

LA VALORISATION DE LA BIOMASSE PAR LA FILIÈRE GAZ NATUREL RENOUVELABLE

Matthieu François

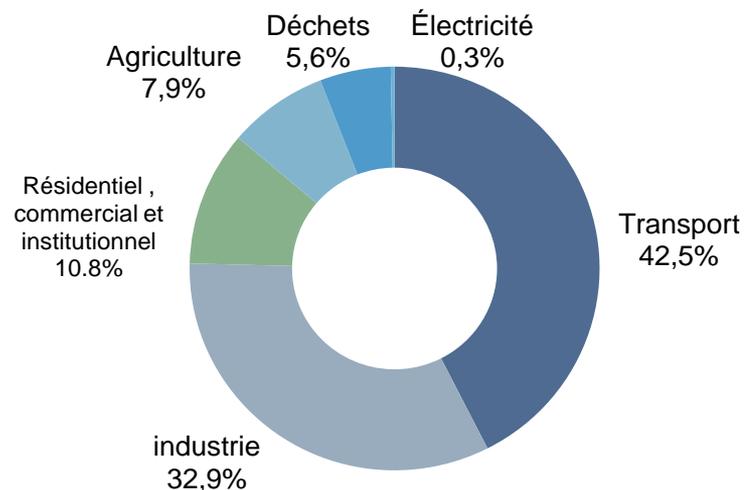
Rivière-du-Loup, 08 mai 2013

matthieu.francois@ctgn.qc.ca

Du projet au concret...
depuis déjà 20 ans !

POUR RÉDUIRE DE 20% LES ÉMISSIONS DE GES EN 2020, CONSOMMER MOINS, CONSOMMER MIEUX

Répartition des émissions de GES au Québec, en 2010



Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques

- **Priorité 16** Améliorer l'efficacité du transport maritime, ferroviaire, aérien et hors route
- **Priorité 17** Réduire l'empreinte environnementale du transport routier des marchandises
- **Priorité 18** Améliorer le bilan carbone et l'efficacité énergétique des entreprises québécoises
- **Priorité 23** Soutenir les réductions d'émissions de GES associées à la gestion des matières résiduelles
- **Priorité 24** Favoriser l'émergence des bioénergies au Québec

LA VALORISATION DE LA BIOMASSE PAR LA FILIÈRE GNR

Le GNR, de quoi parle-t-on ?

Plusieurs sources, plusieurs avenues, un seul vecteur d'énergie

Des potentiels différents pour différentes technologies

Aujourd'hui, la biométhanisation

Demain, la gazéification/méthanation

Comparaison avec les autres biocombustibles

Le concept de *Power-to-Gas*

Le GNR, une valorisation pertinente pour la biomasse

LE GNR, DE QUOI PARLE-T-ON ?

Gaz Naturel Renouvelable ou biométhane: gaz issu de sources renouvelables (dont la biomasse) ayant des spécifications proches voire identiques au gaz naturel (environ 95% méthane (CH₄))

- Doit respecter des caractéristiques précises (composition, notamment) pour être interchangeable avec le gaz naturel

Norme 3672-100/2012 du BNQ du 01/07/2012 *Biométhane – Spécifications de la qualité pour injection dans les réseaux de distribution et de transport de gaz naturel*

- **Différent du biogaz**

PLUSIEURS SOURCES, PLUSIEURS AVENUES, UN SEUL VECTEUR ÉNERGÉTIQUE

Ressources en biomasse

Municipale et ICI¹

(Enfouissement, déchets organiques)

Municipale – traitement des eaux usées

(Boues, effluents)

Agricole

(Fumiers, résidus de culture, cultures dédiées)

Forestière

(Résidus forestiers, cultures dédiées)

Autres...

Procédés de transformation

Biochimique
Biométhanisation / raffinage

Production de biométhane

Thermochimique
Gazéification / méthanation

Valorisations du biométhane

✓ Biométhane carburant (comprimé ou liquéfié)

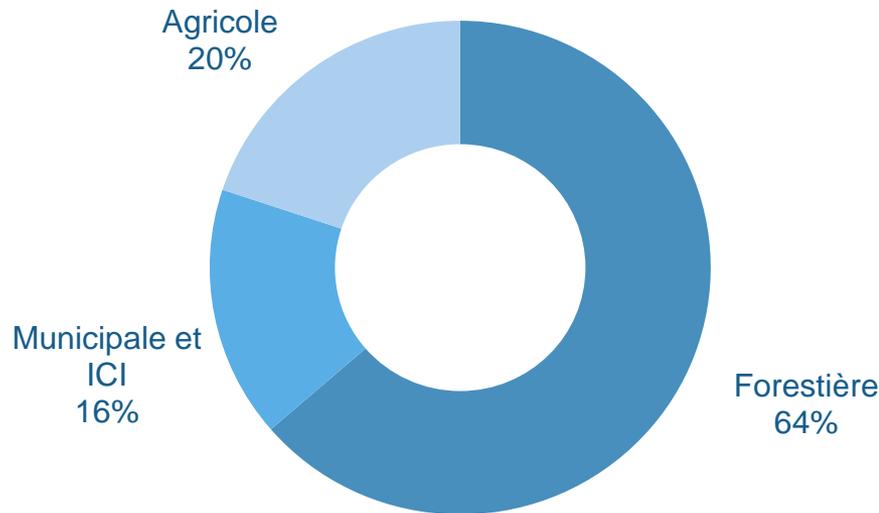
✓ Injection dans réseau de gaz naturel :

- Biométhane carburant
- Chaleur
- Eau chaude
- Cuisson

¹ Déchets industriels, commerciaux et institutionnels non dangereux

POTENTIEL ULTIME DE PRODUCTION OPTIMISÉE DE BIOMÉTHANE AU QUÉBEC

- Potentiel théorique ultime de 7,7 Gm³/an de biométhane²
- Seulement 10 à 15 % représenteraient 15 à 20 % de la consommation de gaz naturel au Québec



Potentiel théorique de production de biométhane en fonction de la source de biomasse au Québec² (méthanisation + gazéification)

- Approximativement 15 % par biométhanisation et 85 % par gazéification/méthanation

LA VALORISATION DE LA BIOMASSE PAR LA FILIÈRE BIOMÉTHANE

Le GNR, de quoi parle-t-on ?

Plusieurs sources, plusieurs avenues, un seul vecteur d'énergie

Des potentiels différents pour différentes technologies

Aujourd'hui, la biométhanisation

Demain, la gazéification/méthanation

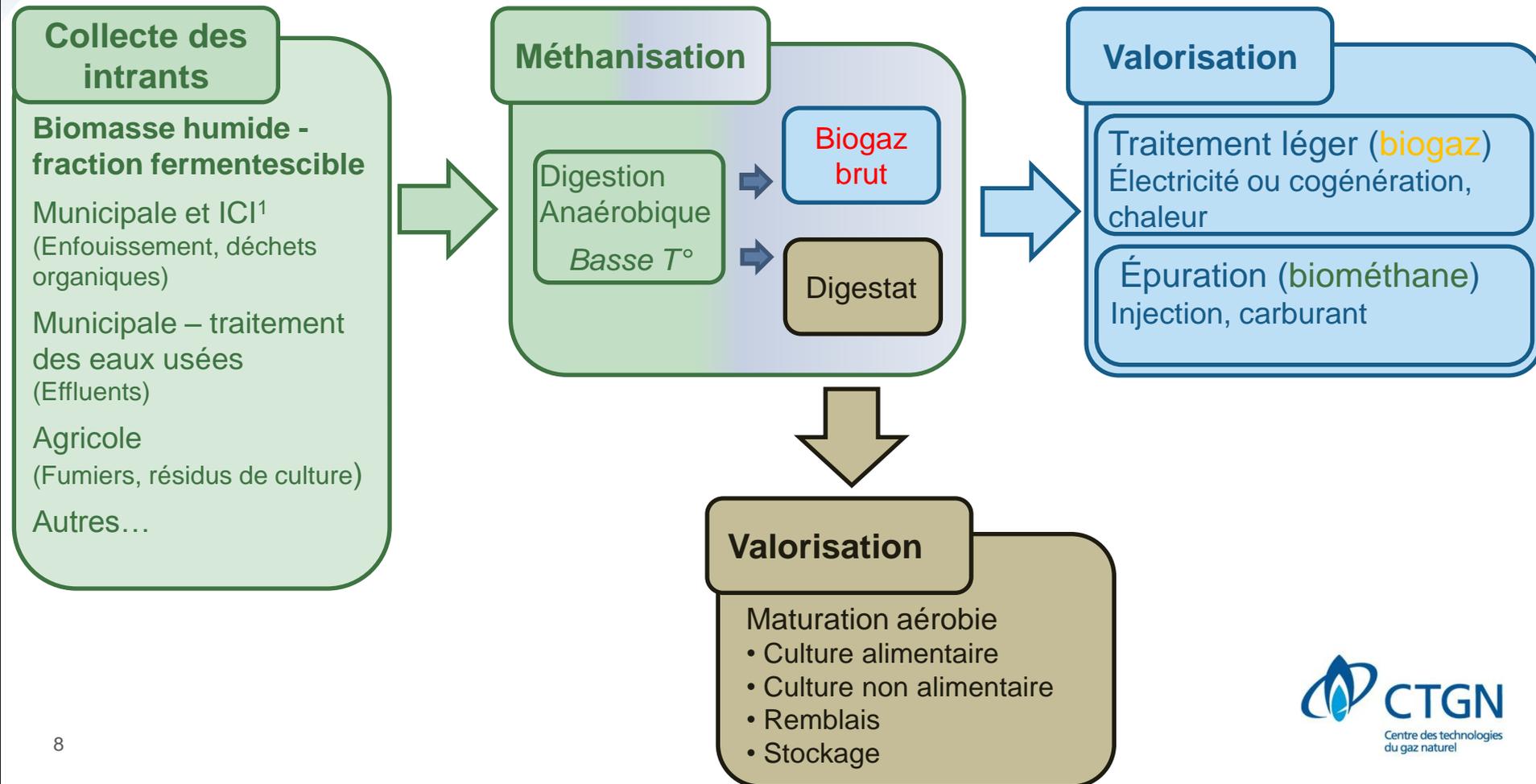
Comparaison avec les autres biocombustibles

Le concept de *Power-to-Gas*

Le GNR, une valorisation pertinente pour la biomasse

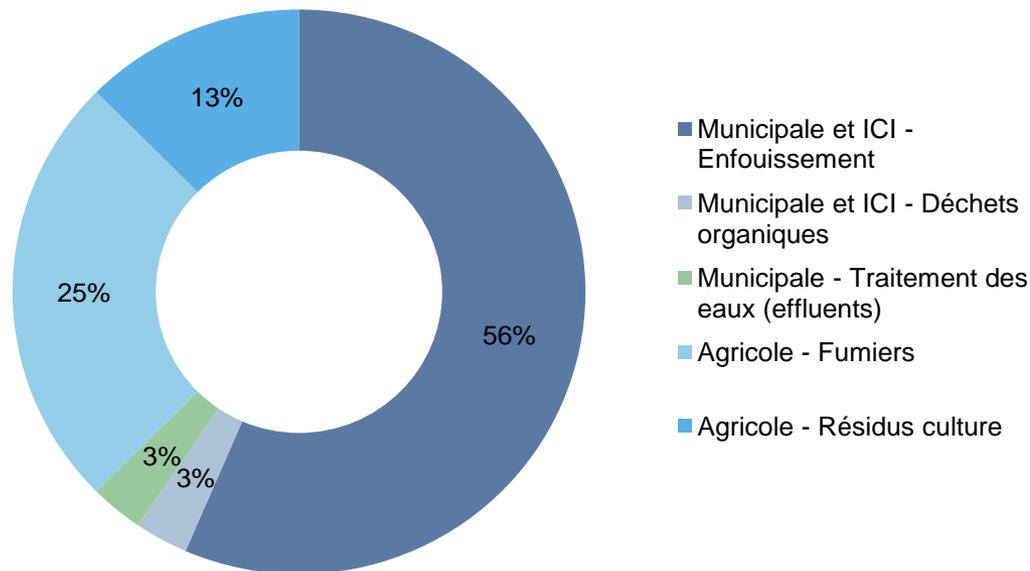
LA BIOMÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

Digestion anaérobique: procédé de dégradation de la matière organique par des bactéries en l'absence d'oxygène



UNE RESSOURCE MAJORITAIREMENT ISSUE DES CENTRES D'ENFOUISSEMENT

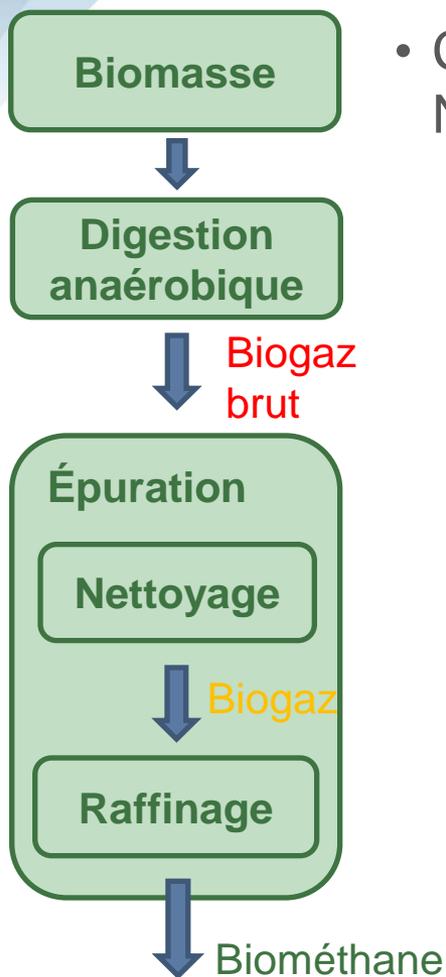
- Potentiel théorique ultime de 1 Gm³/an de biométhane²
- À court terme, environ 10 % atteignables, donc environ 2 % de la consommation de gaz naturel au Québec



Potentiel théorique de production de biométhane en fonction de la source de biomasse au Québec² (méthanisation seulement)

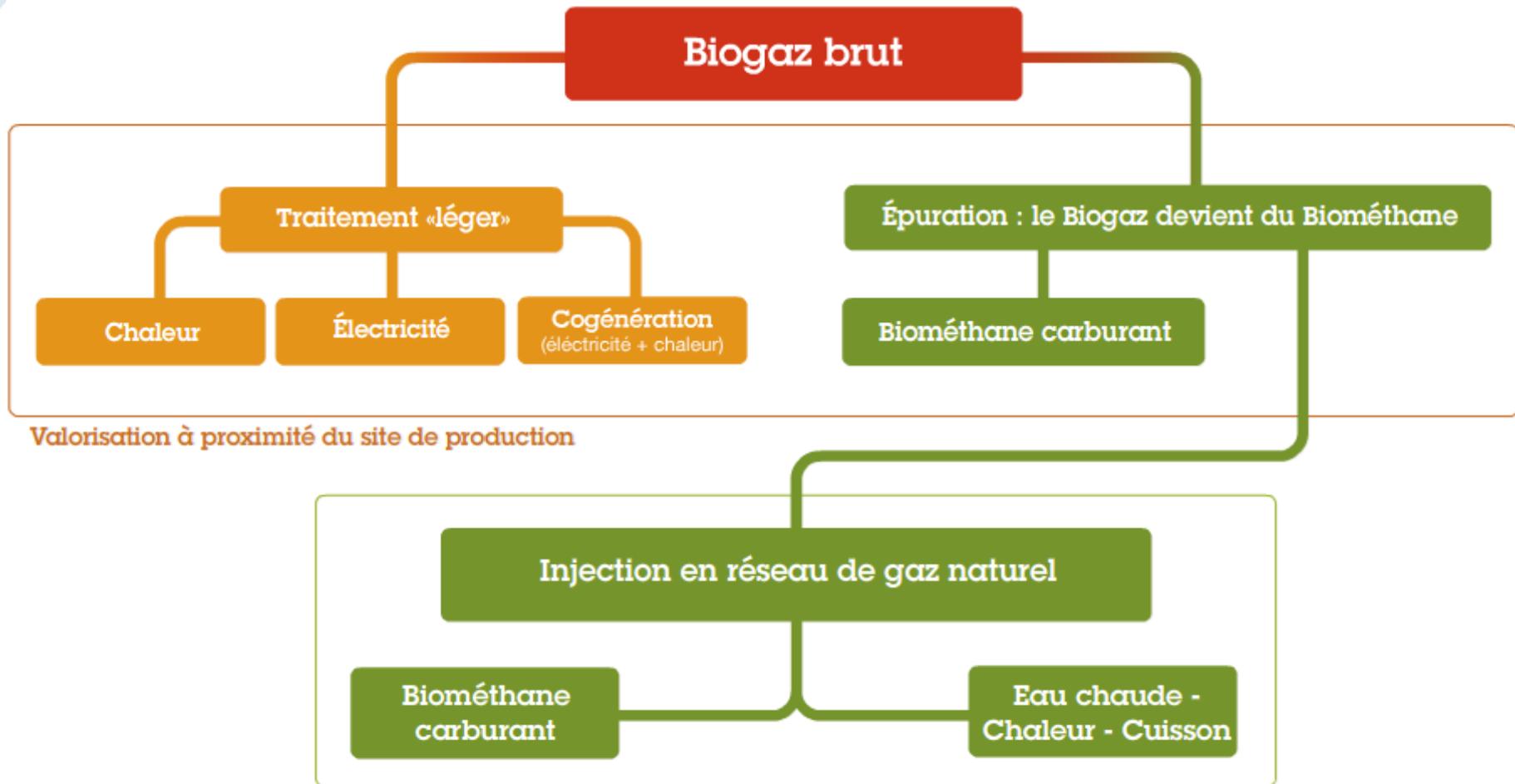
L'ÉPURATION DU BIOGAZ EN BIOMÉTHANE

- Plus des 2/3 du coût de production pour l'épuration
- Composition biogaz brut : CH₄ (50-75 %), CO₂ (25-45 %), H₂O, N₂, H₂S, NH₃, SO₂, CO, COV, composés halogénés, siloxanes, ...
 - **Nettoyage**: retirer les contaminants autre que le CO₂
 - **Raffinage**: retirer le CO₂ pour concentrer en méthane



	Qualité du biométhane	Pertes en CH ₄	Pré-traitement H ₂ S requis	Facilité opératoire	Maturité	Taille des équipements
Absorption physique – Lavage à l'eau	> 97 % CH ₄	Modérée	Non	Facile	Mature	Elevée
Absorption physique – solvant organique	> 97 % CH ₄	Modérée	Non	Facile	Mature	Elevée
Absorption chimique – Lavage aux amines	> 99 % CH ₄	Faible	Requis	Modérée	Mature	Elevée
« Pressure Swing Adsorption »	95 – 98 % CH ₄	Elevée	Requis	Complexe	Mature	Elevée
Séparation membranaire	> 96 % CH ₄	Elevée	Requis	Facile	Mature	Réduite
Epuration cryogénique	90 – 98 % CH ₄	Modérée	Requis	Complexe	Non mature	Modérée

BIOGAZ ET BIOMÉTHANE, DES VALORISATIONS DIFFÉRENTES



Valorisation à proximité du site de production

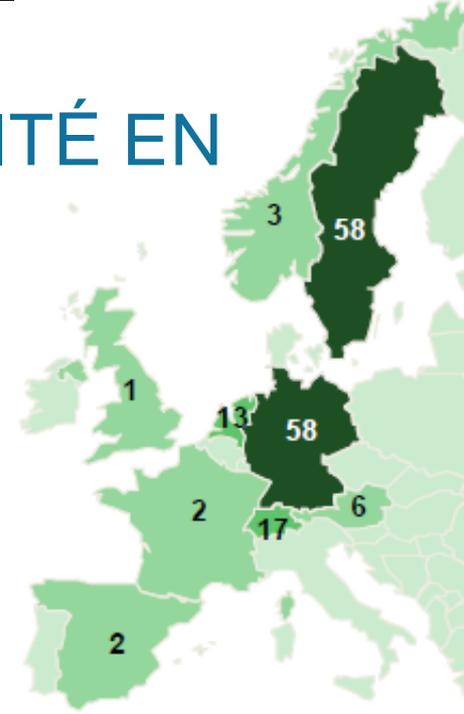
Valorisation en dehors du site de production :
lorsque le besoin de chaleur ou de carburant est distant de l'unité de production

LE BIOMÉTHANE, UNE RÉALITÉ EN EUROPE

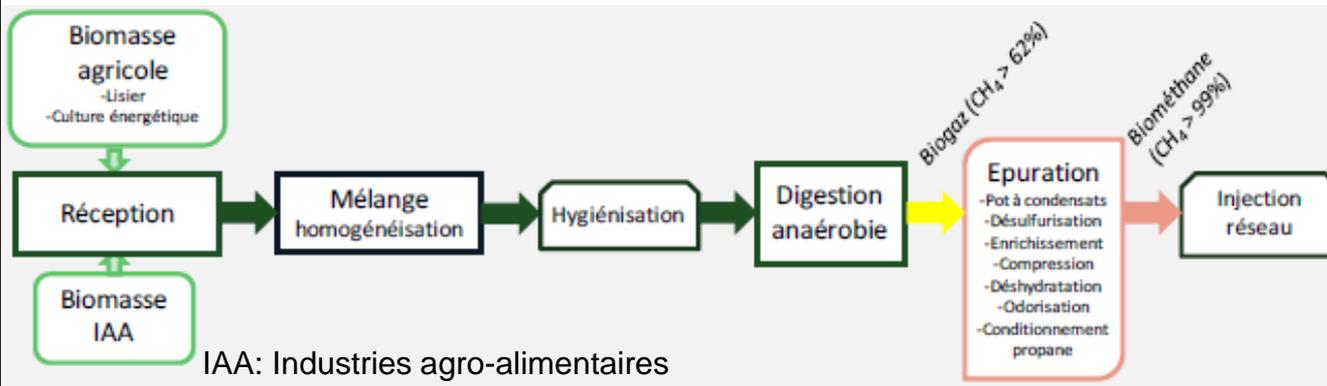
80 % des installations en Suède et en Allemagne
(sur 160 unités de 755 Nm³/h en moyenne)

L'injection en réseau à Falkenberg (depuis 2009)

- Intrants: contrats d'approvisionnement avec agriculteurs dans un rayon de 200 km (120 000 t/an)
- Production optimale environ 650 Nm³/h
- Méthanisation humide mésophile (35-37°C) en 2 étapes
- Épuration par lavage aux amines
- Injection dans réseau de distribution (E.ON) à 6 kms du site



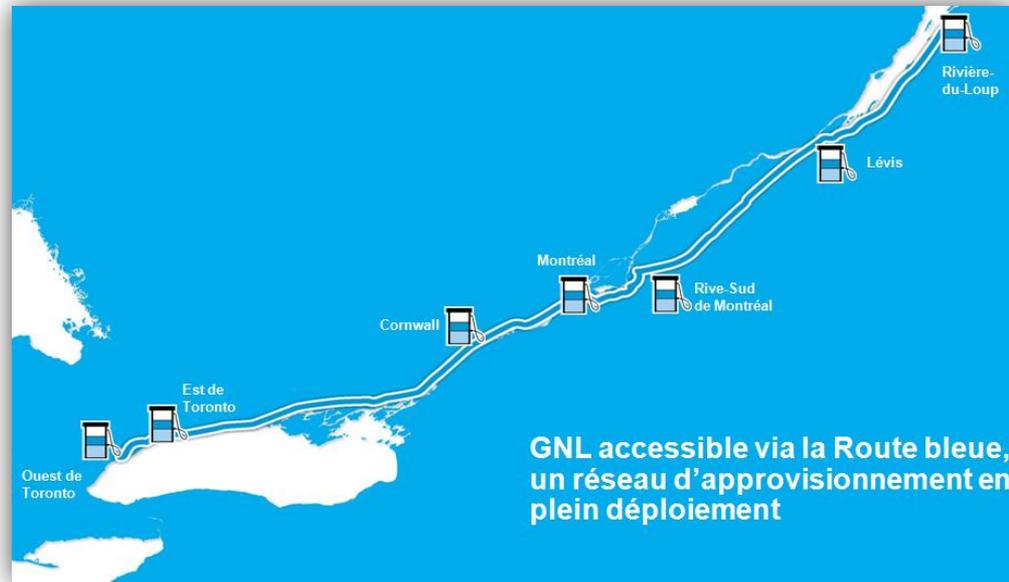
Source: enea consulting - 2012



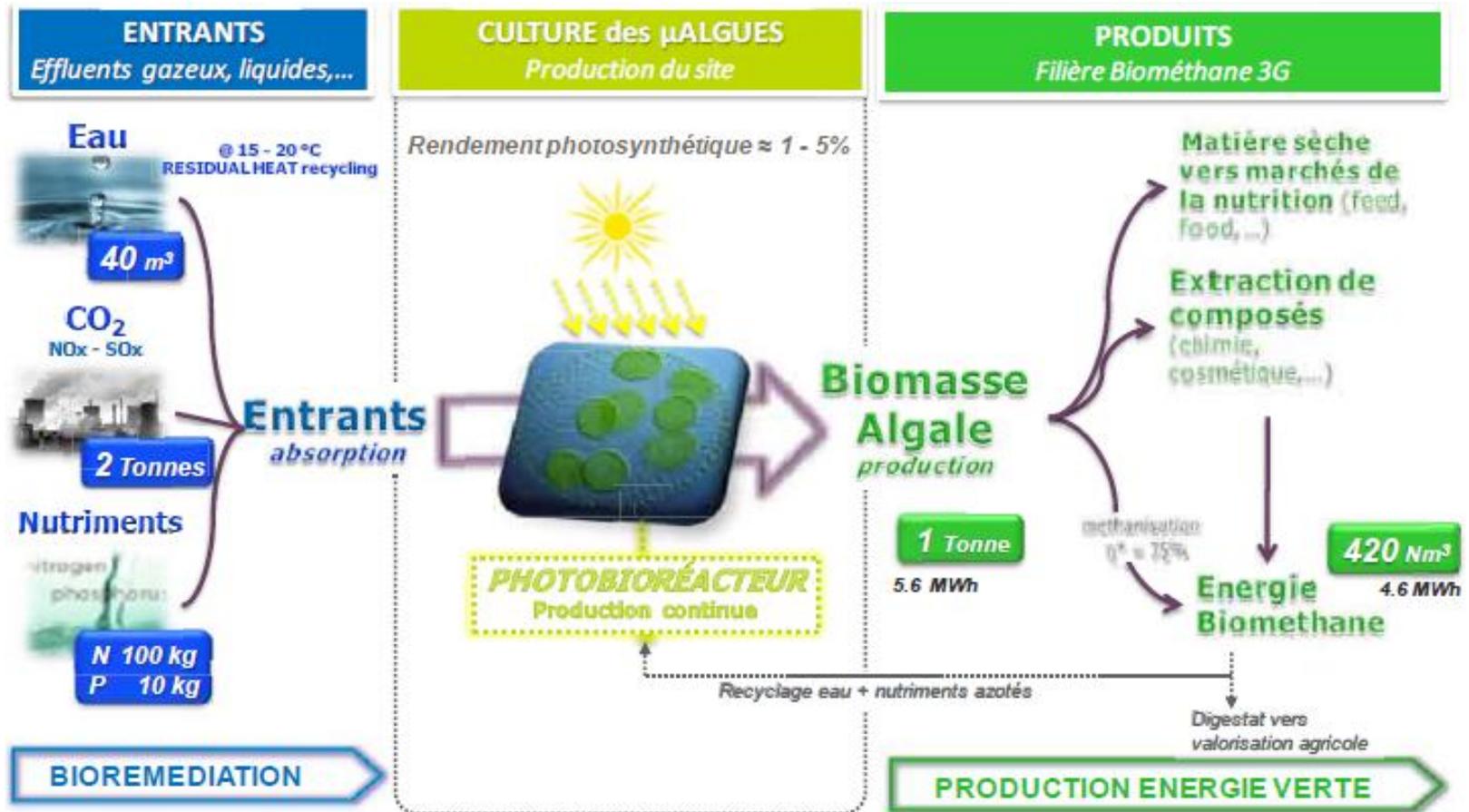
PRODUCTION DE BIOMÉTHANE LIQUÉFIÉ À RIVIÈRE-DU-LOUP

- Projet en cours de la SÉMER en collaboration avec Gaz Métro Solutions Transport
- Usine de biométhanisation + Épuration + Liquéfaction
- Implantation sur site d'enfouissement technique
- Intrants
 - matières organiques triées à la source (MOTS),
 - résidus organiques provenant des commerces et institutions,
 - boues des systèmes de traitement des eaux d'abattoirs
- Valorisation du Biométhane liquéfié comme carburant pour transport lourd via une station de ravitaillement Intégrée à la Route Bleue

Source: Société d'économie mixte d'énergie renouvelable de la région de Rivière-du-loup et Gaz Métro Solutions Transport



ZOOM SUR LE BIOMÉTHANE DE MICRO ALGUES



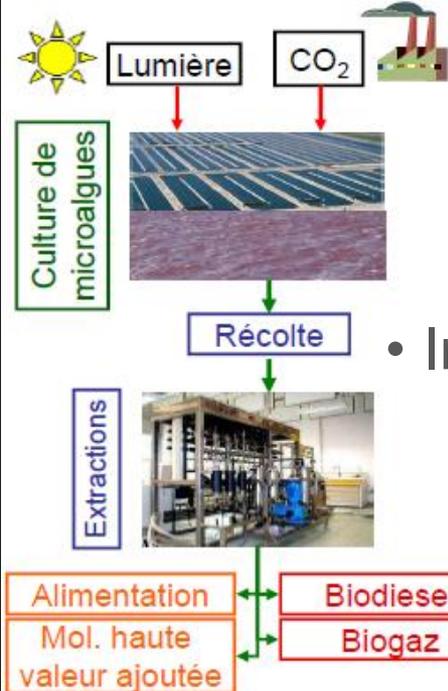
SALINALGUE, POUR LA PRODUCTION DE BIOÉNERGIES ET BIOPRODUITS

- Plus gros projet européen : 10 millions \$, 13 partenaires universitaires et industriels, porté par GDFSUEZ
- Production industrielle sur 6 000 ha dans le Sud de la France
- Deux phases avant le déploiement industriel:
 - 2011 - 2013 : Programme R&D
 - 2013 - 2015 : Démonstration sur 10 ha
- Objectifs:

- Maîtriser une culture de microalgues à très grande échelle,
- Développer des procédés de récolte et de concentration de la pâte algale respectueux de l'environnement,
- Valoriser tous les composés de la biomasse : Concept de bioraffinerie

Innovations:

- Microalgue choisie: *Dunaliella salina*
- Bioremédier du CO₂ industriel local



LA VALORISATION DE LA BIOMASSE PAR LA FILIÈRE GNR

Le GNR, de quoi parle-t-on ?

Plusieurs sources, plusieurs avenues, un seul vecteur d'énergie

Des potentiels différents pour différentes technologies

Aujourd'hui, la biométhanisation

Demain, la gazéification/méthanation

Comparaison avec les autres biocombustibles

Le concept de *Power-to-Gas*

Le GNR, une valorisation pertinente pour la biomasse

LA GAZÉFICATION, C'EST QUOI ?

Gazéification : conversion thermochimique de la biomasse en Syngaz (apport de chaleur, combiné à des réactions chimiques)

Collecte des intrants

Biomasse sèche - ligneuse

Forestière
(Résidus forestiers)
Municipale et ICI
(Déchets organiques)
Municipale – traitement
des eaux usées (Boues)
Agricole
(Fumiers, résidus de
culture)
Autres...

Gazéification

Séchage
(100 - 200°C)

Pyrolyse
(150 - 500°C)

Oxydation partielle
(1200 - 1500°C)

Gazéification
(800 - 1200°C)

Syngaz
brut

Cendres,
goudrons

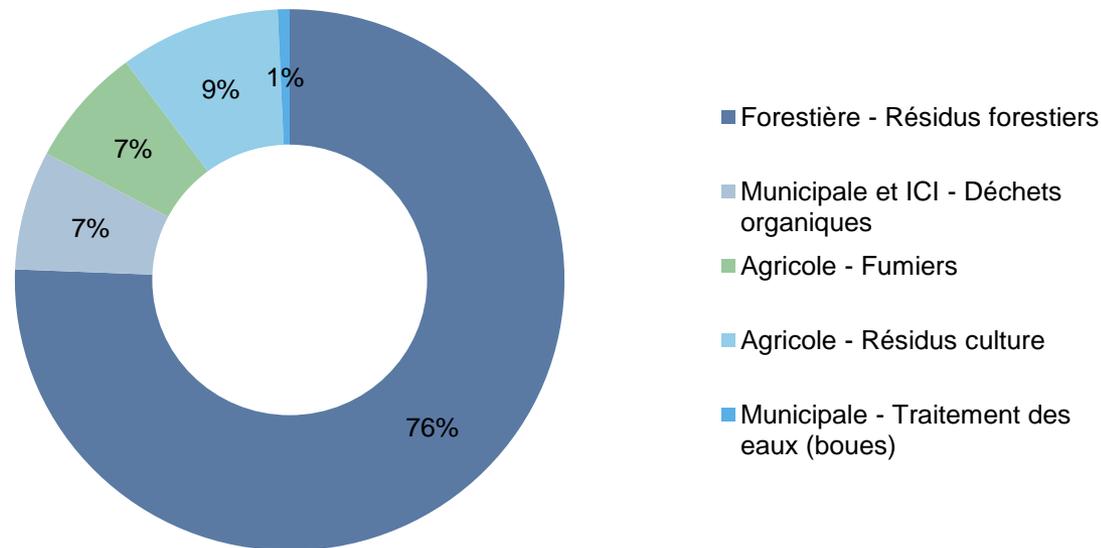
Valorisation

Nettoyage (**syngaz**)
Électricité ou cogénération,
chaleur

Méthanation + Raffinage
(**biométhane**)
Injection, carburant

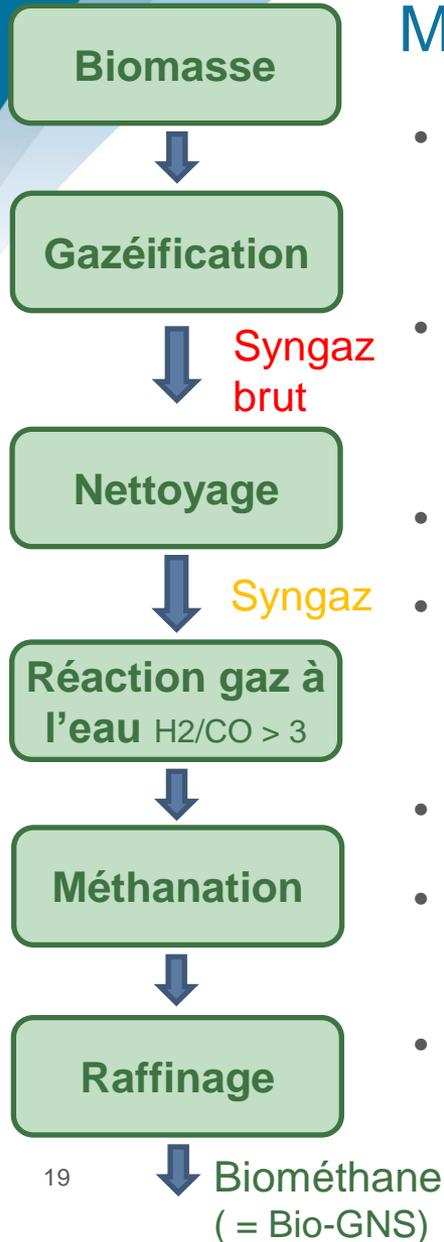
UNE RESSOURCE MAJORITAIREMENT COMPOSÉES DE RÉSIDUS FORESTIERS

- Potentiel théorique ultime de 6,5 Gm³/an de biométhane²
- À moyen terme : ?, (technologie en développement, concurrence avec autres filières, ...)



Potentiel théorique de production de biométhane en fonction de la source de biomasse au Québec² (gazéification seulement)

DIFFÉRENTES OPTIONS TECHNOLOGIQUES, MAIS DES ENJEUX ENCORE À RÉSOUDRE

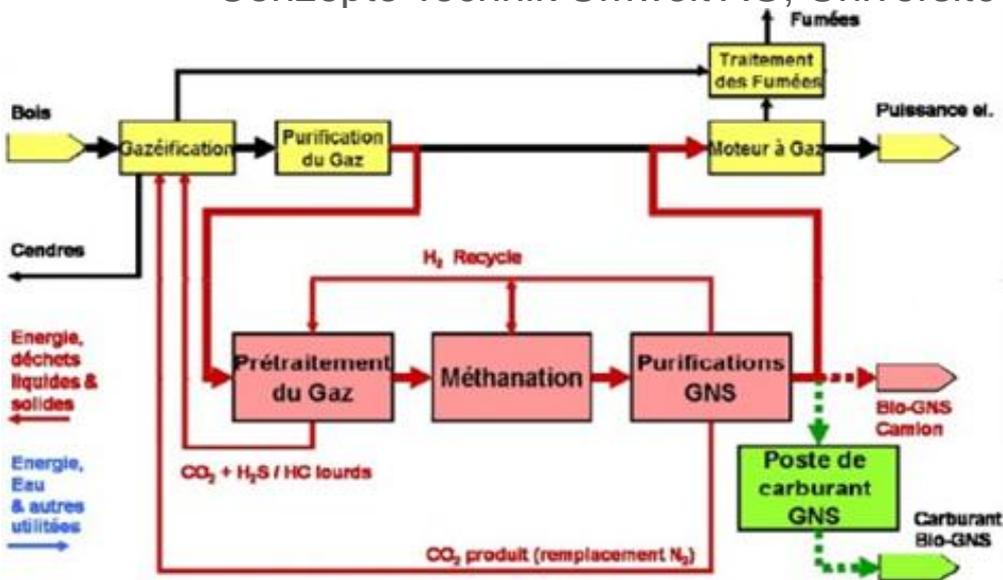


- Différents types de réacteur adaptés à différentes biomasses et applications (lit fixe co ou contre courant, lit fluidisé dense ou circulant, plasma, ..., agents de gazéification: air, O₂, vapeur,...)
- Composition du syngaz brut liée à la biomasse et au réacteur: H₂ (10-45%), CO (4-45%), CO₂ (10-40%), CH₄ (0-20%), N₂ (0-55%), H₂O (0-20%), O₂, goudrons, composés soufrés et azotés, métaux, acide chlorhydrique, cendres, etc.
- 1^{er} nettoyage pour enlever les indésirables
- Ratio idéal H₂/CO > 3 pour la méthanation du syngaz en biométhane (bio-GNS), souvent nécessité d'enrichissement préalable en H₂ par réaction de gaz à l'eau (réaction entre CO et H₂O)
- Méthanation: réaction entre CO et H₂ pour produire du CH₄ et H₂O
- Raffinage du biométhane pour retirer les composés non désirés restants (H₂, CO, H₂O, CO₂)
- Certaines technologies réalisent le tout en une seule étape appelée hydrométhanation

Procédé bluegas™ de la compagnie Great Point Energy (É.U.)

PRODUCTION DE BIOMÉTHANE À PARTIR DE BOIS À GÜSSING

- Installation pilote de gazéification de copeaux de bois à la vapeur de 8 MW (côté combustible), depuis 2002
- Plusieurs valorisations du Syngaz possibles :
 - Cogénération (2 MW_{élec} et 4,5 MW_{th})
 - Production de biométhane (Bio-GNS) (1 MW), depuis 2008
- Création du consortium helvético-autrichien « Méthane issu du bois » pour valoriser les résultats de recherche (REPOTEC, Institut Paul Scherrer, Conzepte Technik Umwelt AG, Université de Vienne)



LA VALORISATION DE LA BIOMASSE PAR LA FILIÈRE GNR

Le GNR, de quoi parle-t-on ?

Plusieurs sources, plusieurs avenues, un seul vecteur d'énergie

Des potentiels différents pour différentes technologies

Aujourd'hui, la biométhanisation

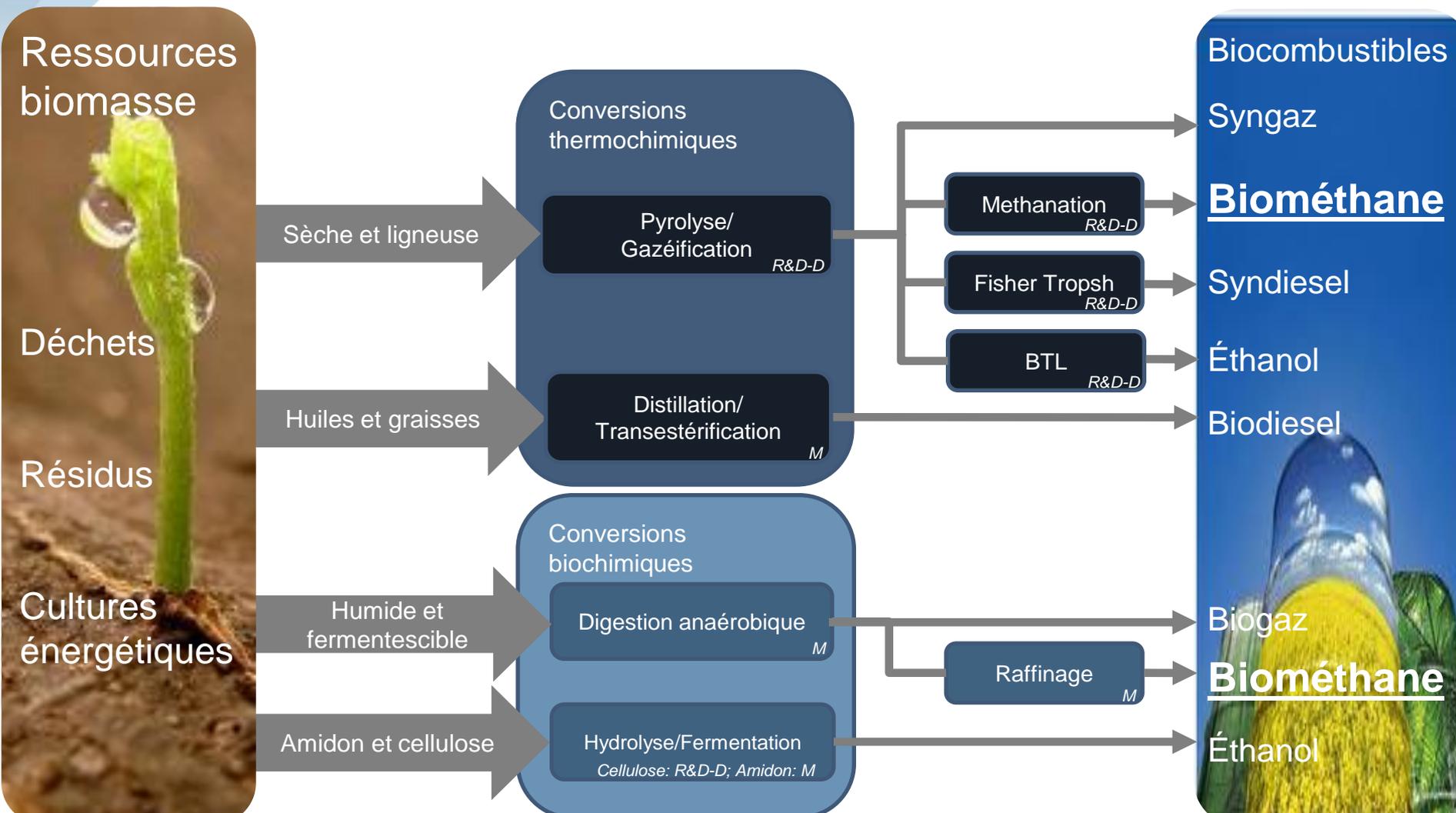
Demain, la gazéification/méthanation

Comparaison avec les autres biocombustibles

Le concept de Power-to-Gas

Le GNR, une valorisation pertinente pour la biomasse

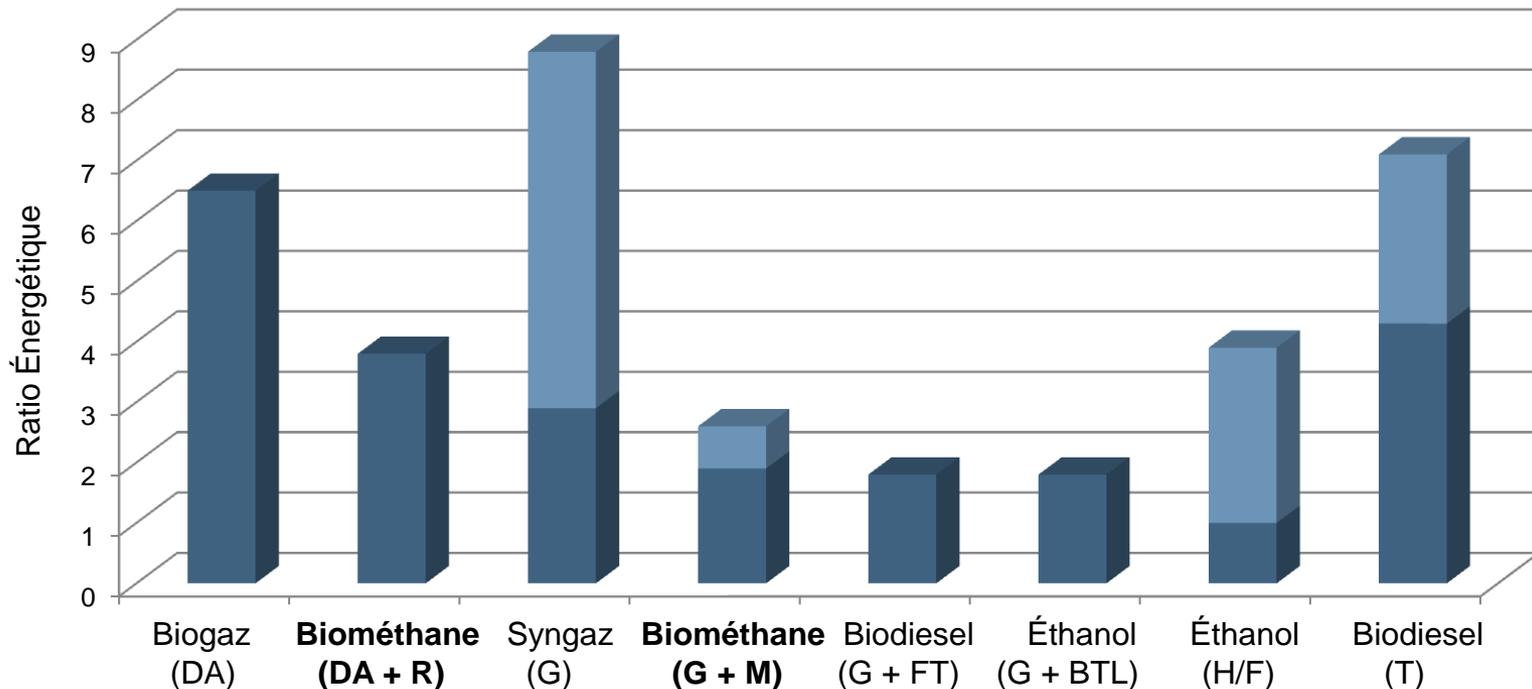
DIFFÉRENTS PROCÉDÉS POUR DE NOMBREUX BIOCOMBUSTIBLES



RATIO ÉNERGÉTIQUE (RÉ)

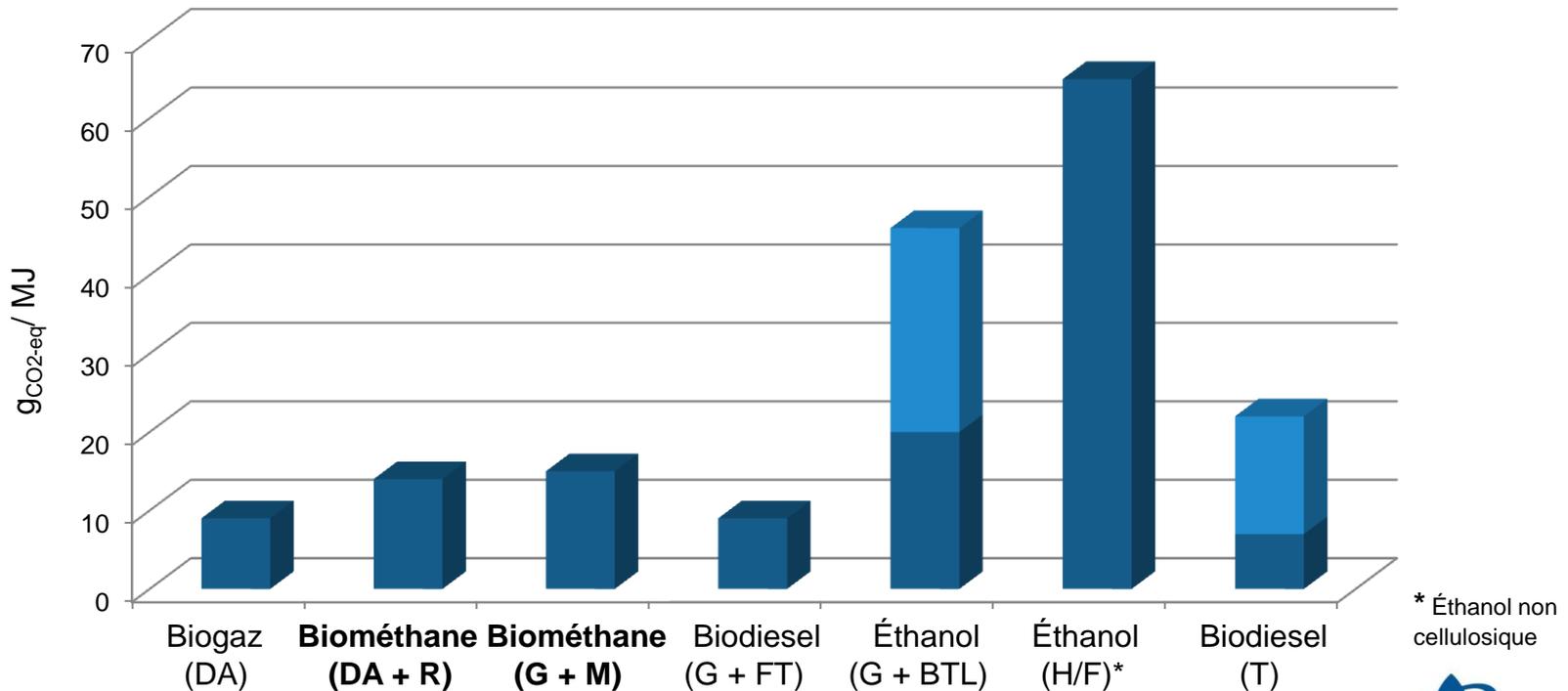
RÉ = énergie d'une unité de biocombustible produite sur la quantité d'énergie requise pour sa production

Wulfinghoff Energy Services (WES) (Maryland, É.U.) recommande un RÉ > 3 voire 5



ÉMISSIONS DE GES « EN ACV »

Émissions engendrées par la production du biocombustible, de la récolte et/ou la collecte de la biomasse à la production du biocombustible (attention aux divergences d'hypothèses entre Analyses du Cycle de Vie)



LA VALORISATION DE LA BIOMASSE PAR LA FILIÈRE GNR

Le GNR, de quoi parle-t-on ?

Plusieurs sources, plusieurs avenues, un seul vecteur d'énergie

Des potentiels différents pour différentes technologies

Aujourd'hui, la biométhanisation

Demain, la gazéification/méthanation

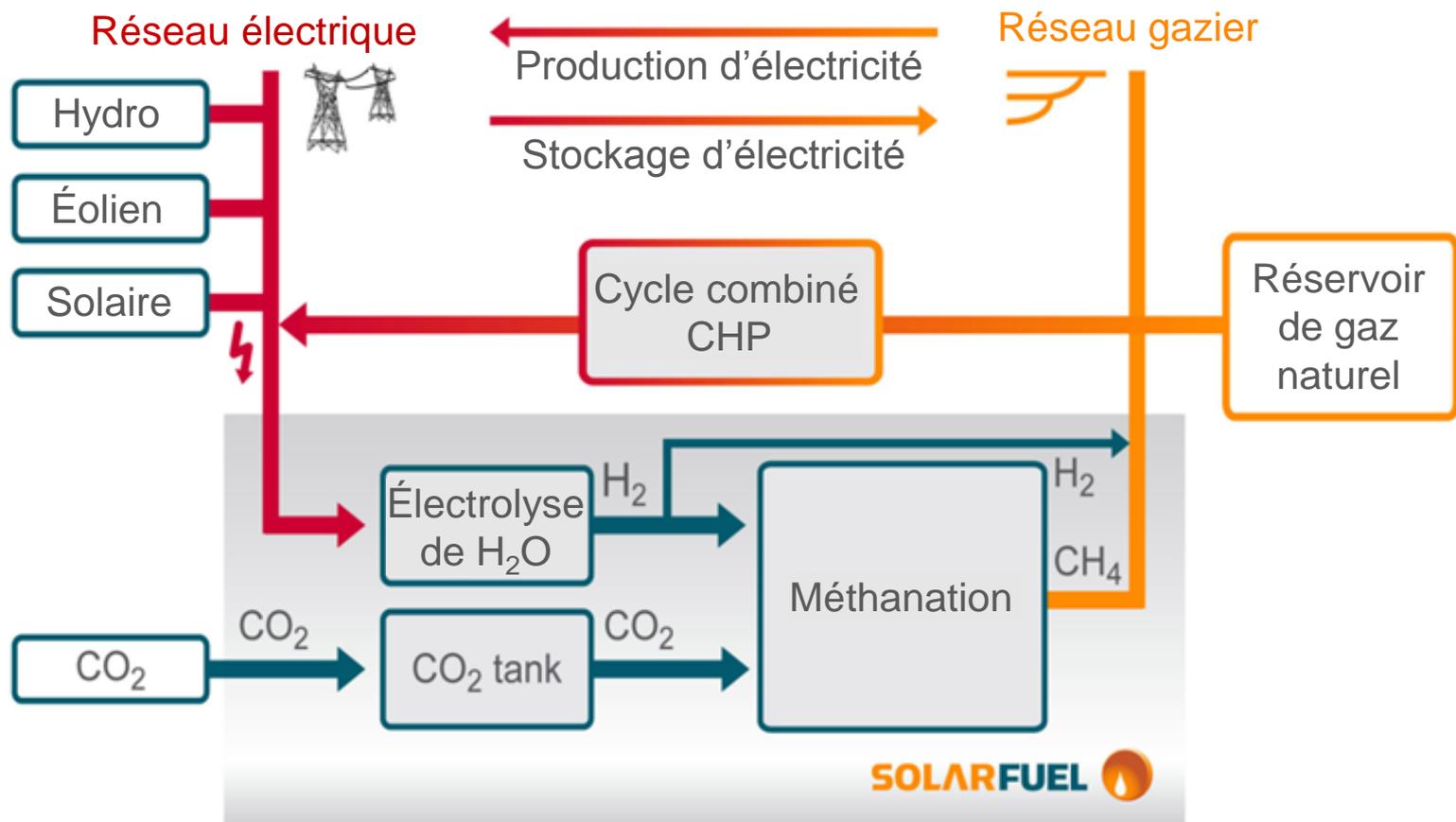
Comparaison avec les autres biocombustibles

Le concept de Power-to-Gas

Le GNR, une valorisation pertinente pour la biomasse

LE CONCEPT DE « POWER-TO-GAS »

Transformer des surplus d'électricité renouvelable en gaz vert par l'électrolyse de l'eau et la méthanation du CO₂ puis l'injecter dans le réseau gazier (production en déphasage avec la demande d'électricité)



LE « E-GAS PROJECT » DE AUDI



Audi

Wind Energy

Renewable energy generated by land and off-shore wind parks.



Power Network

Renewable energy for immediate use.



e-gas Supply

Renewable energy available at any time for any purpose.



H₂ Extraction

Electrolysis separates water into dioxygen and hydrogen.



Generation of e-gas

Methanation joins hydrogen and carbon dioxide into water and e-gas.



e-gas Station

A vast growing number of e-gas stations supplies e-gas driven cars.



- Installation de 6 MW à Werlte en Allemagne
- Lancement courant 2013
- Injection de 1,4 millions m³/an biométhane dans le réseau gazier
- Captation de 2 800 t_{CO2}/an d'une usine de biométhanisation de déchets
- Fourniture de carburant pour 1 500 Audi A3 Sportback TCNG parcourant 15 000 km chacune (30 g_{CO2}/km)

LA VALORISATION DE LA BIOMASSE PAR LA FILIÈRE GNR

Le GNR, de quoi parle-t-on ?

Plusieurs sources, plusieurs avenues, un seul vecteur d'énergie

Des potentiels différents pour différentes technologies

Aujourd'hui, la biométhanisation

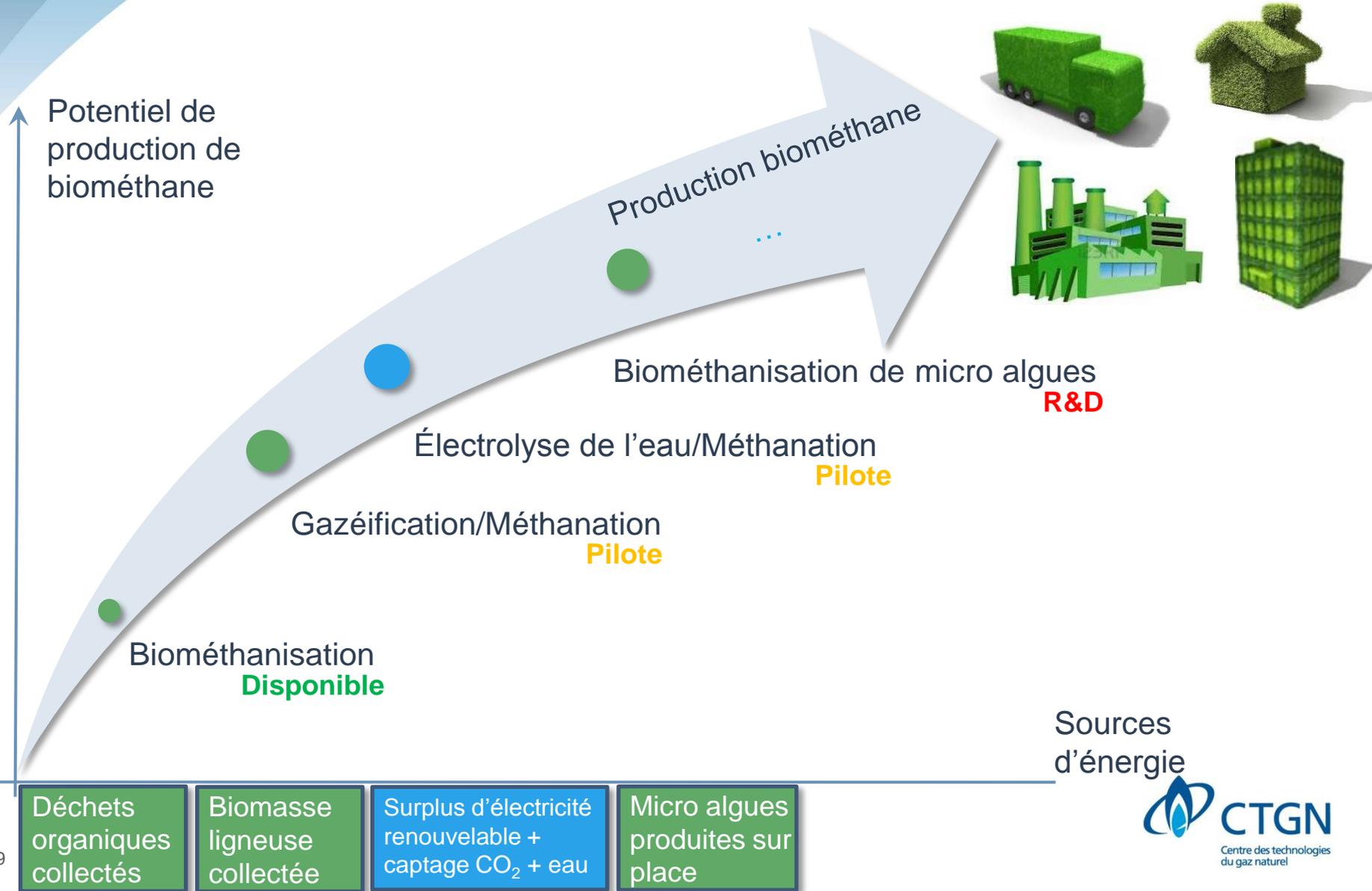
Demain, la gazéification/méthanation

Comparaison avec les autres biocombustibles

Le concept de *Power-to-Gas*

Le GNR, une valorisation pertinente pour la biomasse

LE BIOMÉTHANE : UNE SOLUTION PERTINENTE POUR LA VALORISATION DE LA BIOMASSE



LE GNR*, UNE DES SOLUTIONS À ENVISAGER POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS GOUVERNEMENTAUX

*Gaz Naturel Renouvelable

Le gaz naturel renouvelable, une énergie propre (moins émettrice de GES) de choix car s'utilise :

- ✓ en remplacement d'énergies fossiles fortement émettrices pour différents usages,
(diesel pour le transport, mazout lourd pour le chauffage ou l'industrie)
 - ✓ dans des systèmes matures et performants,
(les mêmes que le gaz naturel)
- ... tout en provenant de matières résiduelles.
(déchets à traiter)