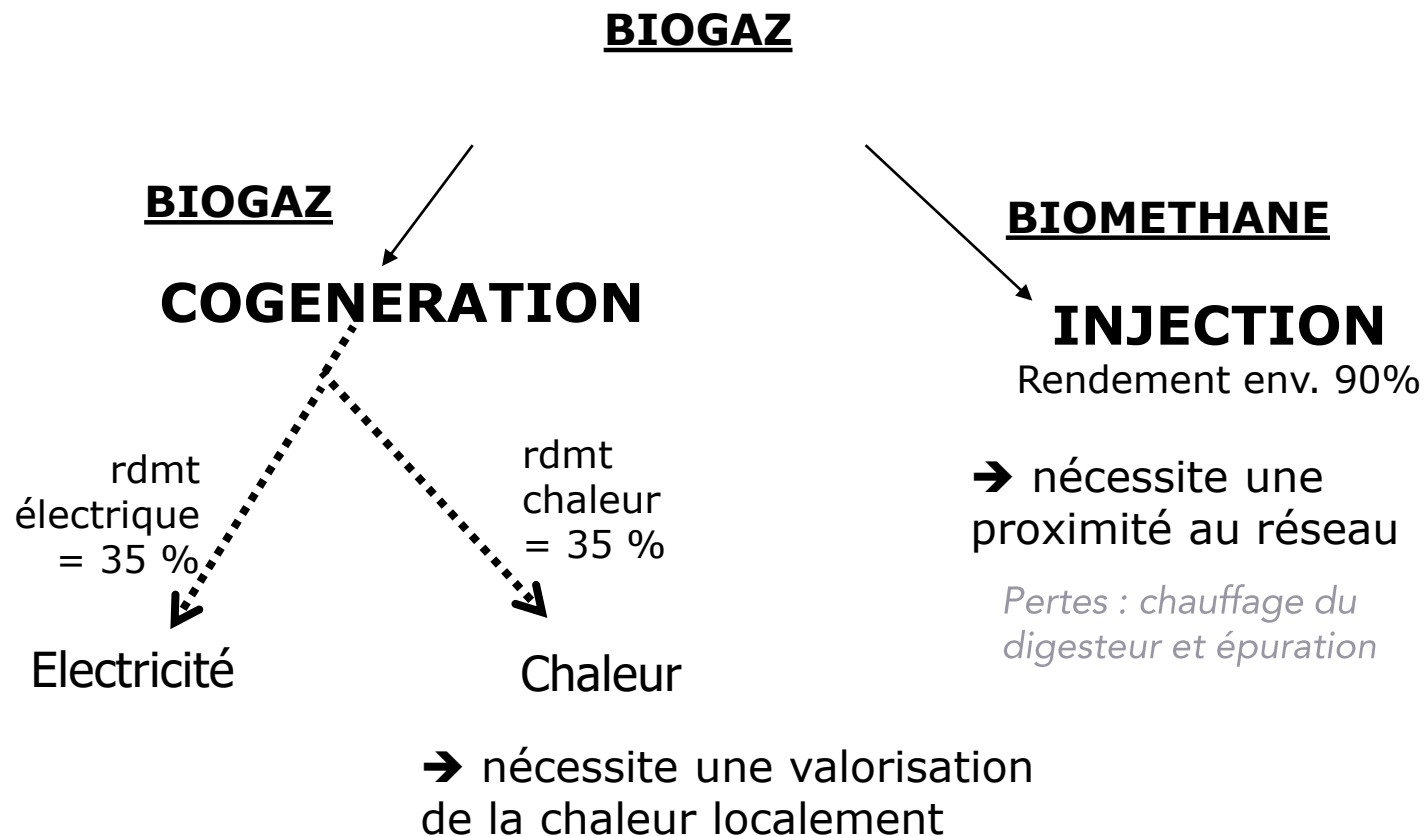
>> La composition du biogaz varie en fonction du type d'intrants et du type de digesteur

Le biogaz produit peut être consommé directement sur place pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité ou être injecté dans un réseau de distribution de gaz.

Le Biogaz épuré (CO_2 , H_2S , H_2O) devient du Biométhane (CH_4) disposant des mêmes caractéristiques que le gaz naturel et pouvant être injecté dans le réseau de distribution publique.



Rendement de l'installation : environ 90%



>> La valorisation du biogaz en injection permet de maximiser le rendement énergétique de la méthanisation : 90% contre 30-70% pour la cogénération



Etat des lieux

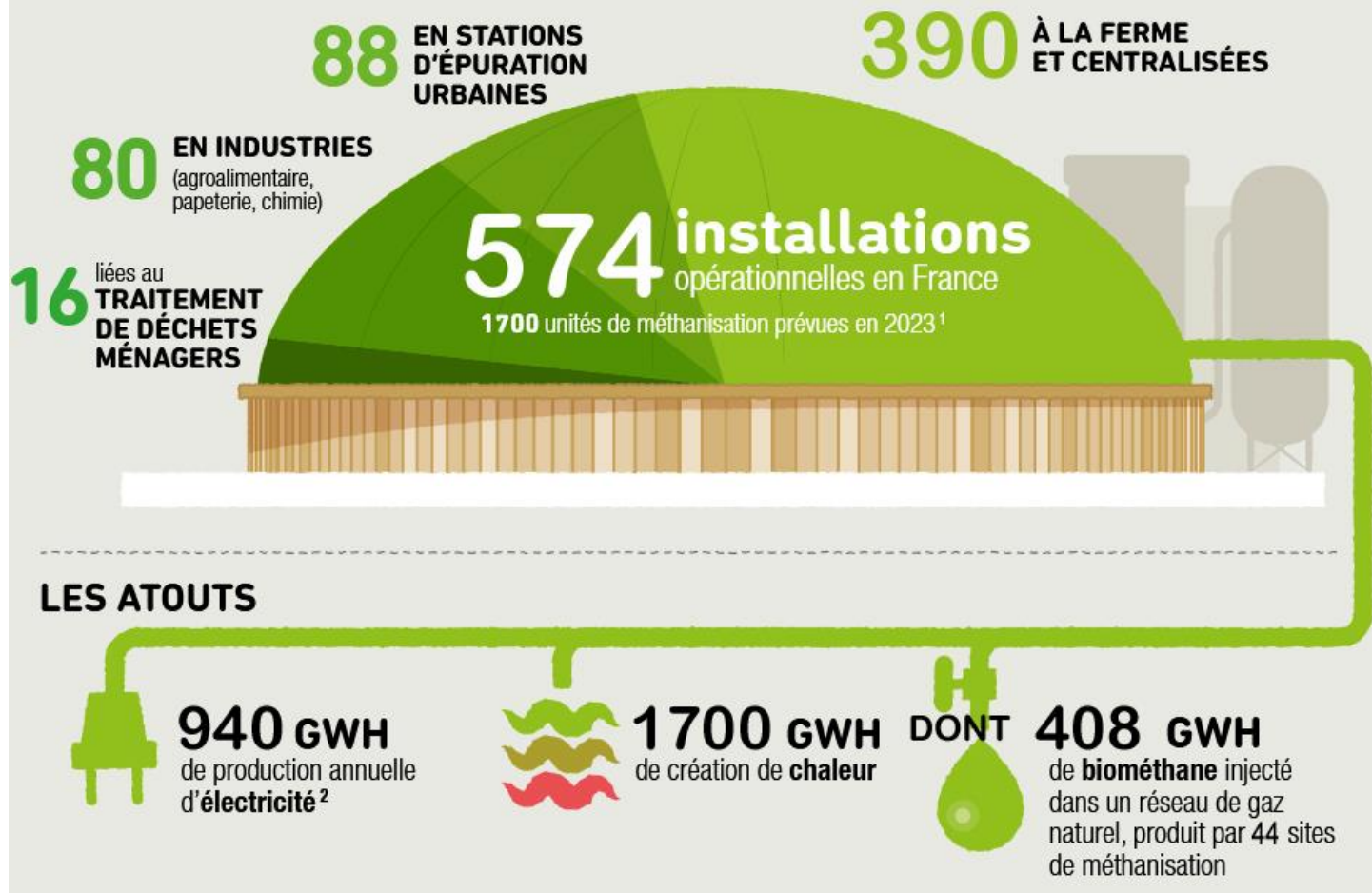
Une différence selon :

- Les législations,
- Les acteurs,
- Les types de déchets,
- Les procédés mis en oeuvre,
- Les objectifs.



Filières
Traitement des effluents liquides
Plateforme centralisée
Méthanisation dite « à la ferme »
Méthanisation des boues de STEP
Méthaniseur de la FFOM
Méthaniseur individuel (Inde, chine)
Décharge recouverte

MÉTHANISATION EN FRANCE, UN SECTEUR EN MARCHÉ



<http://carto.sinoe.org/carto/methanisation/flash/>

Unités de méthanisation pour OMR et biodéchets

Etat des lieux du développement des installations de méthanisation des déchets ménagers

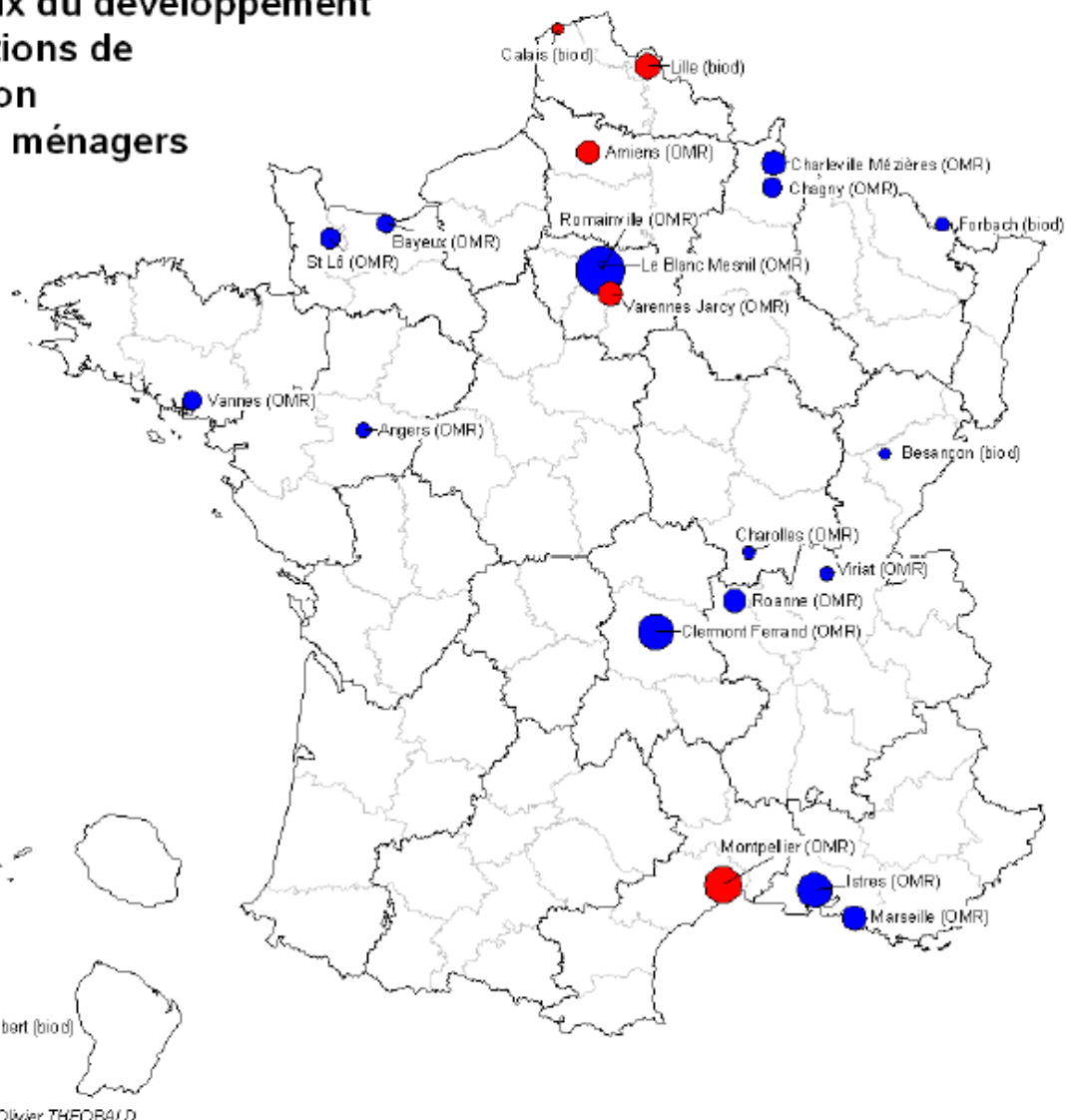
Tonnage annuel entrant (t/an)



■ Installations en service (6)

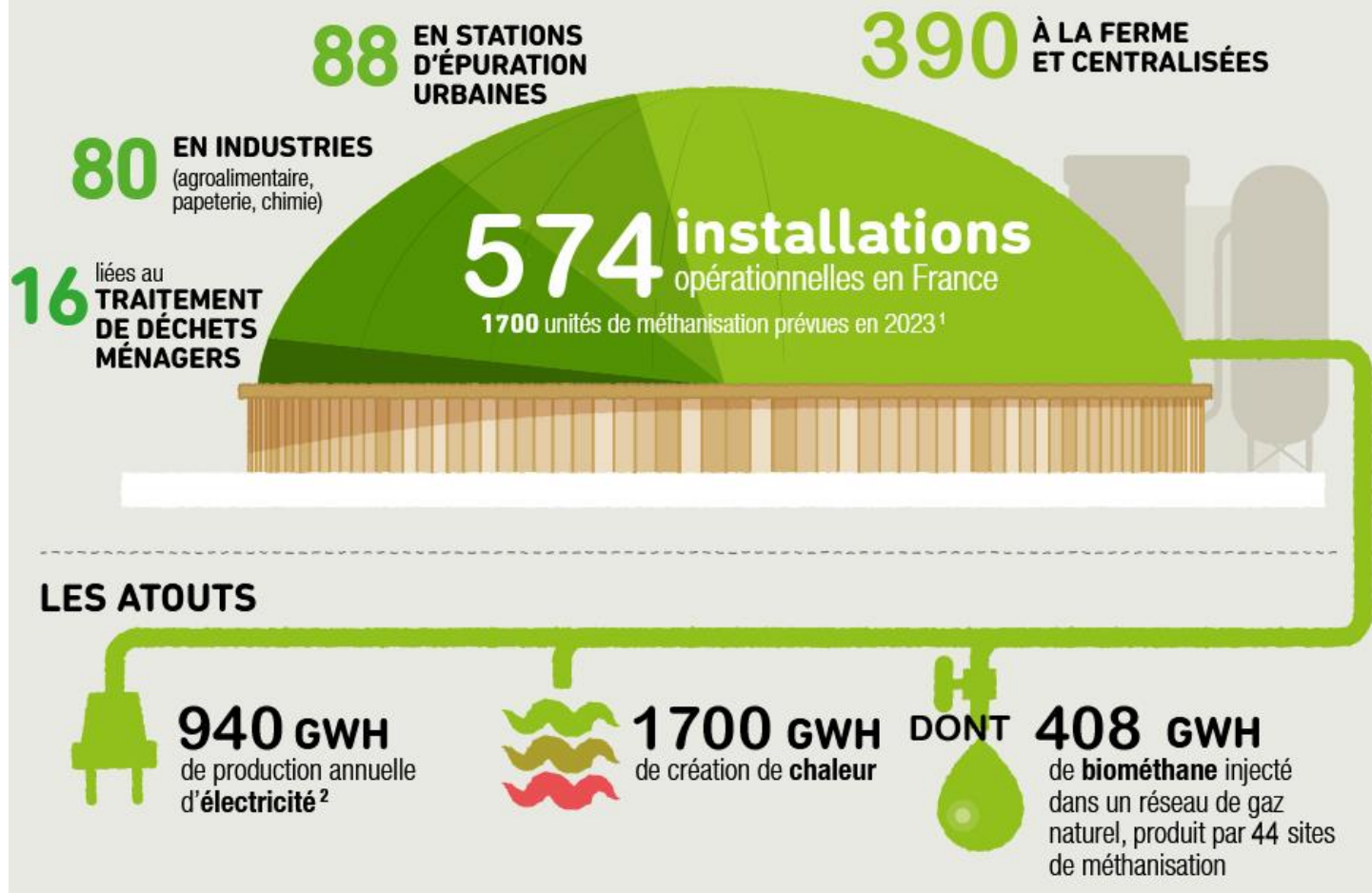
■ Installations en projet (17)

OMR = ordures ménagères résiduelles
biode = biodéchets



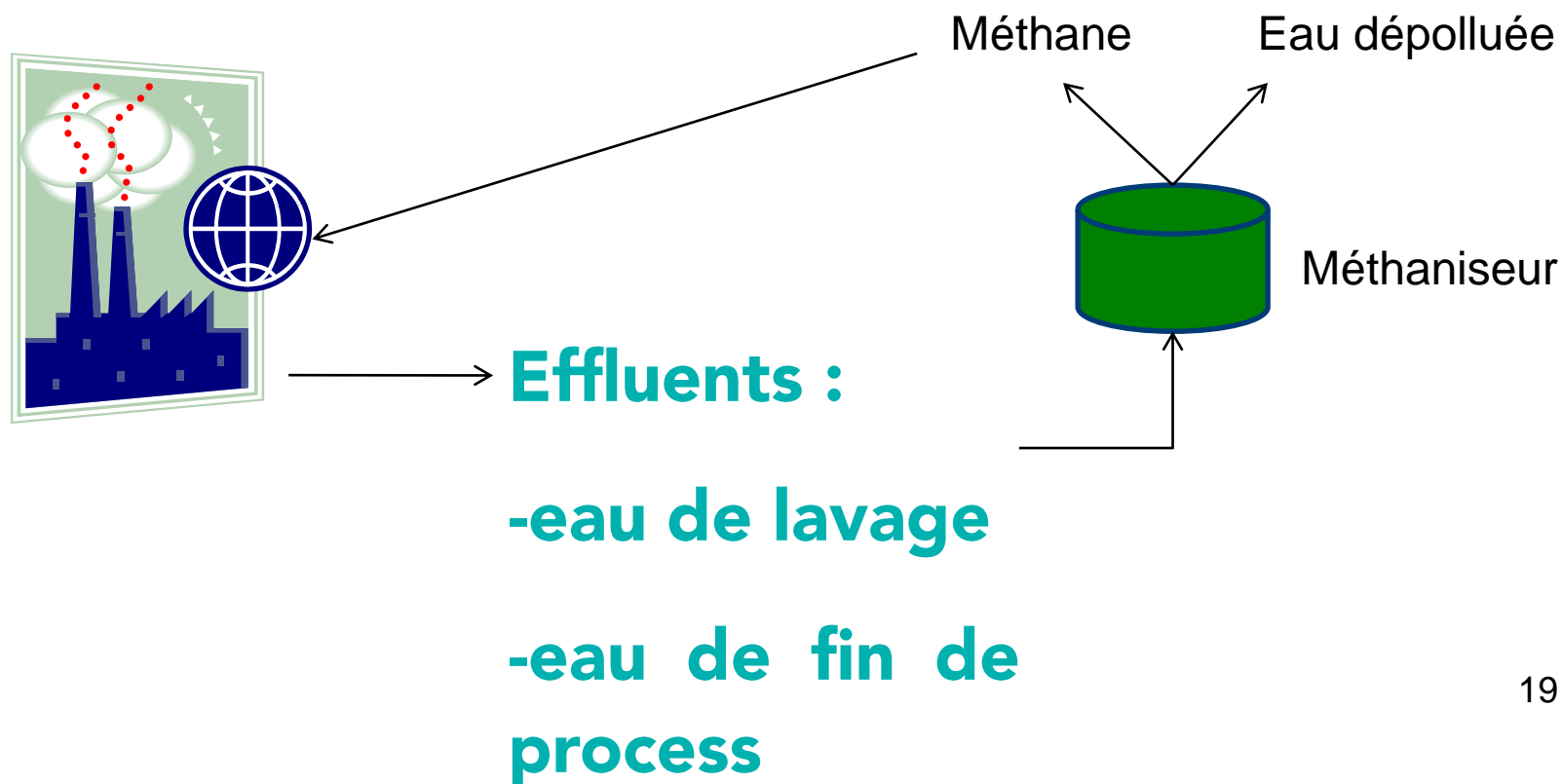
- Décembre 2008 -

MÉTHANISATION EN FRANCE, UN SECTEUR EN MARCHÉ



<http://carto.sinoe.org/carto/methanisation/flash/>

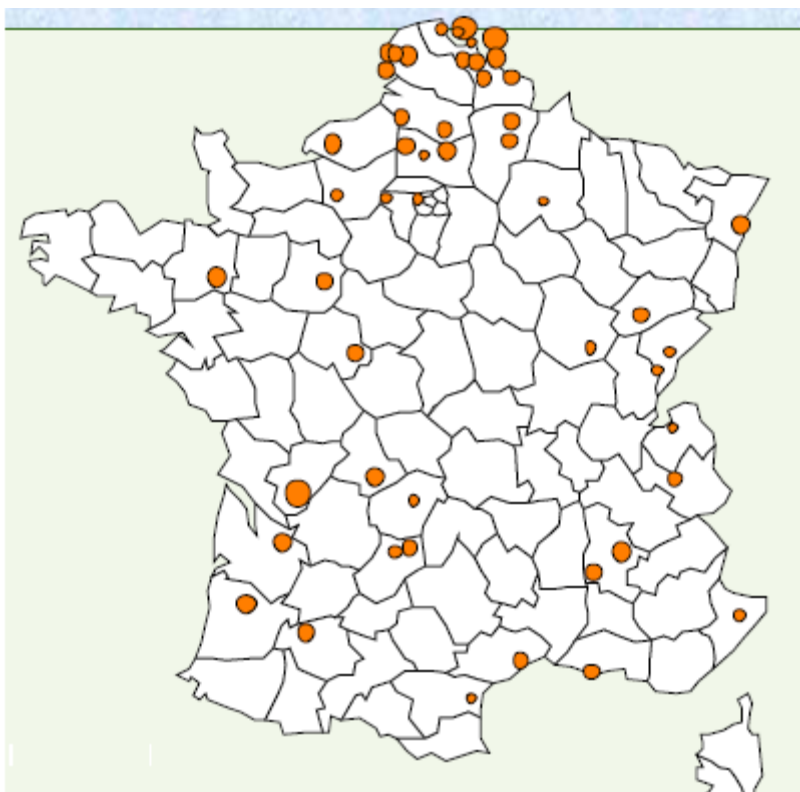
Méthanisation : Traitement des effluents organiques



Etat dans le monde des unités de méthanisation pour le traitement des effluents d'industries agroalimentaire

Type d'industrie	Nombre de méthaniseurs
Brasserie et malterie	229
Distillerie	163
Transformation de fruits et légumes	98
Production de sucre	83
Soft drinks et thé	72
Transformation de pomme de terre	67
Laiterie et fromagerie	51
Production de levure	42
Confiserie	21
Abattoir, Transformation de la viande	22
Jus de fruit	16
Conserverie	14
Production d'acide citrique	12
Vinification	10
Production de café	10
Industrie du poisson et produit de la mer	7
Production de glace	7
Papeterie	106
Industrie pétrochimique et chimique	80
Lixiviat	20
Industrie pharmaceutique	17

Carte des installations de traitement des effluents en France



Une centaine
d'installation

- Agroalimentaire : brasseries, conserveries, caves vinicoles, traitement des vinasses
- Chimie : production d'acide, de ferments
- Papeterie : usines de production de pâtes à papier et de papier-carton



Distillerie du Thouarcé (49)

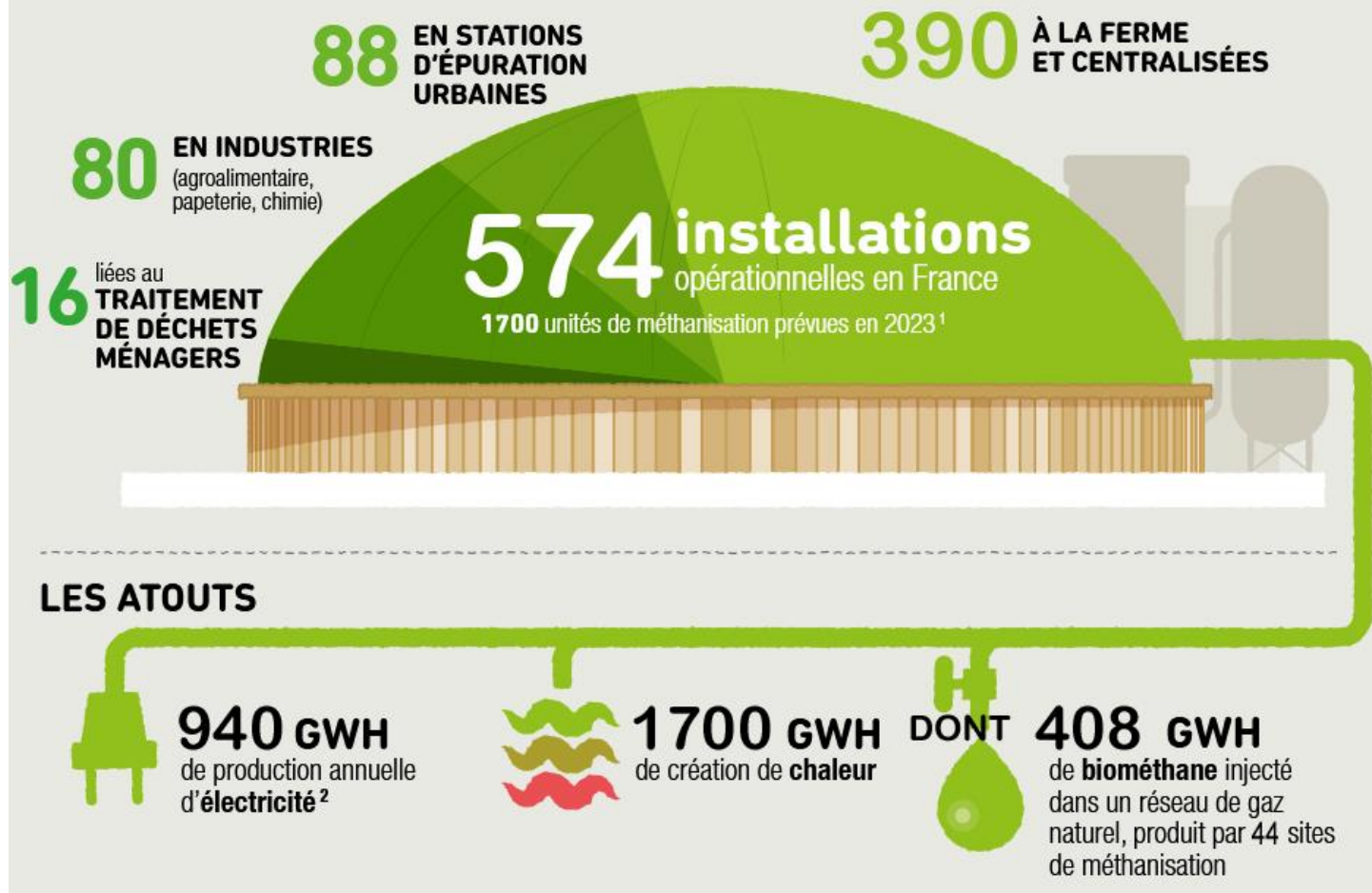


CUMA Saint Emilion



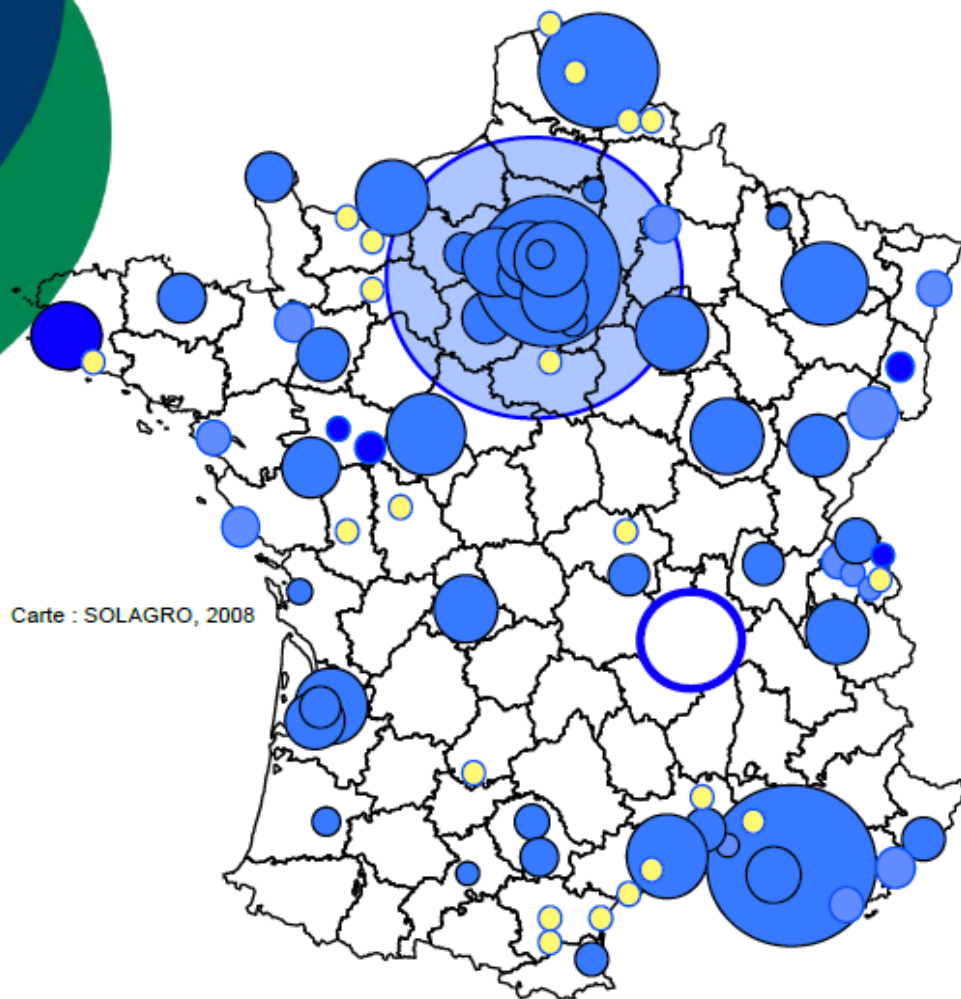
Confiturerie

MÉTHANISATION EN FRANCE, UN SECTEUR EN MARCHÉ



<http://carto.sinoe.org/carto/methanisation/flash/>

État des lieux Stations d'épuration

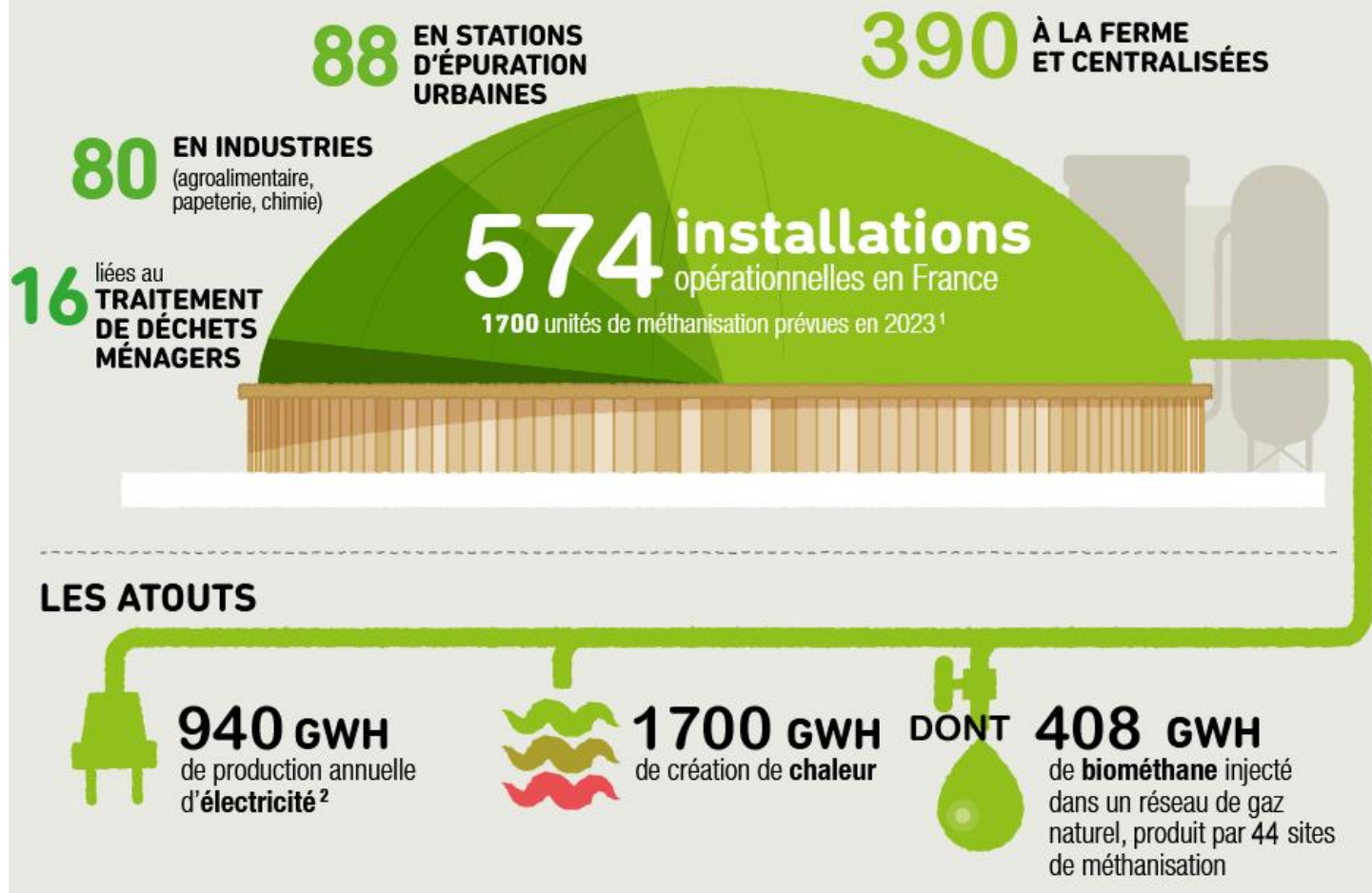


Carte : SOLAGRO, 2008

- **74 step urbaines**
[E&Y, 2009, contre 68 pour Obs. de l'Énergie, 2005 – SOLAGRO, 2008]
- **Capacité de traitement : 17 à 21 MEH***
[AND, 2004 – SOLAGRO, 2008]
- **Production énergie :**
 - 960 GWh, valorisés à 58% en thermique seul, 20% non valorisés
 - Thermique : 345 GWh_{th}
 - Électrique : 45 Gwh_e sur 8 sites
- **Tendance :**
 - arrêt de 22 petites stations entre 2001 et 2004
 - augmentation des digesteurs pour les grandes installations
- **Investissement : 500 à 3000 €/T de MS**

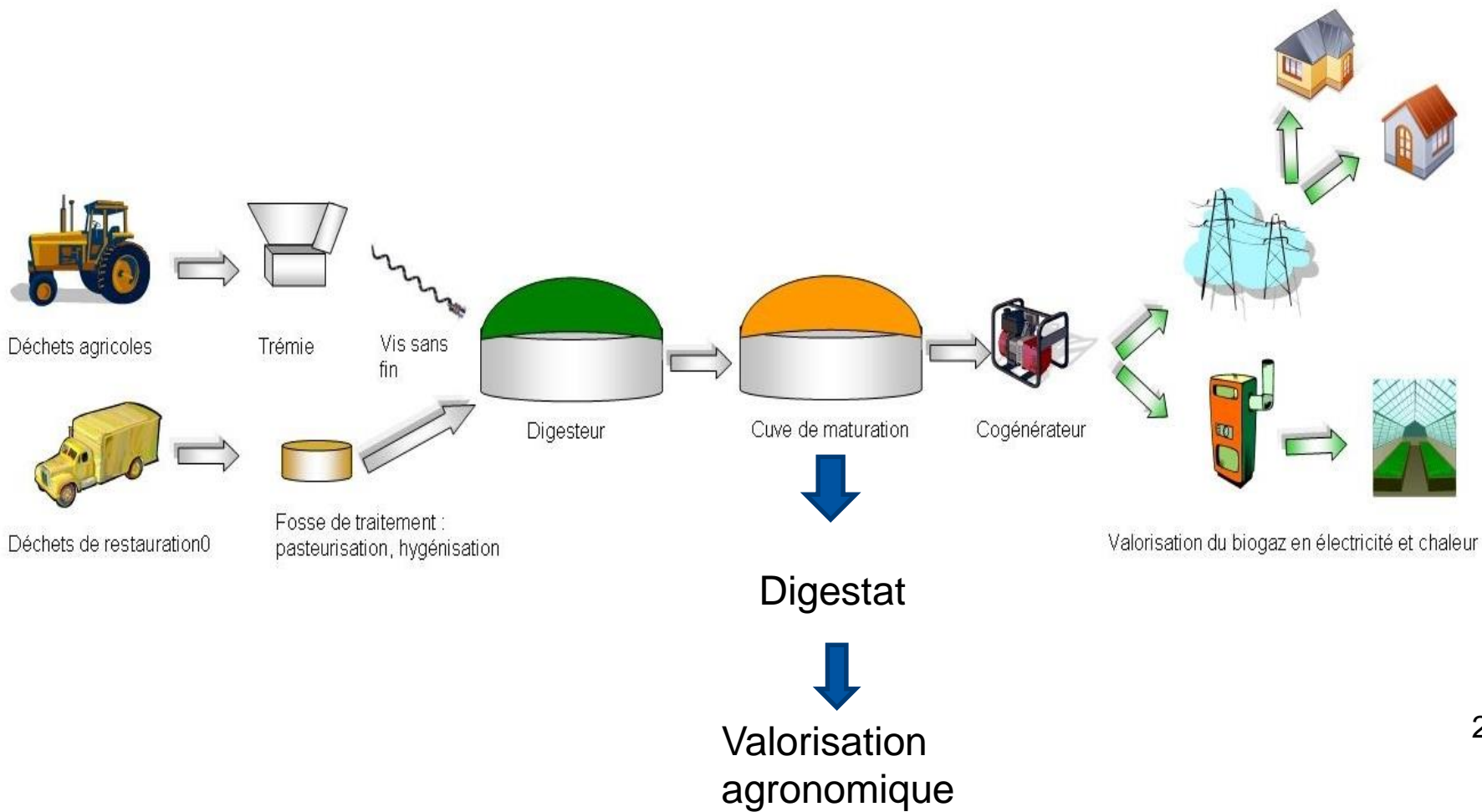
*: MEH Million Équivalent Habitant
28/04/2010

MÉTHANISATION EN FRANCE, UN SECTEUR EN MARCHÉ



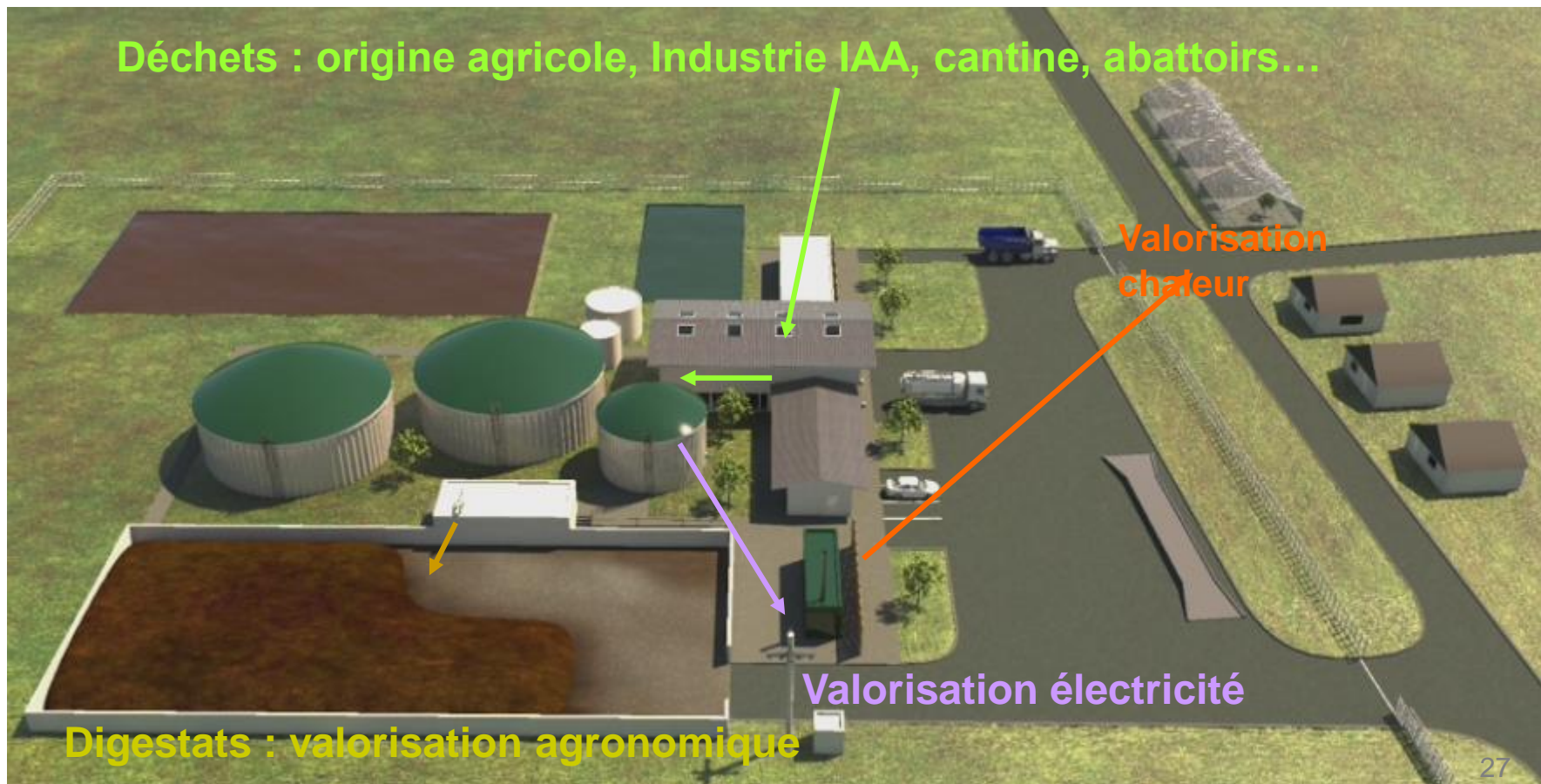
<http://carto.sinoe.org/carto/methanisation/flash/>

La méthanisation : Traitement des déchets organiques

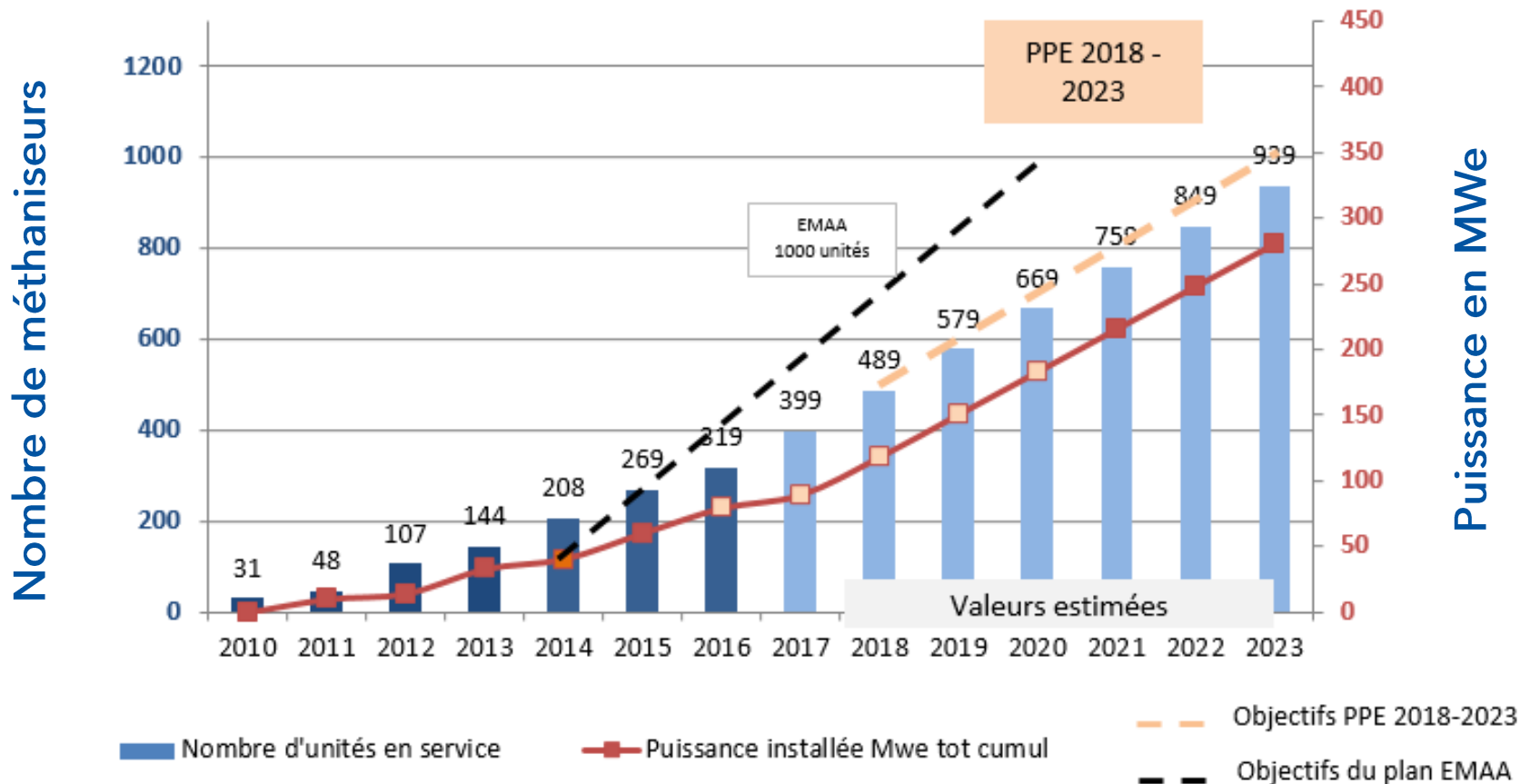


Illustration

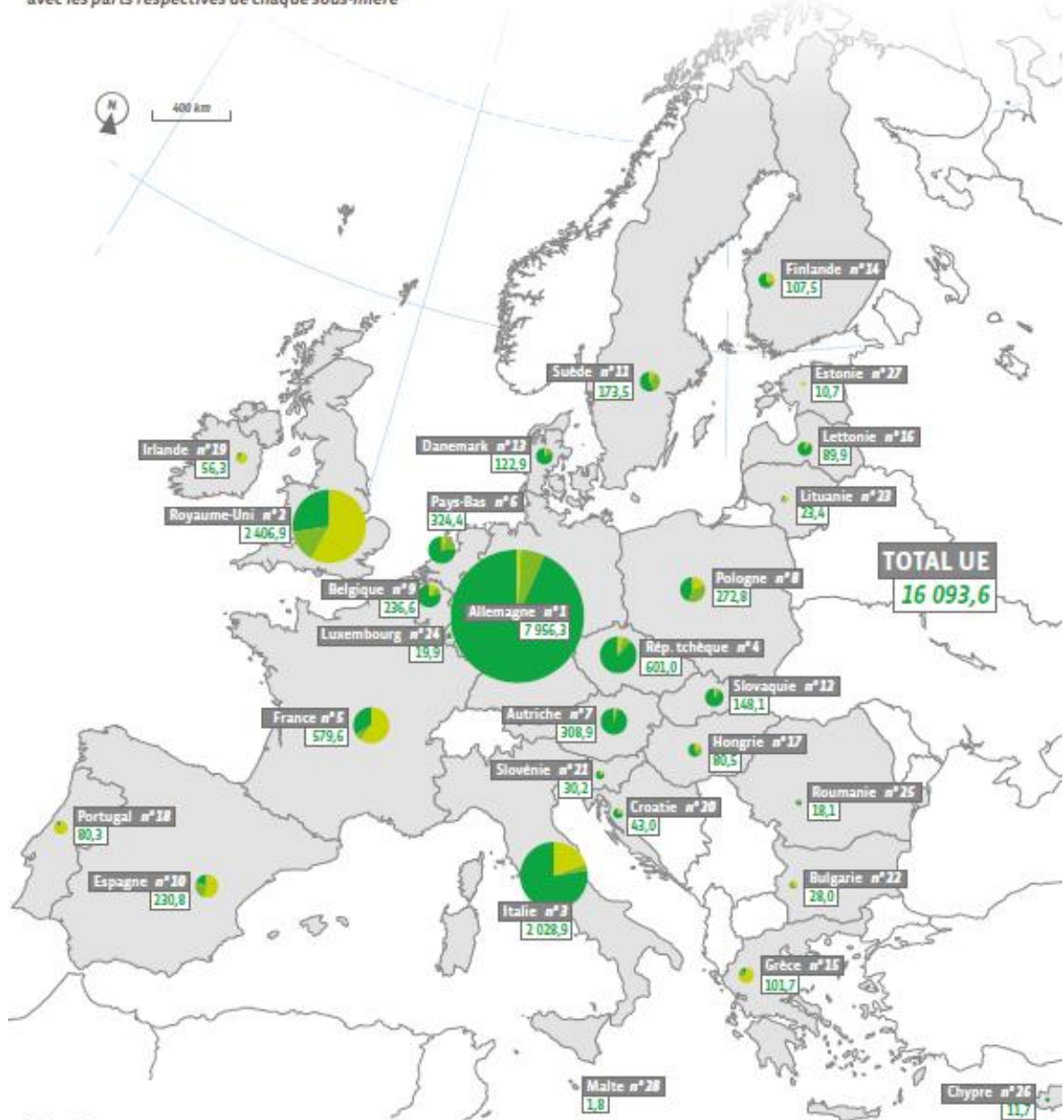
Plateforme de méthanisation en co-digestion : un projet de territoire global



Dynamique de la construction d'unités de méthanisation agricole en France



Production d'énergie primaire de biogaz dans les pays de l'Union européenne à la fin 2016* (en ktep)
avec les parts respectives de chaque sous-filière



Légende

349,6 Les chiffres en vert indiquent la production biogaz totale en ktep.

■ Biogaz de décharge. ■ Biogaz de digestions des boues.

■ Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie (Unité décentralisée de biogaz agricole, unité de méthanisation des déchets municipaux, unité centralisée de codigestion et unité industrielle).

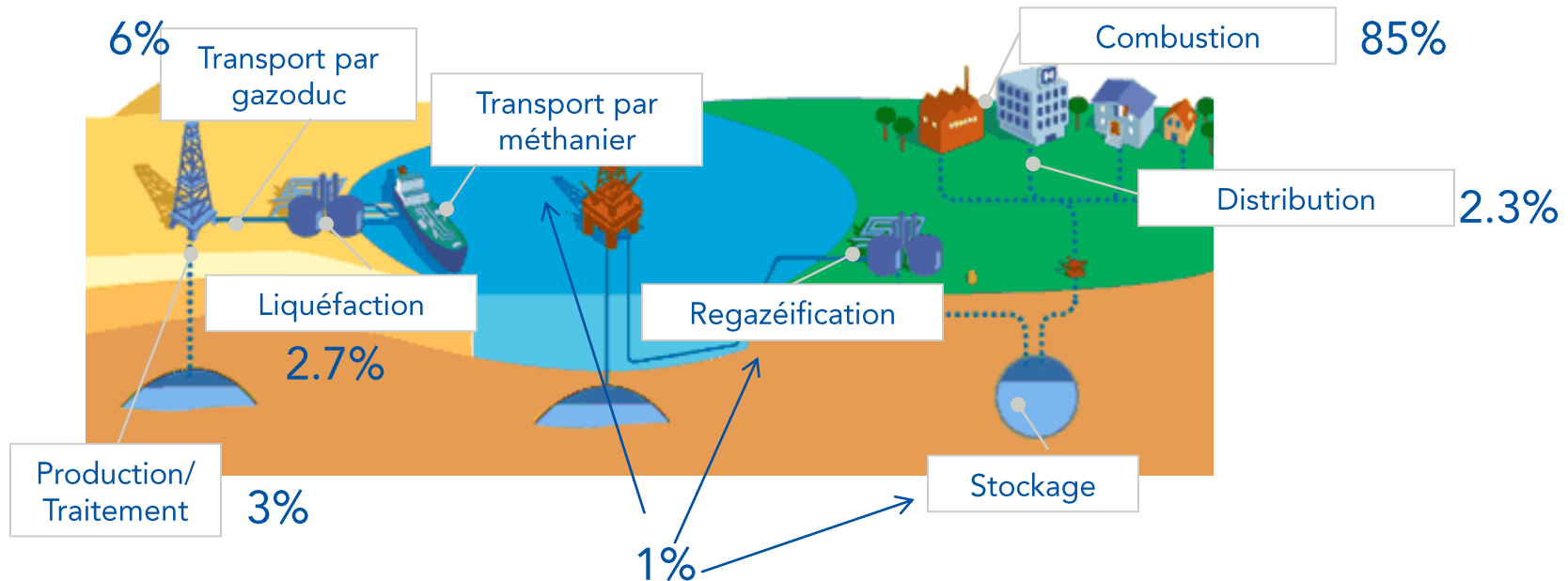


Bénéfices et impacts environnementaux

ACV = analyse des impacts environnementaux d'un système tout au long de son cycle de vie.

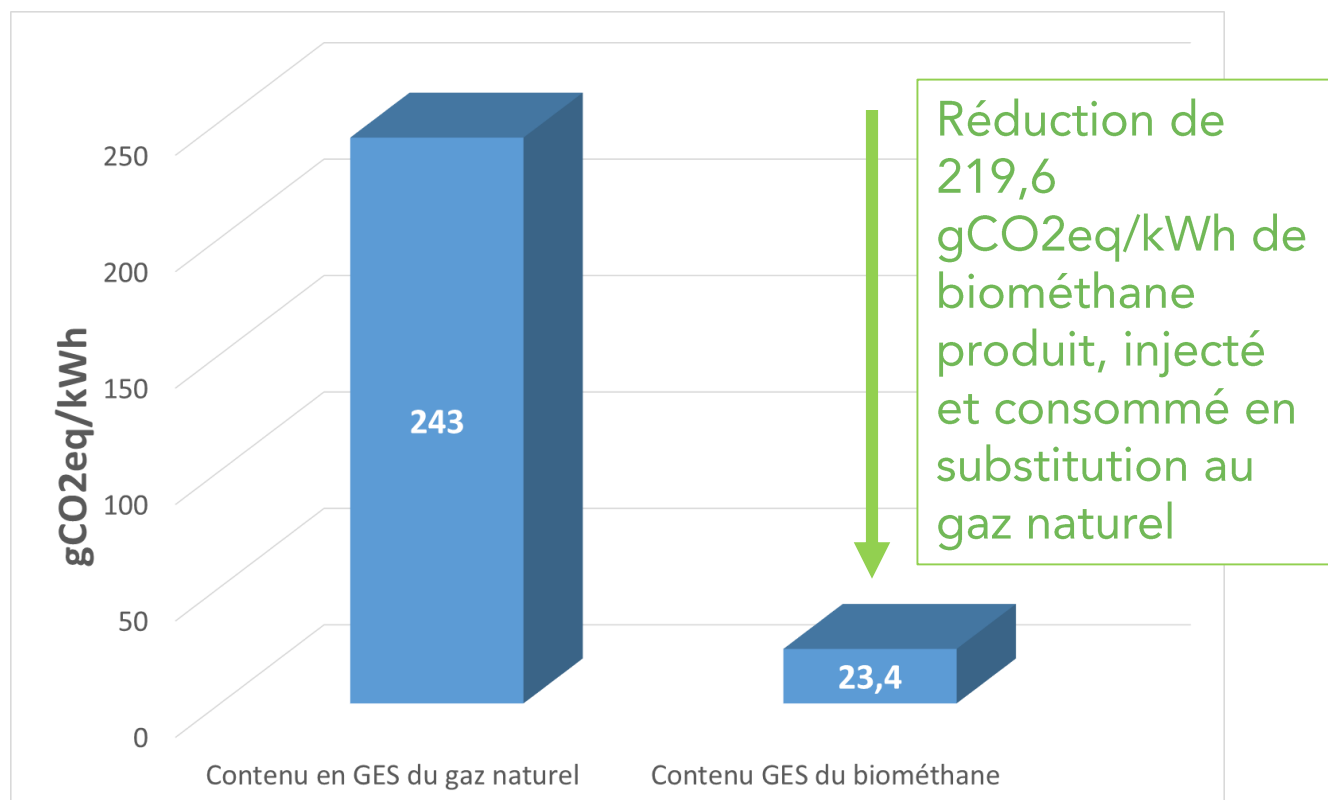
Pour la production d'énergie, résultat exprimé en contenu carbone = émissions de GES (Gaz à Effet de Serre), en $\text{gCO}_2\text{eq/KWh}$

Exemple du gaz naturel (en 2013 en France) : $243 \text{ gCO}_2\text{eq/KWh}_{\text{PCI}}$



La méthanisation permet de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'un territoire

Etude ADEME-GRDF 2017 : impact du remplacement du gaz naturel par un biométhane



La filière méthanisation contribue à la création d'emploi locaux non délocalisables

Chaque site crée entre 1 (méthanisation agricole) et 8 (méthanisation territoriale) emplois directs



Site Bioénergie de la Brie des frères Quaak (77)



Site de Lille Sequedin (59)

>> création de 2 000 à 3 000 emplois directs non délocalisables à horizon 2020 sur le territoire [source : étude ATEE 2011 « emplois dans la filière biogaz de 2005 à 2020 »]

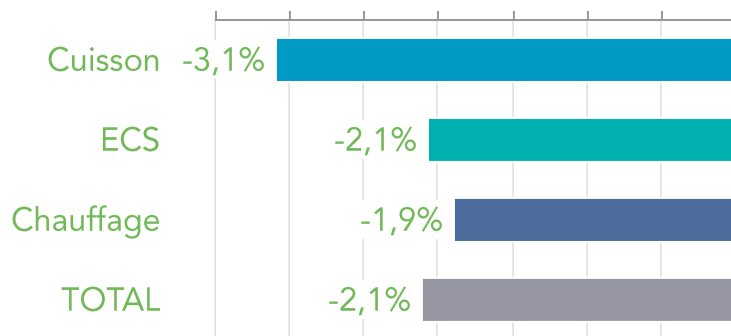


Perspectives

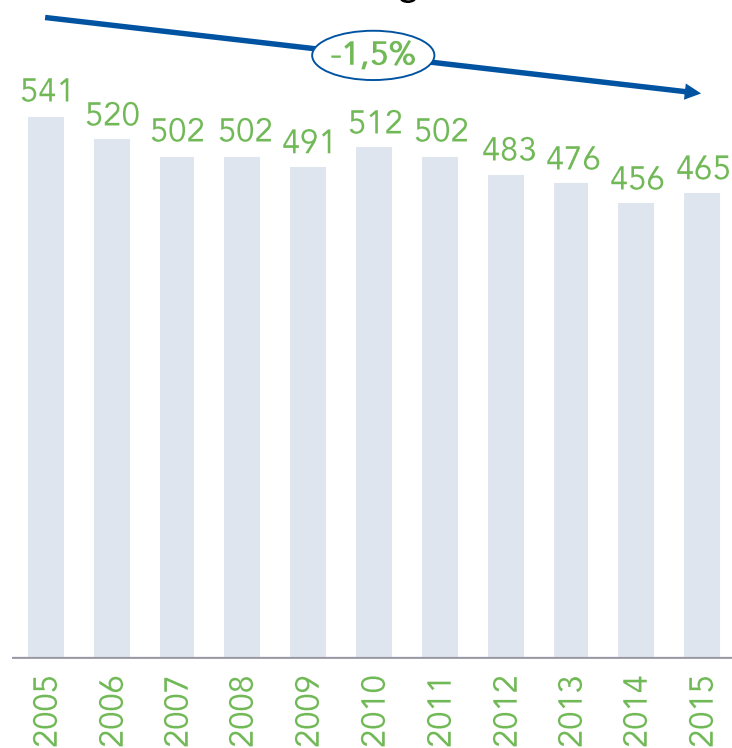
Evolution de la demande de gaz naturel

La consommation de chauffage est en baisse sous l'impact des rénovations et de l'efficacité énergétique des systèmes

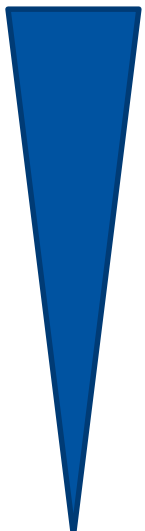
Evolution des consommations [2005-2015]



Consommation gaz nationale (en TWh corrigés climat)



Potentiel agricole accessible en 2050 pour la méthanisation

	Masse produite	Masse Utilisée	Taux de mobilisation	Potentiel retenu	Pouvoir méthanogène
	Million de tonnes (MS)	Million de tonnes (MS)	%	TWh PCS	
Culture dédiée (15%)	-	7,8	-	31,2	
Cultures Intermédiaires Multi-Service Environnementaux (CIMSE) – CIVE	41	21	51	51	
Herbe et fourrages	53	5,8	11	13	
Déjections d'élevages	15	10	67	27	
Résidus de culture	62	13	21	31	
Algues				14	
TOTAL				167	

Source : Etude 100% gaz renouvelable (ADEME, GRTgaz, GRDF) + Données GRDF

Culture Intermédiaire

Culture semée et récoltée entre deux cultures principales

Les cultures intermédiaires (maïs, sorgho, tournesol, avoine ...) semé après la récolte d'une culture principale qui termine son cycle de culture au début de l'été

Les cultures intermédiaires d'hiver (colza, avoine / seigle, ray-grass ...) ont semées en automne et récoltées avant le semis de la culture principale



Cultures principales

la culture d'une parcelle qui est :
«-soit présente le plus longtemps sur un cycle annuel ;
«-soit identifiable entre le 15 juin et le 15 septembre sur la parcelle, en place ou par ses restes ;
«-soit commercialisée sous contrat

LEGENDE

- Vert : semis et culture principale
- Rouge : récolte culture principale
- Rose : CI été
- Bleu: CI hiver

Exemple de planning de culture intermédiaire (2010)

	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Colza																			
Blé dur																			
Blé tendre d'hiver																			
Orge d'hiver																			
Orge de printemps																			
Blé tendre de printemps																			
Pois																			
Tournesol																			
Mais fourrage																			
Mais grain																			
Betterave																			
Pomme de terre																			

Potential des cultures intermédiaires

2030

6,5 TWh sur
56 TWh
produit

2050

51 TWh sur
123 TWh
produit

Les bénéfices des cultures intermédiaires pour les sols, le climat et l'empreinte écologique

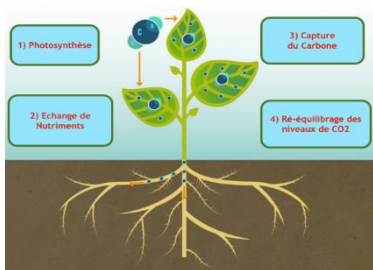
1 Limitation érosion des sols

La culture des cultures intermédiaires optimise l'infiltration et la rétention de l'eau dans les sols. Cela limite le ruissellement des eaux et donc l'érosion des parcelles concernées.



2 Augmentation du stockage du carbone dans les sols

L'augmentation du carbone humique est due à la restitution du digestat et la formation de racines.



4 Biodiversité

La culture des cultures intermédiaires sert de refuge à la petite faune de la plaine (perdrix, faisan, lièvre ...) tout en lui apportant de la nourriture. Une couverture florale permettra également le développement de pollinisateurs d'insectes.

5 Production d'un engrais vert

La méthanisation des cultures intermédiaires aboutit à la création d'un digestat qui peut être utilisé pour nourrir le sol au lieu des engrais chimiques habituels.



3 Limitation de la pollution des eaux

Les cultures intermédiaires capturent l'azote du sol; évitant ainsi le lessivage, c'est-à-dire le transport de cet azote vers les eaux souterraines.



6 Réduction des adventices

Les cultures intermédiaires réduisent la germination des mauvaises herbes dans le fumier, le lisier ou les résidus agricoles tels que la paille par étouffement.



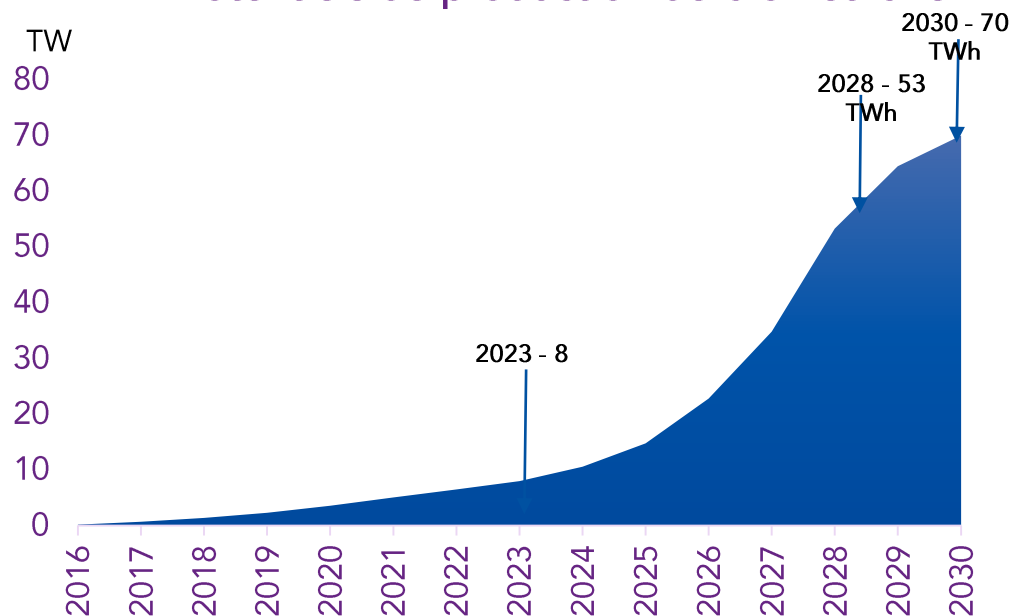
Ambition des opérateurs gaziers d'évolution des volumes de biométhane jusqu'en 2030

Le gisement retenu 2030 (88,7 TWh) se répartit entre la production d'électricité à partir de biogaz et l'injection de biométhane avec la priorité à l'injection basée sur les orientations de l'Etat :

- 60% des sites et 80% des volumes

La montée en puissance s'opère à partir de 2024 avec une inflexion dans le développement grâce à une standardisation des projets et des pratiques notamment dans le monde agricole.

Potentiels de production de biométhane



L'État oriente le biogaz vers le biométhane injecté dans les réseaux de gaz

- En raison d'un meilleur rendement énergétique, l'ADEME recommande l'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel lorsque c'est possible ([Source : ADEME novembre 2016](#))
- A partir de 300 kWe pour la cogénération biogaz, priorité à l'injection de biométhane dans un réseau de distribution lorsque c'est possible (sources : [arrêté du 13 décembre 2016](#) & [AO février 2016, §2.2.5](#))

Une mobilisation générale pour développer la méthanisation afin de réaliser cet objectif ambitieux

Pour un développement ambitieux et pérenne de la méthanisation à horizon 2030, il est crucial d'avoir :

- Une standardisation des projets notamment dans le monde agricole avec de nouvelles pratiques.
- Une massification qui permet une réduction des coûts de production de l'ordre de 30% d'ici 2030 par rapport à la situation actuelle

CES CONDITIONS SONT REALISABLES SI :

- Le monde agricole est accompagné et incité à se tourner vers de nouvelles pratiques agricoles (valorisation des résidus de cultures, utilisation de couverts végétaux...).
- Les infrastructures gazières s'adaptent pour accueillir plus de gaz vert avec un investissement fort des opérateurs.
- Le cadre de développement de la méthanisation est pérennisé : mécanismes de soutien, accompagnement des acteurs en région...



Sylvain FREDERIC
Responsable R&D Biométhane GRDF
Sylvain.frederic@grdf.fr



ANNEXE

PRÉSENTATION



Créée le 31 décembre 2007, GRDF (Gaz Réseau Distribution France) est une filiale indépendante regroupant les activités de distribution de gaz naturel en France et détenue à 100 % par ENGIE.

Acteur référent du monde de l'énergie et expert de l'énergie gaz, GRDF EST LE PRINCIPAL OPÉRATEUR DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION DE GAZ NATUREL en France.

Nos missions :

- Concevoir, construire, entretenir et exploiter les **197 928 km** de réseau de distribution de gaz naturel ;
- Acheminer le gaz naturel pour le compte de **46 fournisseurs**, en toute impartialité ;
- Distribuer, en toute sécurité, le gaz naturel auprès de nos **11 millions de clients** ;
- **Promouvoir les usages du gaz naturel** et le développement du réseau gaz ;
- **Accompagner** et raccorder au réseau les **producteurs de biométhane**.

Le plus long réseau de gaz naturel en Europe

197 928 km

de réseau de gaz
naturel, soit presque
5 fois le tour de la terre !

277 TWh

de gaz naturel acheminé

747 millions

d'euros investis
pour développer, entretenir
et exploiter le réseau

1 million

d'euros consacré chaque jour
à la sécurité du réseau

Un vecteur d'énergie au service des territoires

10,9 millions de clients en France

9 528 communes

desservies par le réseau de distribution
de gaz naturel

77 % de la population

habite une commune desservie en gaz
par GRDF

17 sites

d'injection de biométhane

Une entreprise dynamique

11 431 collaborateurs

3,029 milliards d'euros de chiffre d'affaires

De la méthanisation à l'injection : répartition des rôles

PRODUCTEUR

Production et épuration

Intrants

- Déchets agricoles
- Déchets urbains (ordures ménagères, biodéchets, déchets verts)
- Déchets de l'industrie agroalimentaire
- Résidus de traitement des eaux usées

Biogaz brut

Composition type

- 50 à 65 % CH₄
- 30 à 40 % CO₂
- Eau, H₂S, NH₃
- Traces

Méthanisation

Digestat

Épuration

Compression (quelques bars)

Épuration (élimination CO₂, NH₃, H₂S, eau, traces)

Contrôle de la composition du gaz

Biogaz épuré = Biométhane

Composition similaire à celle du gaz naturel

Odorisation

Contrat d'achat

FOURNISSEUR

de gaz naturel

- Achat du biométhane au producteur

Offres de gaz vert

CONSOMMATEUR

Utilisation du biométhane

- Chauffage, cuisson... et carburant

Stop

Contrat d'injection

Contrat de raccordement

GRDF

Raccordement, injection et acheminement

Comptage

Régulation de la quantité injectée

Contrôle de la qualité du gaz

Vanne de coupure

Point d'injection

Gaz naturel + biométhane

Etudes réalisées par GRDF pour l'injection de biométhane

- **Etude de Préfaisabilité : 0k€**

- Estimation de l'éloignement au réseau et des capacités d'injection sur la zone (carte des capacités)
- Facultative

- **Etude de Faisabilité : 3k€**

- Etude des capacités d'injection dans le réseau. Pour les cas simples : proposition d'un schéma de raccordement/maillage du site de méthanisation et estimation du coût associé
- Facultative

- **Etude Détaillée : 10k€**

- Etude avancée des capacités d'injection dans le réseau, proposition d'un schéma de raccordement/maillage du site de méthanisation et estimation du coût associé
- Obligatoire : réservation des capacités du registre d'injection

- **Etude de Dimensionnement : 0k€ → obligatoire**

- Mise à jour de l'étude détaillée
- Obligatoire

Le contrat de raccordement : spécifique au projet, il permet le raccordement du poste d'injection au réseau conformément à l'étude de dimensionnement.

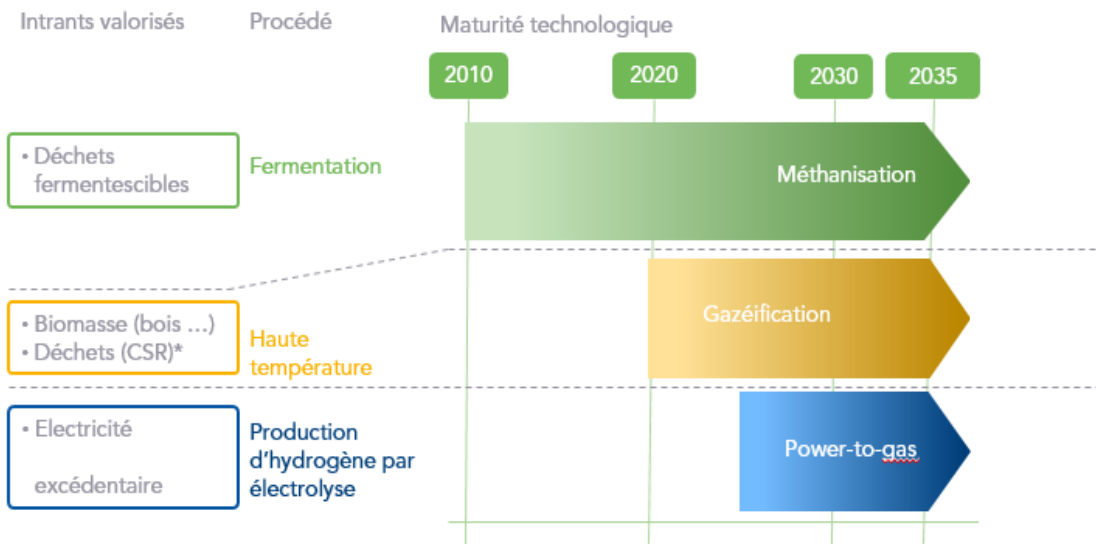
- Il détermine les conditions dans lesquelles GRDF assure la réalisation du raccordement du poste d'injection au réseau de distribution
- Son prix est établi sur devis, suite à l'étude de dimensionnement et conformément au catalogue des prestations visé par la CRE
- Le planning est déterminé dans les conditions particulières du contrat.

Le contrat d'injection : standardisé, il encadre la prestation d'injection du biométhane pendant 15 ans. Il détermine les relations commerciales et techniques entre GRDF et le producteur et leurs responsabilités respectives, en particulier :

- les modalités selon lesquelles GRDF exploitera et maintiendra le poste d'injection et la disponibilité garantie;
- les exigences relatives aux caractéristiques du biométhane destiné à être injecté ;
- les modalités d'arrêt et de reprise de l'injection en cas de non conformité du biométhane ;
- la rémunération du distributeur pour ses prestations (notamment la redevance)

De nouvelles filières au service du verdissement du réseau de gaz

3 GRANDES FILIÈRES SONT AMENÉES À SE DÉVELOPPER



* CSR : Combustible solide de récupération – déchets résiduels ultimes ne pouvant pas être recyclés autrement

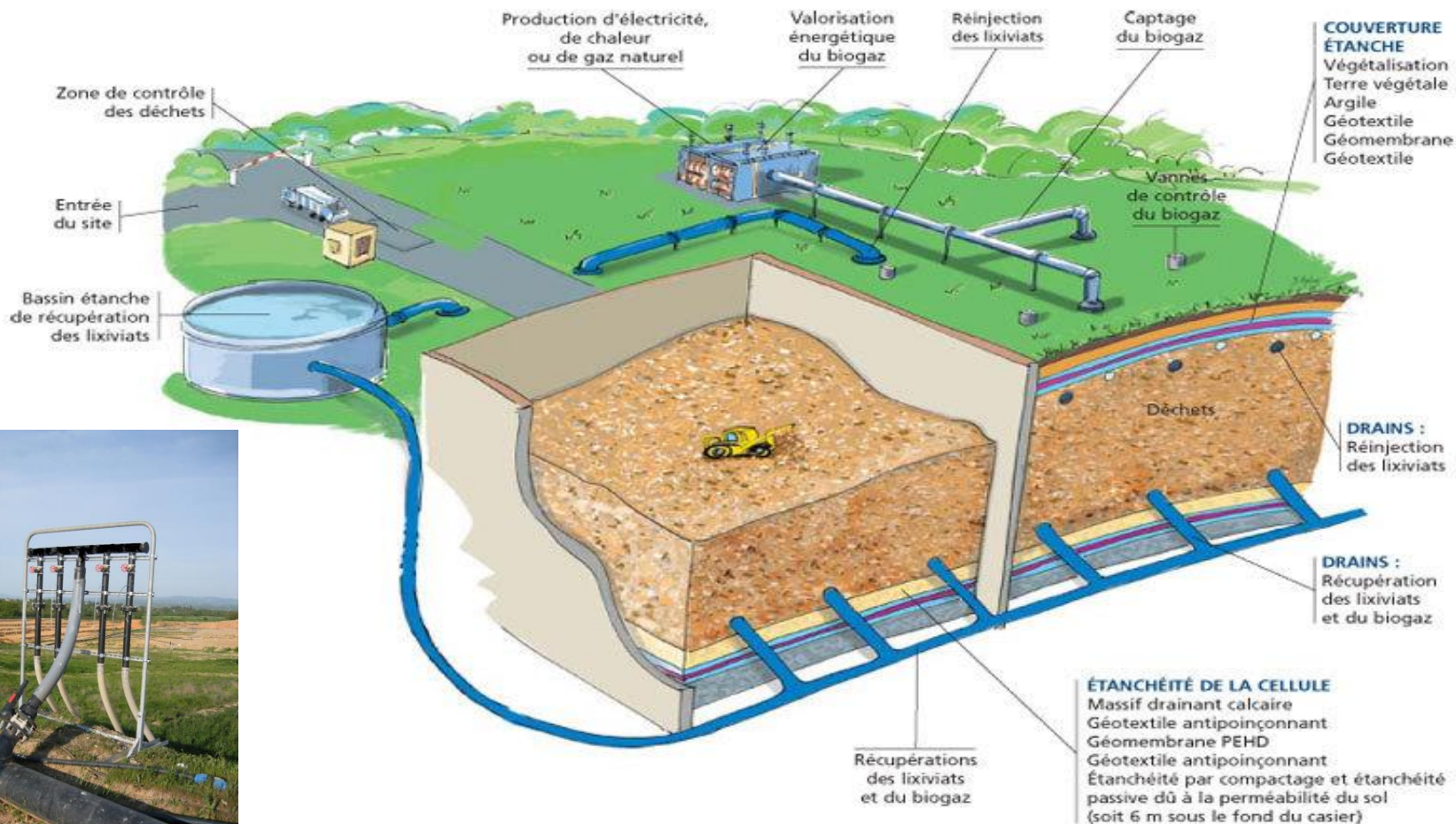
VERS DE NOUVELLES FILIÈRES DE GAZ VERTS

DEUX FILIÈRES SONT PARTICULIÈREMENT EN TRAIN DE SE STRUCTURER POUR REPENDRE AUX ENJEUX DE DÉVELOPPEMENT DES GAZ VERTS D'ICI 2030 : GAZEIFICATION ET POWER-TO-GAS.

EN PLUS DE CES FILIÈRES, LA FILIÈRE ALGUES POURRAIT AUSSI CONTRIBUER AU VERDISSEMENT DU RÉSEAU.

Les décharges ou ISDND (Installations de Stockage de Déchets non dangereux) produisent naturellement du « biogaz de décharge »

Le bioréacteur de Montdragon et Labessière Candeil

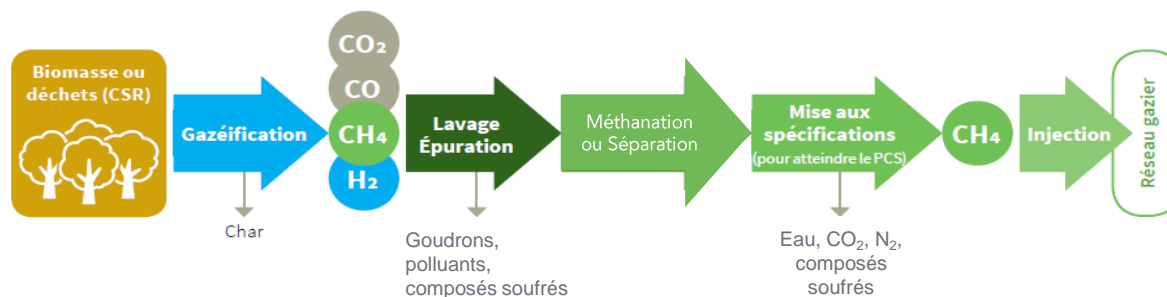


Depuis 2017 les technologies d'épuration permettent de valoriser le biogaz de décharge en injection

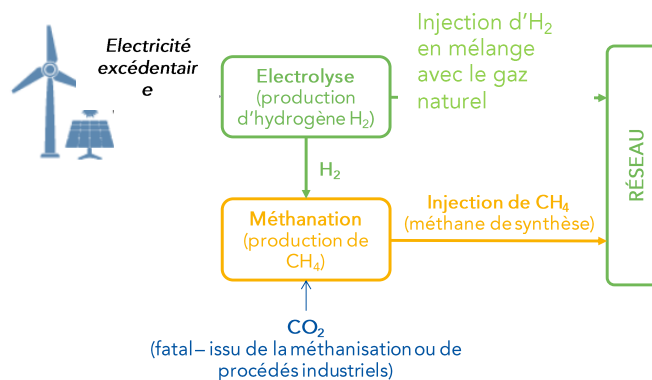


Procédé Wagabox installé à St Florentin (Yonne) - 1^{ère} mondiale

A partir de 2020 -
Gazéification :
production de
biométhane ou de gaz
de synthèse à partir
de déchets -
conversion de déchets



A partir de 2025 :
Power- to-gas : Service
au réseau de stockage
d'ENR électriques -
injection d'hydrogène
et/ou méthane



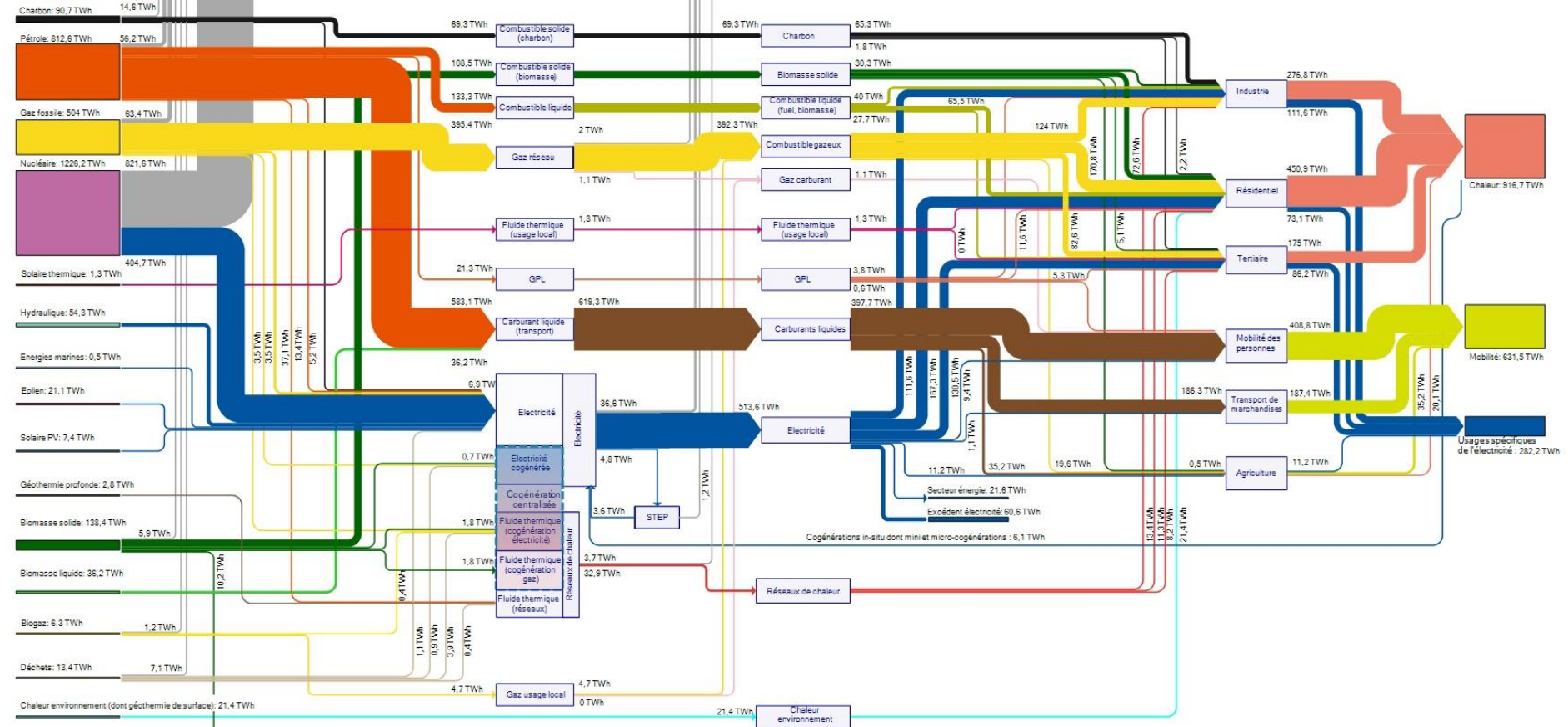
Atelier PPE Biogaz : Vision 2023 - 2028 des opérateurs de réseaux

Pertes et autoconsommations

970 TWh

Pertes (stockage et distribution)

43,4 TWh



Sources primaires
2 926 TWh
160 %

Vecteurs primaires
1 956 TWh
107 %

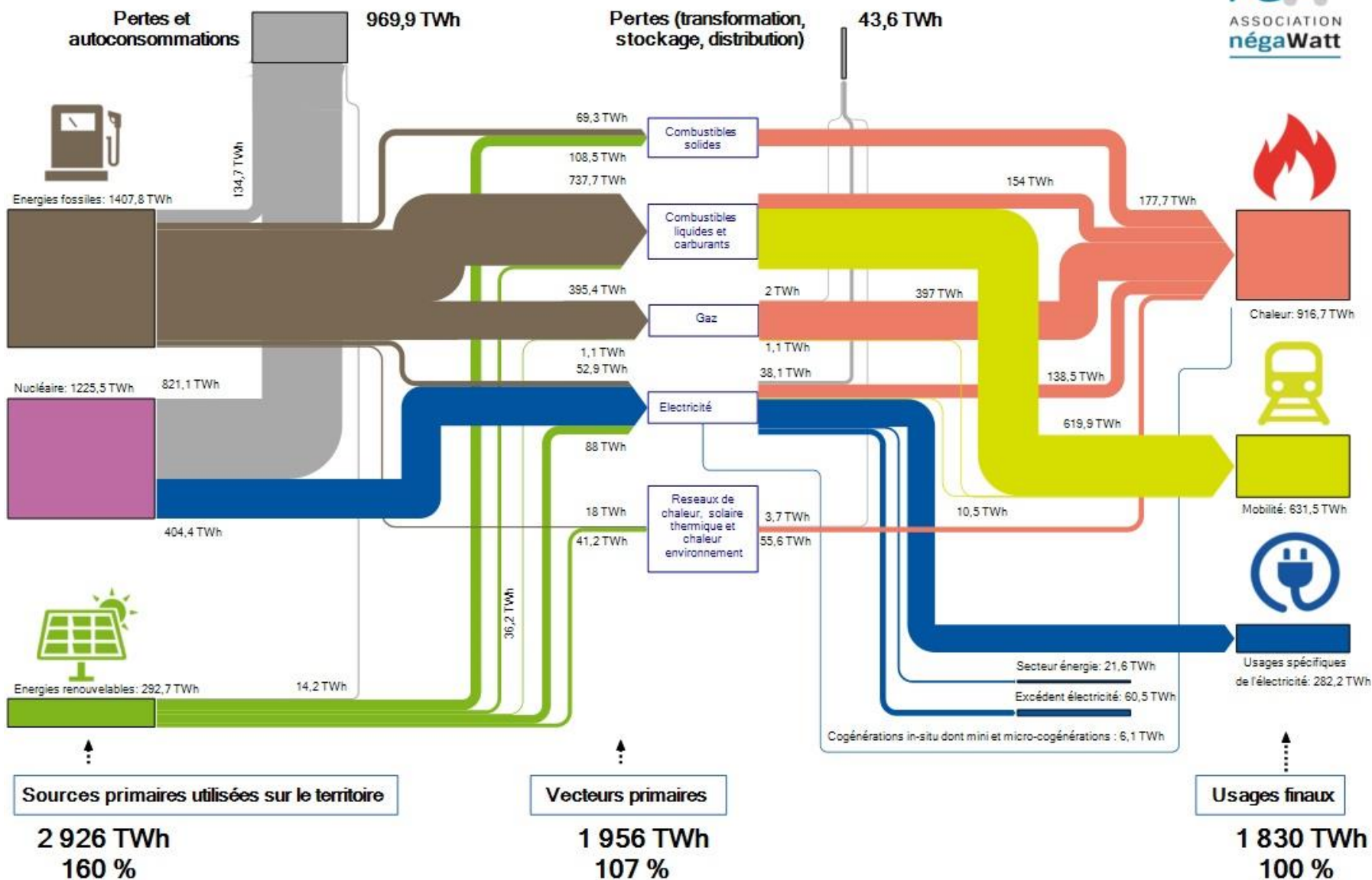
Vecteurs secondaires
1 919 TWh
105 %

Secteurs
1 836 TWh
100 %

Usages finaux
1 830 TWh
100 %

Nota:
1) Ce diagramme n'est pas une représentation physique des réseaux, mais une représentation des flux et pertes liés aux différentes transformations des énergies depuis les sources primaires jusqu'aux usages finaux. Ainsi, en 2010, le biogaz n'est pas réellement injecté dans le réseau de distribution gaz, mais utilisé localement. Cela ne change rien au bilan présenté.
2) La plupart des valeurs sont arrondies à l'unité, pour ne pas alourdir le schéma. Il peut en résulter des bilans non parfaitement équilibrés.
3) MP = matières premières

Représentation des flux d'énergies : des ressources primaires aux usages

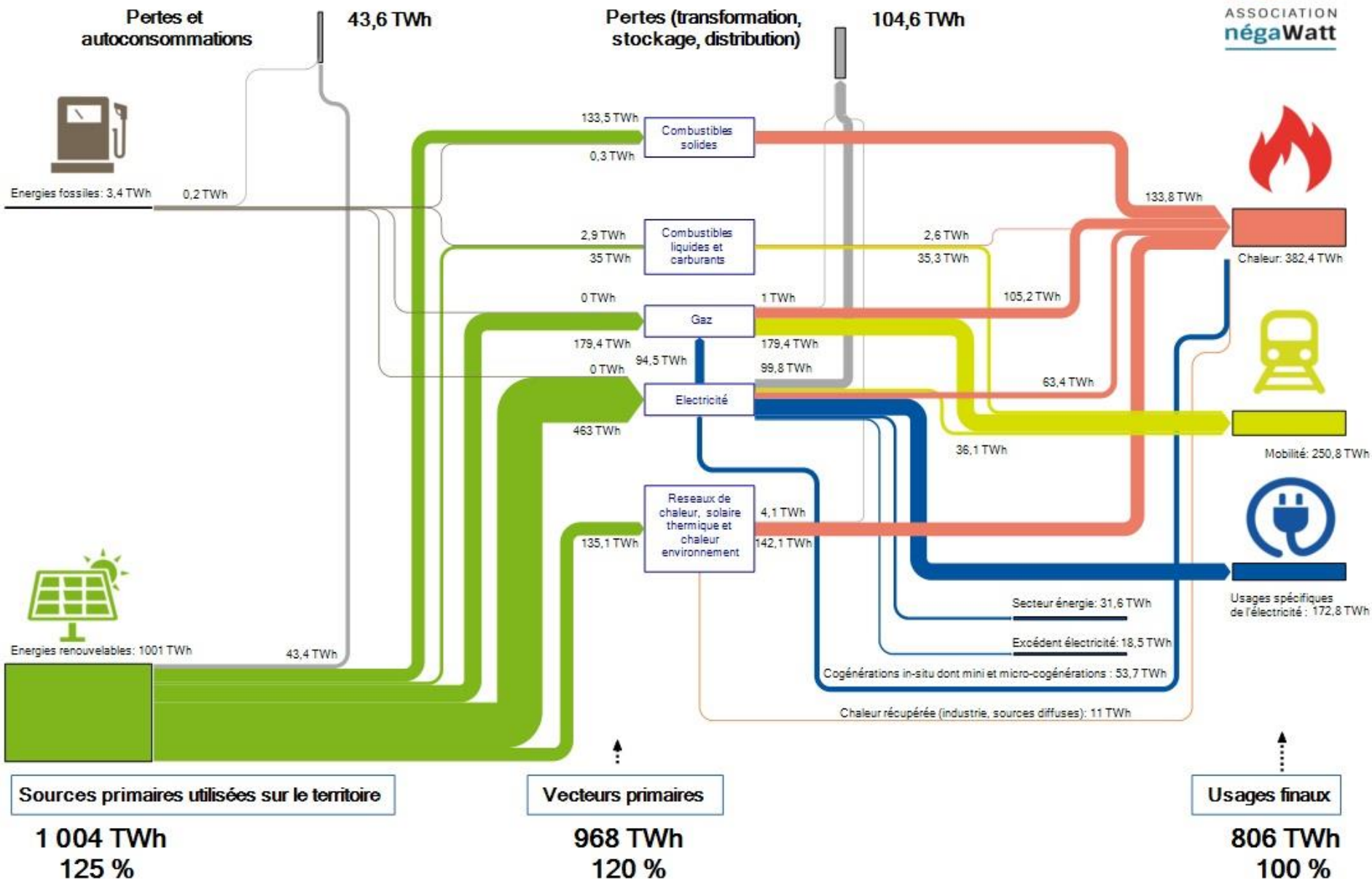


Nota :

- 1) Ce diagramme n'est pas une représentation physique des réseaux, mais une représentation des flux et pertes liées aux différentes transformations des énergies depuis les sources primaires jusqu'aux usages finaux.
- 2) La plupart des valeurs sont arrondies au dixième, pour ne pas alourdir le schéma. Il peut en résulter des bilans non parfaitement équilibrés.
- 3) Energies renouvelables = solaire thermique et photovoltaïque, hydraulique, énergies marines, éolien, géothermie, biomasse solide et liquide, biogaz, déchets et chaleur prise sur l'environnement
- 4) Electricité spécifique : regroupe les différents services spécifiquement rendus par l'électricité, incluant l'éclairage, l'électroménager (y compris le froid), l'informatique et l'électronique, la force motrice (moteurs électriques), etc.

Représentation des flux d'énergies : des ressources primaires aux usages

2050



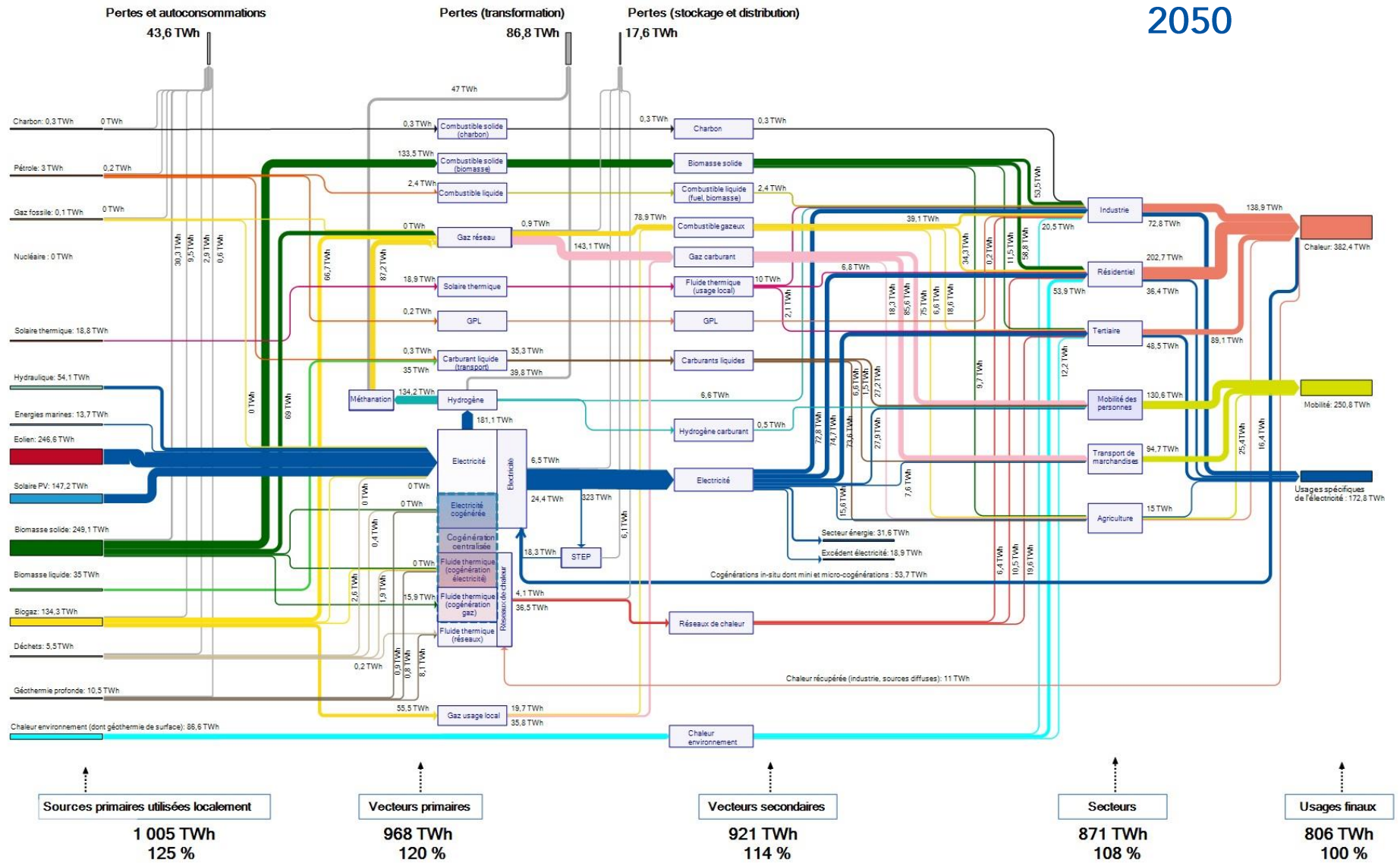
Nota:

1) Ce diagramme n'est pas une représentation physique des réseaux, mais une représentation des flux et pertes liées aux différentes transformations des énergies depuis les sources primaires jusqu'aux usages finaux.

2) La plupart des valeurs sont arrondies au dixième, pour ne pas alourdir le schéma. Il peut en résulter des bilans non parfaitement équilibrés.

3) Energies renouvelables = solaire thermique et photovoltaïque, hydraulique, énergies marines, éolien, géothermie, biomasse solide et liquide, biogaz et déchets

4) Electricité spécifique: regroupe les différents services spécifiquement rendus par l'électricité, incluant l'éclairage, l'électroménager (y compris le froid), l'informatique et l'électronique, la force motrice (moteurs électriques), etc.



Nota :
 1) Ce diagramme n'est pas une représentation physique des réseaux, mais une représentation des flux et pertes liés aux différentes transformations des énergies depuis les sources primaires jusqu'aux usages finaux. Ainsi, en 2010, le biogaz n'est pas réellement injecté dans le réseau de distribution gaz, mais utilisé localement. Cela ne change rien au bilan présenté.
 2) La plupart des valeurs sont arrondies à l'unité, pour ne pas alourdir le schéma. Il peut en résulter des bilans non parfaitement équilibrés.

EN FRANCE

15.400
véhicules



2.200 Véhicules légers



7.000 Véhicules Utilitaires



1.250 Bennes à ordures ménagères



2.900 bus et cars



700 Poids lourds



Autres : 550

PERSPECTIVES

350.000
Véhicules en 2030

DANS LE MONDE

Iran :
3,3 Millions véhicules (27%)
Pakistan :
2,8 millions (80%)
Argentine :
2,2 millions (18%)
Italie :
1 million (2,1%)



Des véhicules GNV qui peuvent couvrir tous les usages

- Pour les particuliers



- Le transport de marchandises (bi ou mono carburation)



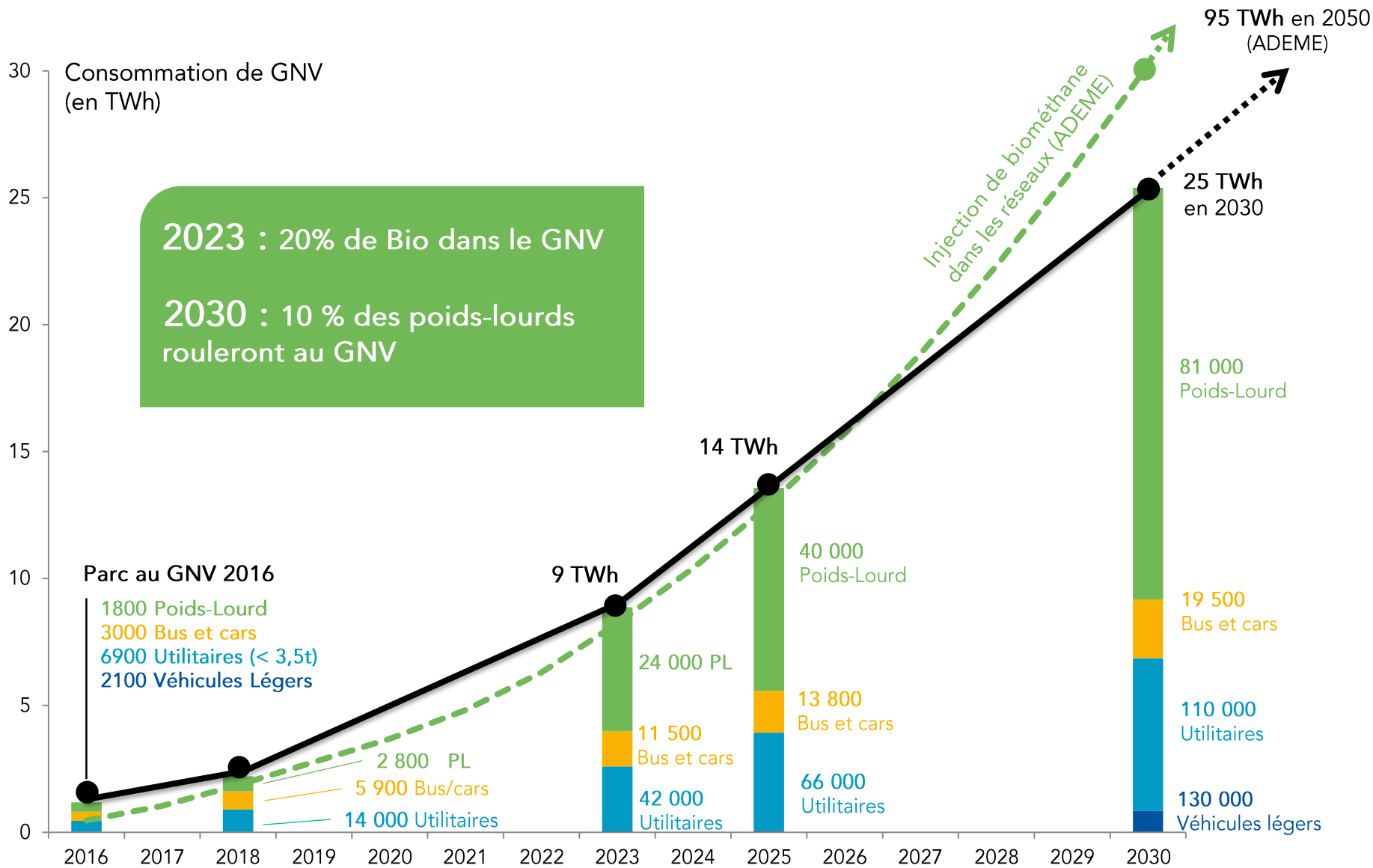
- Le transport en commun (mono-carburation)



- La collecte d'ordures ménagères (mono-carburation)



OBJECTIFS DE LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE (PPE)



Les Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique (CIVE) sont des intrants recherchés

- ✓ **Culture intermédiaire entre 2 cultures alimentaires**
- ✓ **Elles ont un pouvoir méthanogène élevé et sont stockables pendant plus d'un an (ensilage)**
- ✓ **Elles ont un intérêt agronomique : elles permettent de préserver le sol et de piéger les nitrates**
- ✓ **Contrairement aux cultures énergétiques dédiées, elles ne sont pas en concurrence avec les cultures alimentaires**
- ✓ **Exemple de CIVE : Sorgho, betterave, ray grass, trèfle..**

