

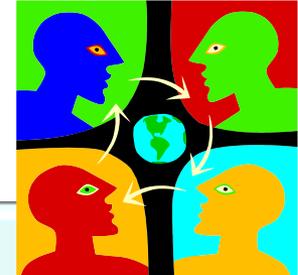
# **Injection du biogaz dans les réseaux : prétraitement et conditions d'injection**

**Caroline Marchais, Déléguée générale du Club Biogaz**

**[club.biogaz@atee.fr](mailto:club.biogaz@atee.fr) +33 1 46 56 41 43**

**[www.biogaz.atee.fr](http://www.biogaz.atee.fr) [www.biomethanecarburant.info](http://www.biomethanecarburant.info)**

# Le Club Biogaz ATEE



## Interprofession de la filière méthanisation et biogaz en France

### Représentation de la filière

- ~160 adhérents personnes morales
- Comité de direction élu, composé de représentants des différents métiers

- Interlocuteur reconnu par les pouvoirs publics**
  - 12 ans d'existence
  - ...et d'actions pour promouvoir le développement des filières de production et de valorisation du biogaz

### Échanges techniques et informations professionnelles

- Groupes de travail**
  - avec les adhérents
  - en coordination avec d'autres organismes concernés par le biogaz

- Sujets d'actualité**
  - Réglementation
  - Transport et injection du biogaz dans le réseau
  - Valorisation du biogaz
  - Tarifs d'achat d'électricité
  - Biogaz agricole, digestats...

- Services pour les adhérents**
  - Mails d'informations
  - Veille réglementaire
  - Questions/réponses...

### Informations grand public et professionnels

- Site internet actif**
  - Actualités du Club
  - Réglementation
  - appels à projets
  - Documents pratiques et études...
  - Agenda de tous les évènements de la filière

- Organisation d'évènements**
  - Colloques techniques
  - Voyages d'études
  - **Formations**

- Participation à tous les grands rendez-vous de la filière



# Introduction sur le biogaz

**Définition**

**Types de production**

**Production et objectifs en France**

# Biogaz

## Définitions, voies de production

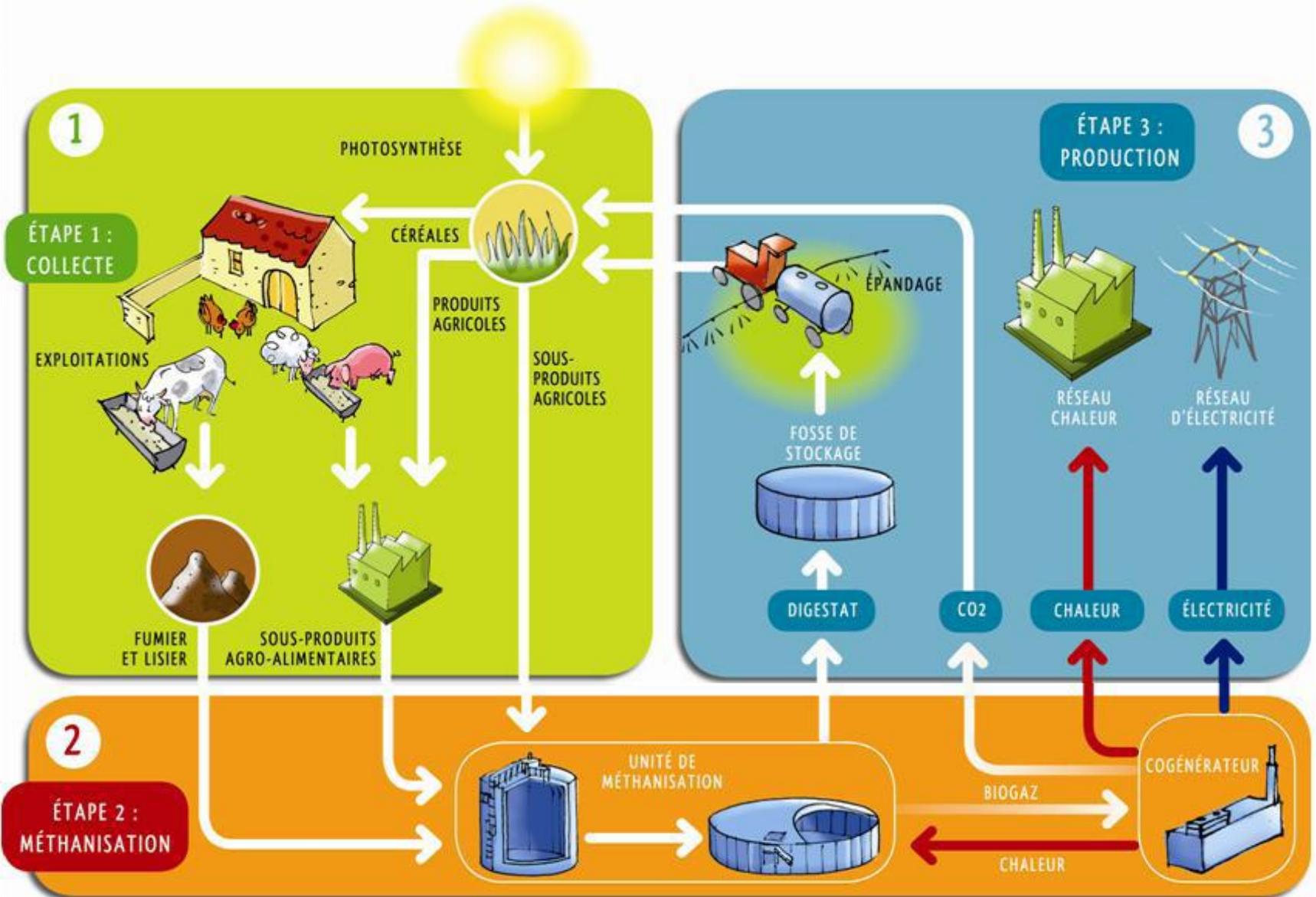
- Biogaz
  - un combustible...
    - Mélange de CH<sub>4</sub> (50 à 80%), de CO<sub>2</sub> (20 à 50%), de H<sub>2</sub>S (20 à 5000 mg/m<sup>3</sup>) et de H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> (< 1%)
  - ... une énergie renouvelable
    - 1000 m<sup>3</sup> biogaz = 7000 kWh = 0,65 Tep
    - 1000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> = 9900 kWh = 0,85 Tep
  - mais...
    - gaz saturé en eau
    - comprenant des impuretés (Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub> essentiellement)
  
- Biométhane : biogaz ayant subi une épuration poussée en vue d'être injecté dans les réseaux de gaz naturel ou d'en faire du carburant
  
- Voies de production :
  - « naturelle » (marais)
  - captage en ISDND (décharges)
  - contrôlée en méthaniseur (déchets fermentescibles humides : déchets agricoles et industriels, biodéchets, boues de stations d'épuration)
  - Autre voie de production : Le biométhane peut aussi être produit par gazéification de biomasse sèche (procédé thermique), suivie d'une étape de méthanation (enrichissement en CH<sub>4</sub>) et d'épuration

# Biogaz

## Des sources de production très variées

ISDND (Décharges)	Stations d'épuration	Ordures ménagères	Déchets / sous-produits industriels	Déchets / produits agricoles
Captage du biogaz	Digestion des boues	Tri sur site (TMB)  Tri à la source des déchets organiques : biodéchets, déchets verts...  Déchets alimentaires (résidus de repas, graisses, huiles de friture...)	IAA: Déchets d'abattoirs, lactosérum,  Hors IAA: issues de papeteries, industries pharmaceutique, cosmétique, eaux de lavages, déchets de procédés de transformation  Déchets de GMS et restauration collective	Lisiers, fumiers, résidus de récoltes,  Cultures énergétiques intermédiaires (non concurrentielles)

# Principe de la méthanisation



# Production du biogaz bilan 2010 et projection 2015-2020



## Estimation de la contribution totale biogaz

Plan d'action national en faveur des énergies renouvelables

Période 2009-2020\*

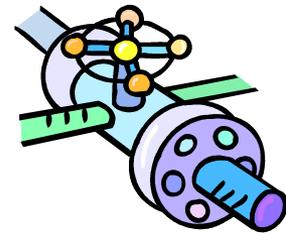
		2005	2010	2015	2020
Électricité	<b>capacité installée MW (Biogaz – ENR)</b>	<b>84</b> <i>ENR: 27088</i>	<b>164</b> <i>33164</i>	<b>363</b> <i>45098</i>	<b>625</b> <i>62167</i>
	<b>production brute d'électricité GWh</b>	<b>478</b> <i>75839</i>	<b>935</b> <i>87369</i>	<b>2129</b> <i>115577</i>	<b>3701</b> <i>155284</i>
Chauffage et refroidissement	<b>consommation finale d'énergie ktep</b>	<b>86</b> <i>9397</i>	<b>83</b> <i>11121</i>	<b>260</b> <i>15040</i>	<b>555</b> <i>19732</i>
Transports (biogaz + huiles végétales...)	<b>ktep</b>	<b>0</b> <i>544</i>	<b>0</b> <i>2898</i>	<b>30</b> <i>3215</i>	<b>160</b> <i>4062</i>



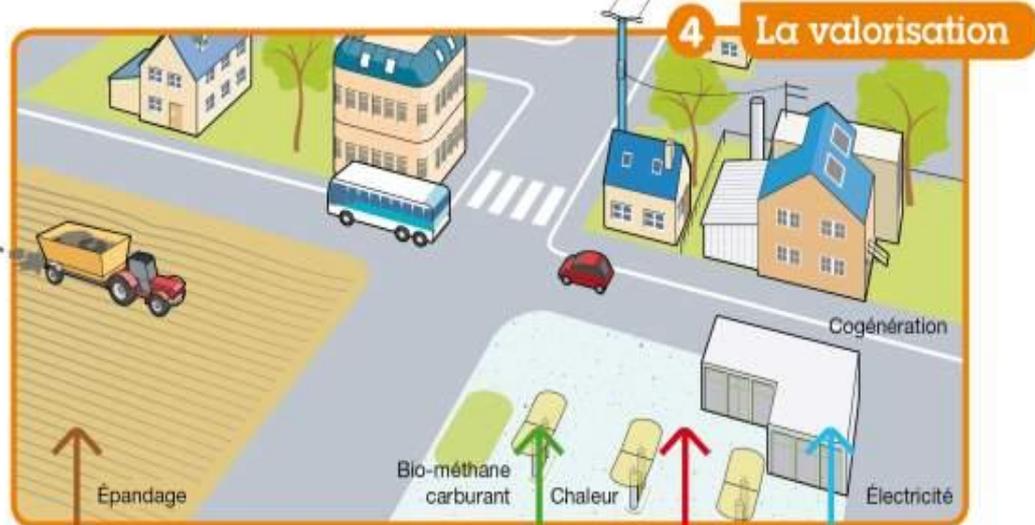
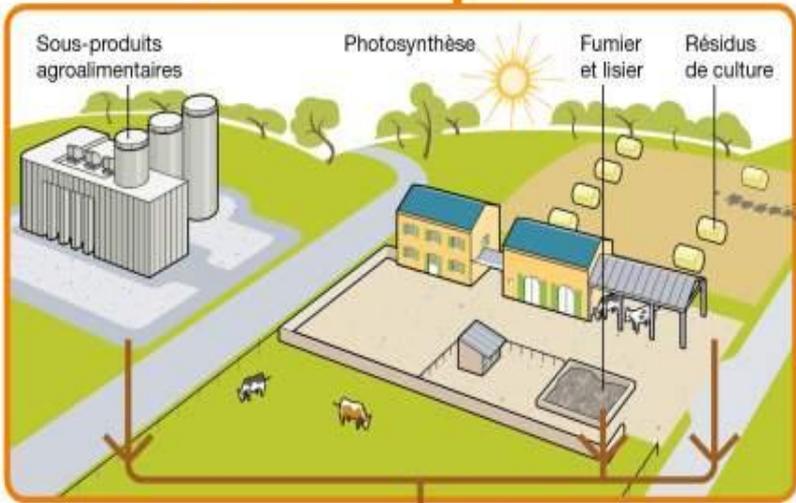
# Injection dans le réseau de gaz naturel en France

**Injecter pour mieux valoriser plus loin**  
**Réglementation et tarif d'achat**  
**Schéma général du procédé**

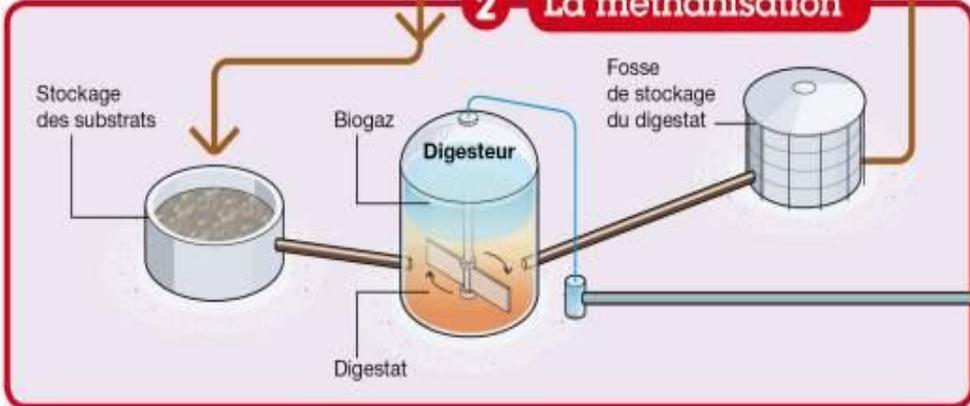
# Intérêt de l'injection: valorisation sur un site distant du lieu de production



## 1 La collecte



## 2 La méthanisation

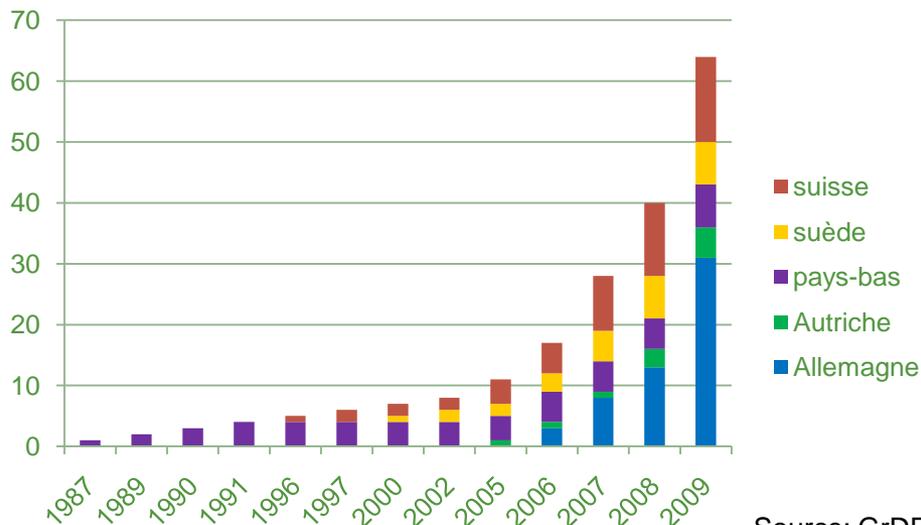
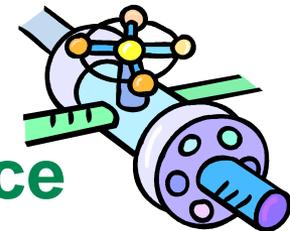


## 3 L'injection



# Injection

## Situation en Europe, perspectives en France



Source: GrDF

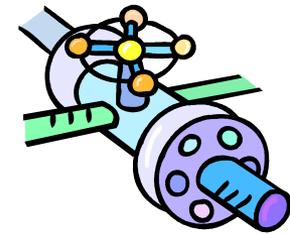
Allemagne	31 sites actifs + 35 projets Objectif 2020 : 6 Gm3
Autriche	5 sites actifs + 1 projet
France	Une centaine de demandes de faisabilité à GrDF
Pays-Bas	7 sites actifs + 3 projets 11 millions de m3
Suède	7 sites actifs + 1 projet 19 millions de m3
Suisse	14 sites actifs + 3 projets

### Perspectives de développement en France (données du GT injection du MEEDDM, 2009)

Type d'installation	Nombre d'installations injectant		Potentiel d'injection en TWh/an	
	Scénario prudent	Scénario optimiste	Scénario prudent	Scénario optimiste
Méthanisation rurale (60 à 100 m3/h sur 8000 heures)	264	650	1,8 TWh	6,5 TWh
Méthanisation Déchets ménagers (500 m3/h sur 8000 heures)	9	11	0,4 TWh	0,5 TWh
ISDND (600 m3/h sur 8000 heures)	13	33	0,8 TWh	1,6 TWh
<b>Total</b>	<b>286</b>	<b>694</b>	<b>3 TWh</b>	<b>8,7 TWh</b>

# Injection

## Avancement du dossier

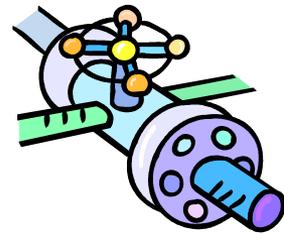


- Aspects sanitaires: Rapport et avis de l'AFSSET en octobre 2008
  - Accord si biogaz produit à partir de :
    - ISDND
    - FFOM
    - Déchets agricoles et IAA
  - Saisine complémentaire en cours en 2010-2011 sur :
    - Biogaz issus de STEP
    - Biogaz issus des déchets industriels (autres qu'IAA)
- Loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010 qui définit le cadre et la possibilité d'injection
  - obligation d'achat
  - acheteur de dernier recours
  - dispositif de garantie d'origine
  - mécanismes de compensation
  - Un décret précisera les conditions d'achat et le détail des dispositifs
  - Les producteurs sont exemptés de l'autorisation de fourniture de gaz
- Suite des événements
  - Rédaction des textes de loi + tarifs en suivant les propositions du rapport du groupe de travail de la DGEC du MEEDDM
  - Injection d'abord sur des sites pilotes
  - GT GRDF-Ademe pour aider les producteurs dans leurs projets



# Injection

## Systeme tarifaire envisagé

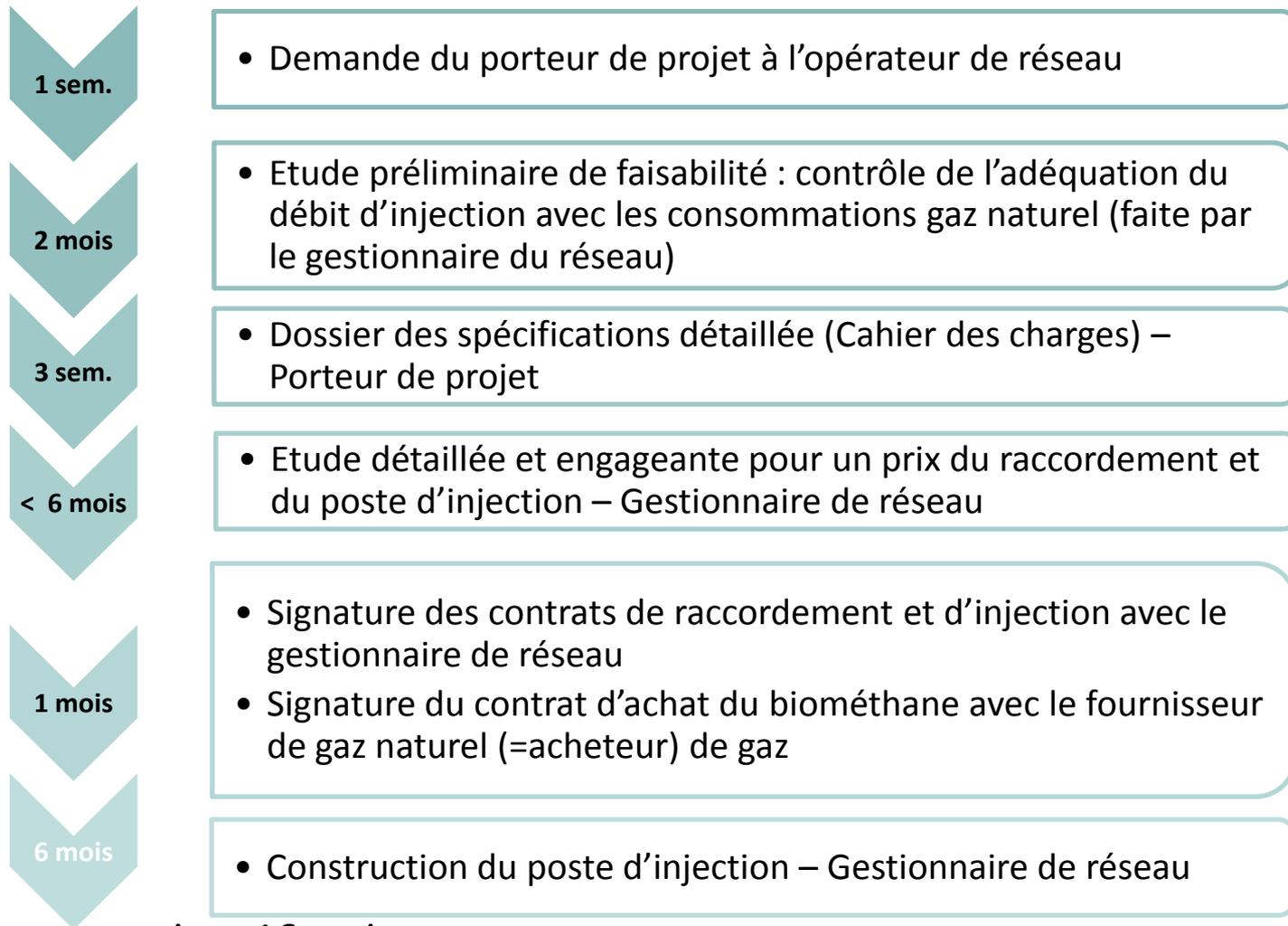


- Tarifs avec « obligation d'achat » comme pour l'électricité
  - Contrat de 15 ans
  - Calcul d'un « coût de référence » (= part du coût de méthanisation imputable à la valorisation énergétique du biogaz - part imputable au traitement du déchet)
  - Prise en compte de :
    - coûts supplémentaires liés aux exigences techniques liées à l'injection
    - rémunération de l'investissement du producteur de biogaz → rentabilité



- Tarif probablement révisé à court/moyen terme
- Garantie d'origine
  - Créer une traçabilité du biométhane injecté
  - Fournisseurs ou clients finaux: valoriser le « gaz vert » et la chaleur finale
  - Impliquer les fournisseurs en permettant de valoriser leur mix énergétique vert
  - Producteur: avoir un revenu supplémentaire à la vente du biométhane
- Compensation du surcoût payé par le repreneur de biogaz
  - Système de mutualisation supporté par le consommateur du type CSPE (actuellement de 4,5€/MWh)
  - Une structure comparable existe déjà pour le gaz naturel (Tarif Spécial de Solidarité - Arrêté du 17/12/08)
- Exonération de TICGN

# Planning prévisible de réalisation d'un projet d'injection sur réseau de distribution

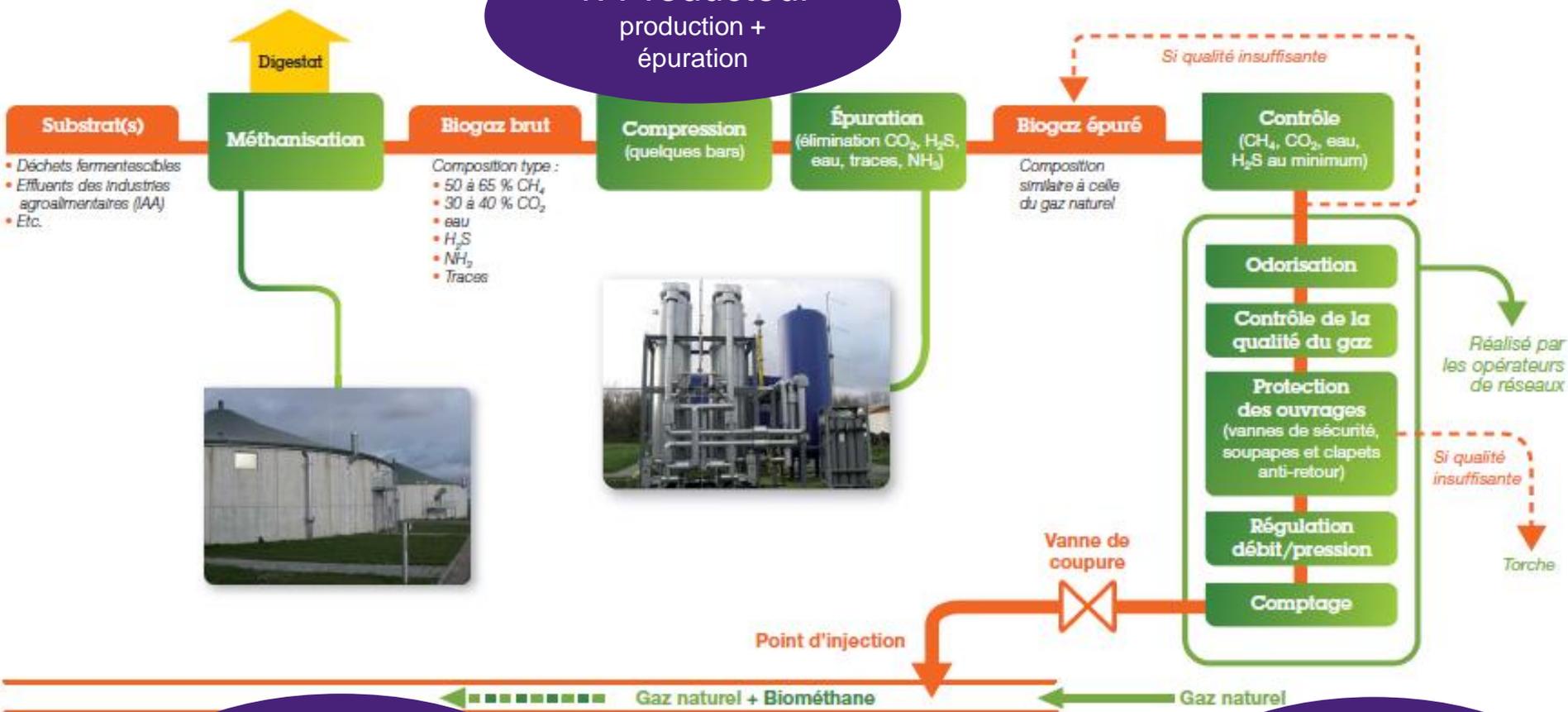


environ 16 mois

# Injection

## Répartition des rôles

1. Producteur  
production +  
épuration



3. Fournisseur de gaz naturel  
Achat du biométhane au producteur

Contrat d'achat

Contrat d'injection

Contrat de raccordement

2. Opérateur de réseaux  
Injection + acheminement



# Du biogaz brut à l'injection: Détails du procédé

**Composition et traitements du biogaz**  
**Étapes importantes pour l'injection**

# Composants principaux du biogaz

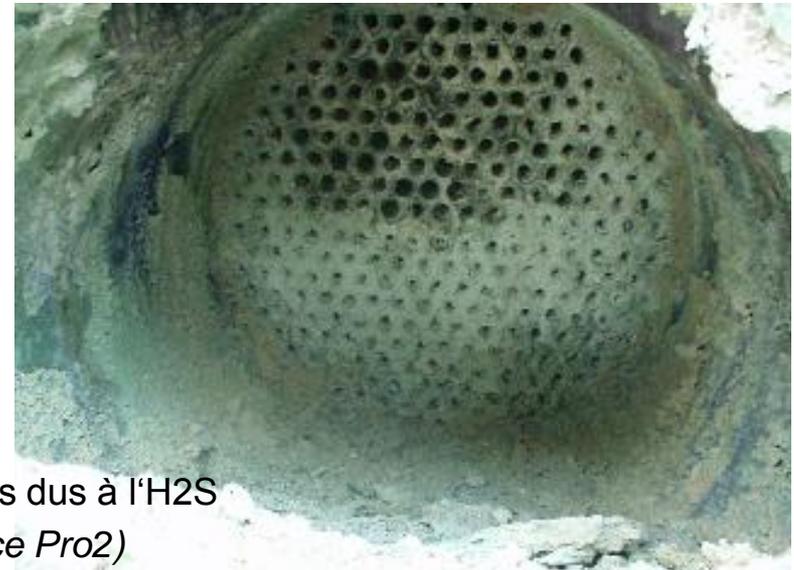
Type de déchets	%CH <sub>4</sub>	%CO <sub>2</sub>	%H <sub>2</sub> S	Teneur en Si (mg/m <sup>3</sup> )	Humidité relative
Ordures ménagères	55 – 60	40 – 45	0 – 0,5	0 – 50	100%
Boues STEP urbaines	60 – 65	35 – 40	0 – 1	0 – 20	100%
Effluents industriels	55 – 75	25 – 45	0 – 2	0 – 50	100%
Déchets agro alimentaires	60 – 70	30 – 40	0 – 0,5	0	100%
Effluents agricoles	50 – 55	45 – 50	0 – 1	0 – 20	100%

# Les principaux polluants

- Humidité
  - le biogaz est naturellement saturé d'humidité
  - Condensation = corrosion, engorgement des tuyauteries,..
  - Mauvaise combustion dans les moteurs
- Siloxanes
  - Dérivés du silicone (cosmétiques et entretien), concentrations de + en + élevées
  - Dépôt de silice, encrassement moteurs, huile et échangeurs
- H<sub>2</sub>S
  - Formation d'acide en présence d'humidité (=corrosion)
  - Rejets de SO<sub>2</sub> dans les fumées
  - Dépôts sur les tuyauteries, moteurs, échangeurs...
- Autres COV (fluorés, chlorés, etc)
  - Formation d'acide en présence d'humidité
  - Rejets dans les fumées (CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NMH<sub>x</sub>)

# Les principaux effets ... et conséquences

- Des rendements qui chutent
- Une disponibilité en baisse
- Des échanges de chaleur moins performants
- Des opérations de maintenance fréquentes
- Des risques de casse aggravés
- Temps masqués importants
- revenus issus de la vente de la production en baisse
- impact environnemental aggravé
- Et un biogaz non autorisé pour l'injection ! (torchage ou retour en cycle d'épuration si possible)



Dégâts dus à l'H<sub>2</sub>S  
(source Pro2)

# Traitement et préparation du biogaz

## Déshumidification

- Refroidissement du biogaz:
  - Via un système d'échangeur thermiques alimentés en eau froide (groupes froids)
  - Sur certains sites, via un passage sous terre
    - Attention aux gel des condensats en hiver !
  - Par groupe de froid (avec fluide frigorigène refroidi par air)
  - Refroidissement du biogaz jusqu'à environ 5°C
  - Récupération de quantités importantes de condensats
  - Biogaz toujours à 100% d'humidité après refroidissement
  
- Réchauffage du biogaz:
  - Réchauffage du biogaz jusqu'à environ 15-20°C
  - Abaissement sensible de l'humidité relative du biogaz (séchage)
  - Plusieurs systèmes pour le réchauffage:
    - Utilisation d'une partie de la chaleur du module de valorisation
    - Utilisation d'un échangeur biogaz / biogaz

# Traitement et préparation du biogaz

## Désulfuration

- Traitement passif :
  - cuve de charbon imprégné, de préférence mobile avec multicouches (charbons spéciaux pour les COV siloxanes)
  
- Traitement actifs : tour de lavage
  - chimique
  - biologique : décomposition en sulfates par des bactéries (Coûts élevés en investissement Coûts d'exploitation très faibles )
  - chimique avec régénération biologique
  - ...
  
- Autres solutions :
  - ajout de chlorure ferrique dans les digesteurs pour fixer le soufre (Coûts d'investissement très faibles, Coûts d'exploitation très élevés)
  - injection d'air dans les ciels gazeux pour abattement par bactéries sulfato-oxydantes (utilisant l'O<sub>2</sub>)



Tour de désulfuration biologique de biogaz

# Traitement au charbon actif

- Traitement au charbon actif pour traiter notamment les siloxanes
- Coûts faibles en investissement mais élevés en exploitation (remplacement de charbon actif)
- Charbon actif sensible à l'humidité du biogaz traité
- Le charbon actif va retenir d'autres polluants que celui que l'on veut traiter (augmentation de la vitesse de saturation du charbon)



# Odorisation

- En réseau de distribution, le biométhane doit être odorisé avant injection en cohérence avec les pratiques d'odorisation du gaz naturel.
  - (décret n°2004-251 du 19 mars 2004 relatif aux obligations de service public dans le secteur du gaz)
- Cahier des charges RSDG10 publié par l'AFG en application de l'arrêté du 13 juillet 2000
  - Pour le gaz naturel : odorisation centralisée à toutes les entrées du réseau de transport :
    - Le transporteur est en charge de réaliser l'odorisation avant livraison aux distributeurs et autres clients non domestiques (à toutes les sorties du réseau de transport, le gaz doit être odorisé)
    - Le distributeur doit s'assurer que le gaz qu'il reçoit à l'entrée du réseau de distribution est correctement odorisé
  - Pour le biométhane :
    - Odorisation à chaque point d'injection dans le réseau
    - Odorisation avec du tétrahydrothiophène (THT), à 25 mg/(n)m<sup>3</sup>
    - Le processus d'odorisation doit être certifié ISO 9001 sur l'odorisation sinon le distributeur doit réaliser 2 mesures par jour et par exploitation

Poste odorisation



# Poste d'injection-comptage

- Missions :
  - Sécuriser l'injection
  - Réguler l'injection
  - Compter le gaz injecté
  - Filtrer le gaz injecté



**Dispositif de mesure et de régulation de la pression**

- Le matériel (volumétrique et le PCS mètre) doit être certifié de type (réglementation en métrologie)
- → Cahier des charges fonctionnel sur le site internet GrDF

# Contrôle qualité gaz du biométhane

- Les contrôles ne sont pas redondants avec le système qualité du producteur → Responsabilité du producteur de biogaz de fournir un gaz conforme et donc de spécifier son épuration en conséquence
- Contrôle en continu de la qualité des éléments spécifiques au gestionnaire du réseau de distribution (liés à la sécurité et aux responsabilités réglementaires du gestionnaire du réseau de distribution ) :
  - Contrôle de la teneur en H<sub>2</sub>S, en eau, en THT (odorisation), indice de Wobbe, densité, CO<sub>2</sub>
  - Contrôle du PCS à des fins transactionnelles (d'où des obligations métrologiques réglementaires)

Contrôle continu ou ponctuel pour les autres paramètres

- (soufre total, O<sub>2</sub>, chlore, fluor, hydrogène, ammoniac ,
- CO, mercaptans, mercure et COS)

(Cahier des charges fonctionnel sur site internet GrDF)

Poste d'analyse



# Prescriptions techniques

- Pour accepter l'injection à partir d'une installation de méthanisation, l'opérateur de réseau doit vérifier que le biométhane produit respecte la sécurité des personnes et l'intégrité des ouvrages.
  - Conformité aux prescriptions techniques du distributeur (§5.1.3 caractéristiques physico-chimiques requises pour l'injection de gaz autres que le gaz naturel) prises en application du décret 2004-555 du 15 juin 2004 et publiées sur le site internet GrDF
  
- Le bio-méthane produit doit être conforme aux prescriptions techniques pour :
  - préserver l'intégrité des ouvrages
  - garantir l'acheminement d'un gaz apte à la combustion et conforme à la réglementation en vigueur

# Prescriptions techniques

Pour la distribution : pas d'effet de dilution

Le bio-méthane doit toujours être conforme

➤ dérogations possibles : oxygène et dioxyde de carbone

Caractéristique	Spécification
Pouvoir Calorifique Supérieur (conditions de combustion 0 °C et 1,01325 bar)	Gaz de type H <sup>(1)</sup> : 10,7 à 12,8 kWh/m <sup>3</sup> (n) (combustion 25°C : 10,67 à 12,77) Gaz de type B <sup>(1)</sup> : 9,5 à 10,5 kWh/m <sup>3</sup> (n) (combustion 25°C : 9,48 à 10,47)
Indice de Wobbe (conditions de combustion 0 °C et 1,01325 bar) <sup>(2)</sup>	Gaz de type H : 13,64 à 15,70 kWh/m <sup>3</sup> (n) (combustion 25°C:13,6 à 15,66) Gaz de type B : 12.01 à 13,06 kWh/m <sup>3</sup> (n) (combustion 25°C : 11,97 à 13,03)
Densité	Comprise entre 0,555 et 0,70
Point de rosée eau	Inférieur à -5°C à la Pression Maximale de Service du réseau en aval du Raccordement <sup>(3)</sup>
Point de rosée hydrocarbures <sup>(4)</sup>	Inférieur à -2°C de 1 à 70 bar
Teneur en soufre total	Inférieure à 30 mgS/m <sup>3</sup> (n)
Teneur en soufre mercaptique	Inférieure à 6 mgS/m <sup>3</sup> (n)
Teneur en soufre de H <sub>2</sub> S + COS	Inférieure à 5 mgS/m <sup>3</sup> (n)
Teneur en CO <sub>2</sub>	Inférieure à 2,5 % (molaire)
Teneur en Tétrahydrothiophène (produit odorisant THT)	Comprise entre 15 et 40 mg/m <sup>3</sup> (n)
Teneur en O <sub>2</sub>	Inférieure à 100 ppmv
Impuretés	Gaz pouvant être transporté, stocké et commercialisé sans subir de traitement supplémentaire
Hg	Inférieur à 1 µg/m <sup>3</sup> (n)
Cl	Inférieur à 1 mg/m <sup>3</sup> (n)
F	Inférieur à 10 mg/m <sup>3</sup> (n)
H <sub>2</sub>	Inférieur à 6 %
NH <sub>3</sub>	Inférieur à 3 mg/m <sup>3</sup> (n)
CO	Inférieur à 2 %

Source: GrDF

# Teneur en oxygène

- Après examen de la localisation du projet et sous réserve du strict respect des autres paramètres, GrDF accorde une dérogation jusqu'à 0.7% pour gaz H, 3% pour gaz B (limitation par PCS)
- En cours d'examen : mise en œuvre d'un protocole de test en laboratoire pour évaluer l'impact de manière accélérée sur le réseau.
- Impacts possibles de la présence d'oxygène :
  - principalement corrosion et formation de poussières noires. Une part non négligeable du réseau GrDF est en cuivre et en acier.
  - certains process clients en aval sont sensibles à une élévation et/ou à une variation de la teneur en oxygène.
- Hétérogénéité européenne en la matière sur le réseau de distribution : Allemagne 3%, Pays-Bas 0,5%, Angleterre 0,2% au cas par cas.

# Conclusion



- L'injection,
  - Des débuts en 2011 après de longues années de travail
  - Un sujet nouveau en France
  - Temps d'adaptation des opérateurs de réseau, de la réglementation, des producteurs et fournisseurs...
- Besoin d'harmonisation au niveau européen
  - Politiques de soutien aux EnR
  - Prescriptions techniques d'injection...
- Accélérer son développement?
  - S'inspirer des modèles et technologies des pays voisins en les adaptant à notre situation: tarifs, réglementation, aides...
  - Communiquer, faire connaître le biométhane et ses atouts
  - Faire connaître les atouts du GNV et biométhane carburant  
[www.biomethanecarburant.info](http://www.biomethanecarburant.info)

 **Biométhane Carburant Info**

*Club  
Biogaz*