



"crigen

Centre de Recherche et Innovation
Gaz et Energies Nouvelles

GDF SUEZ

ÊTRE UTILE AUX HOMMES

De la biomasse solide aux biocarburants gazeux : la voie thermochimique

Marc PERRIN (chef de programme R&D)
Olivier Guerrini
Guillaume Peureux
Bernard Marchand
Yilmaz Kara

DIRECTION RECHERCHE & INNOVATION

- **Les types de biomasse**
- **Les applications de la gazéification**
- **La vision du biométhane 2G**
- **Quelques résultats**
- **Conclusions**



GDF SUEZ

ÊTRE UTILE AUX HOMMES



"crigen

Centre de Recherche et Innovation

Gaz et Energies Nouvelles

361 avenue du Président Wilson
93211 Saint-Denis La Plaine
France

Tel : +33 (0)1 44 22 00 00

DIRECTION RECHERCHE & INNOVATION

De l'économie linéaire à l'économie circulaire

1
Fonctionnement
des écosystèmes
naturels



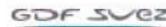
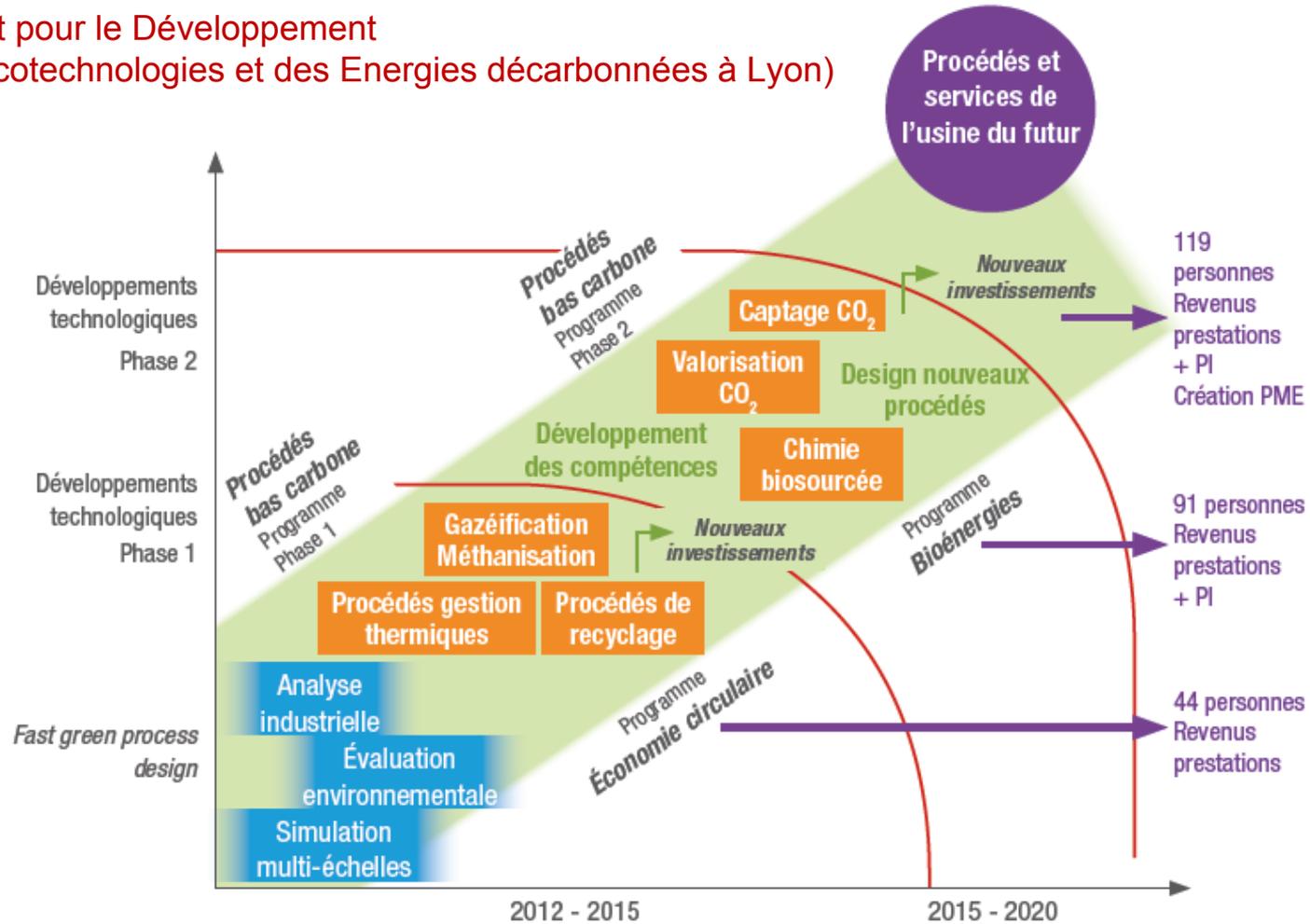
2
Fonctionnement
linéaire des
systèmes
industriels
classiques



3
Fonctionnement
circulaire des
systèmes
éco-industriels



Institut pour le Développement des Ecotechnologies et des Energies décarbonnées à Lyon)



Le CRIGEN est le **Centre de recherche et d'expertise opérationnel** du groupe GDF SUEZ dédié aux métiers du gaz, aux énergies nouvelles et aux technologies émergentes.

Notre **valeur ajoutée** réside dans l'innovation, la transformation des idées et des connaissances scientifiques en applications industrielles éprouvées ou en offres commerciales « différenciantes ».

Notre mission est de :

- ◆ **Créer de la valeur** chez nos clients par l'innovation technologique, l'expertise opérationnelle et la conception de nouveaux produits/services validés dans nos laboratoires et centres de calcul ,
- ◆ **Favoriser l'introduction de technologies émergentes** (nanotechnologies, gaz verts, technologies numériques, ...) dans les métiers du Groupe,
- ◆ **Concevoir, piloter et réaliser** des projets innovants visant la sécurité et la performance industrielle des infrastructures gazières, le développement d'offres et de services énergétiques pour les clients finaux.



3 principaux domaines

Performance opérationnelle, durabilité et
Sécurité industrielle, optimisation des
actifs et nouveaux projets industriels

Réseaux aciers et polyéthylène

Caractéristiques des gaz et métrologie

CSC

Chaine et infrastructures GNL

Comportement du GNL

Gaz non conventionnels

Stockage d'énergie

Produits, services et systèmes énergétiques,
Empreinte et performance environnementale

Eco-quartier et ville de demain

Performance énergétique des bâtiments,
mobilité durable

Efficacité énergétique dans l'industrie
Usine éco-conçue

Production de gaz renouvelable

Smart technologies

Solutions performantes gaz naturel

Innovation web, Architecture TIC, Outils de mobilité, Sécurité des SI Industriels, gestion des
données de référence



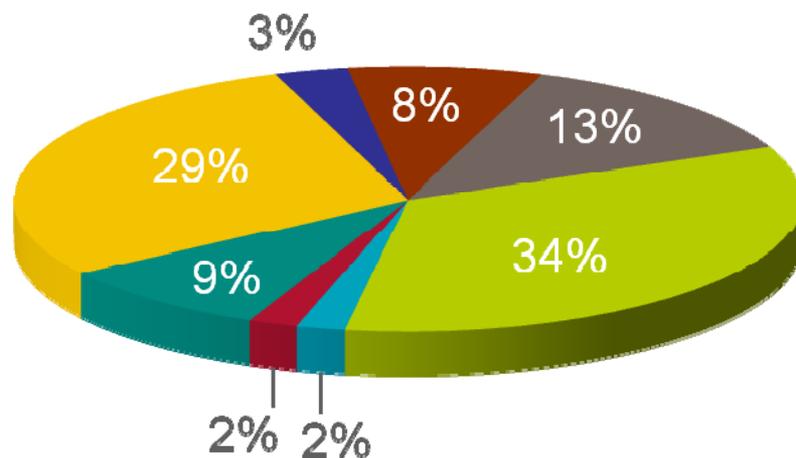
400
collaborateurs

15
laboratoires et
moyens d'essais

Portefeuille de
1200
brevets

1
centre de calcul HPC

Répartition par programme



- GNL, E&P, Stockage
- Réseaux de gaz
- Stockage d'énergie
- CSC
- Ville Durable et Nouvelles Filières Energétiques
- Résidentiel Tertiaire
- Gazéification Biomasse
- Clients Industriels



Les applications de la gazéification de la biomasse

"crigen

Digestion et gazéification : des gaz verts produits par 2 voies différentes à partir de biomasse différentes

Biomasse « humide » et non-ligneuse



Voie biologique
Faible à moyenne puissance (0,1-20 MW)
Basses températures (35 – 55 °C)
Digestion anaérobie (méthanisation)

Technologies matures
Chaleur
Cogénération

Biomasse « sèche » et ligneuse



Voie thermochimique
Faible à forte puissance (0,1-500 MW)
Hautes températures (700 to >1500 °C)

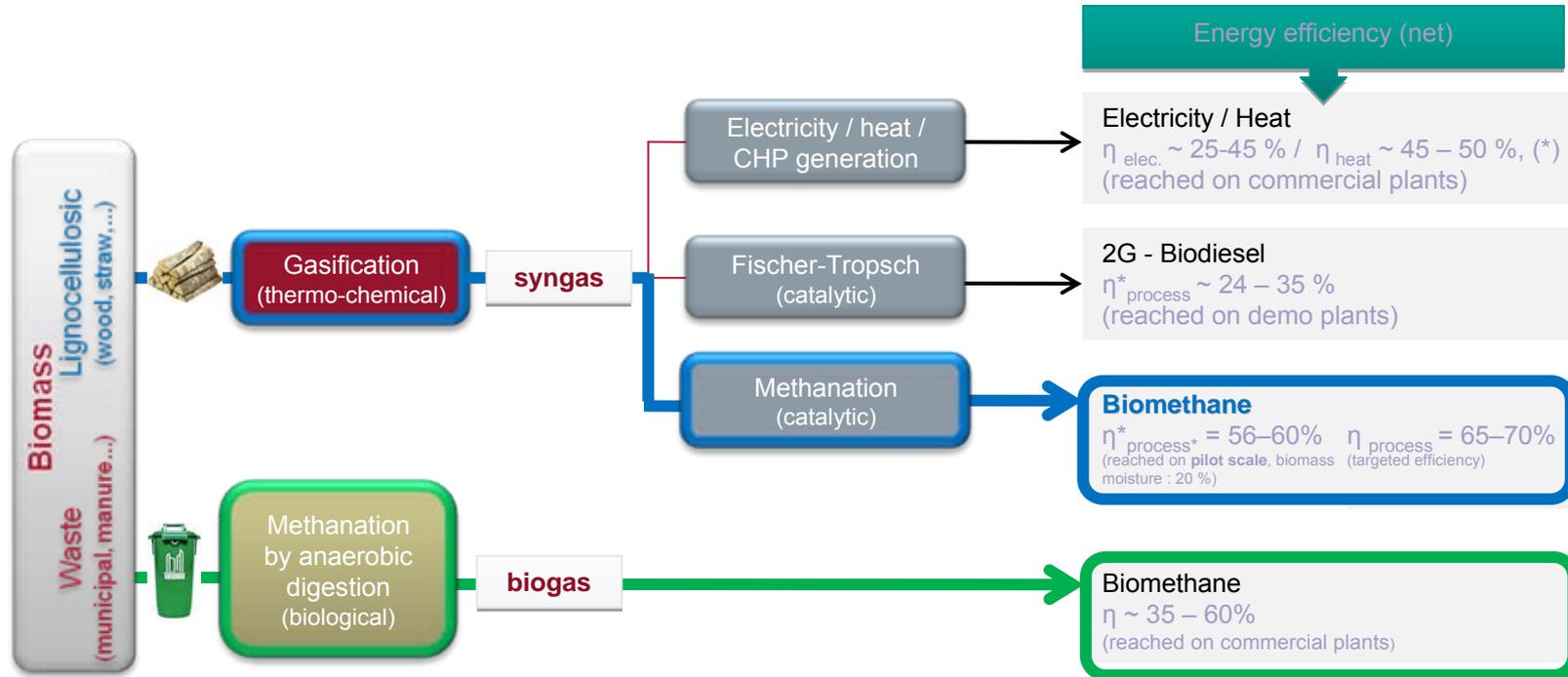
Combustion

Gasification

Technologies nouvelles :
Chaleur, Cogénération,
Gas Naturel de Synthèse

Biométhane

Different biomethane coming from Biomass

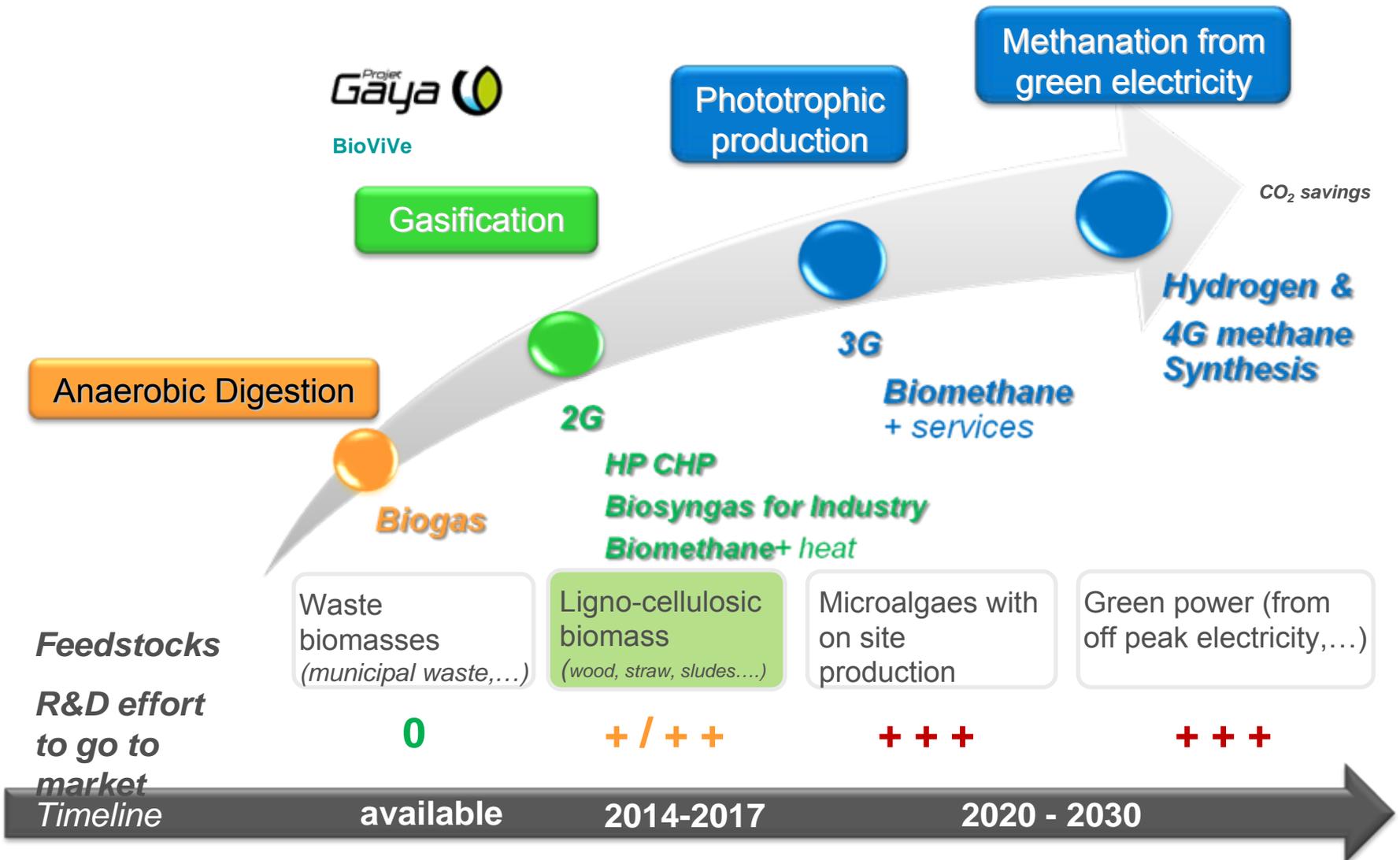


Key figures for Biomethane from gasification :

- Most efficient 2nd generation pathway
- 1T of wood could lead to ~210 Nm³ of biomethane
- 2nd generation pathway leads to a substitute of natural gas with a very high quality

Green gases: 4 generations of technologies

Complementary pathways targeting different resources





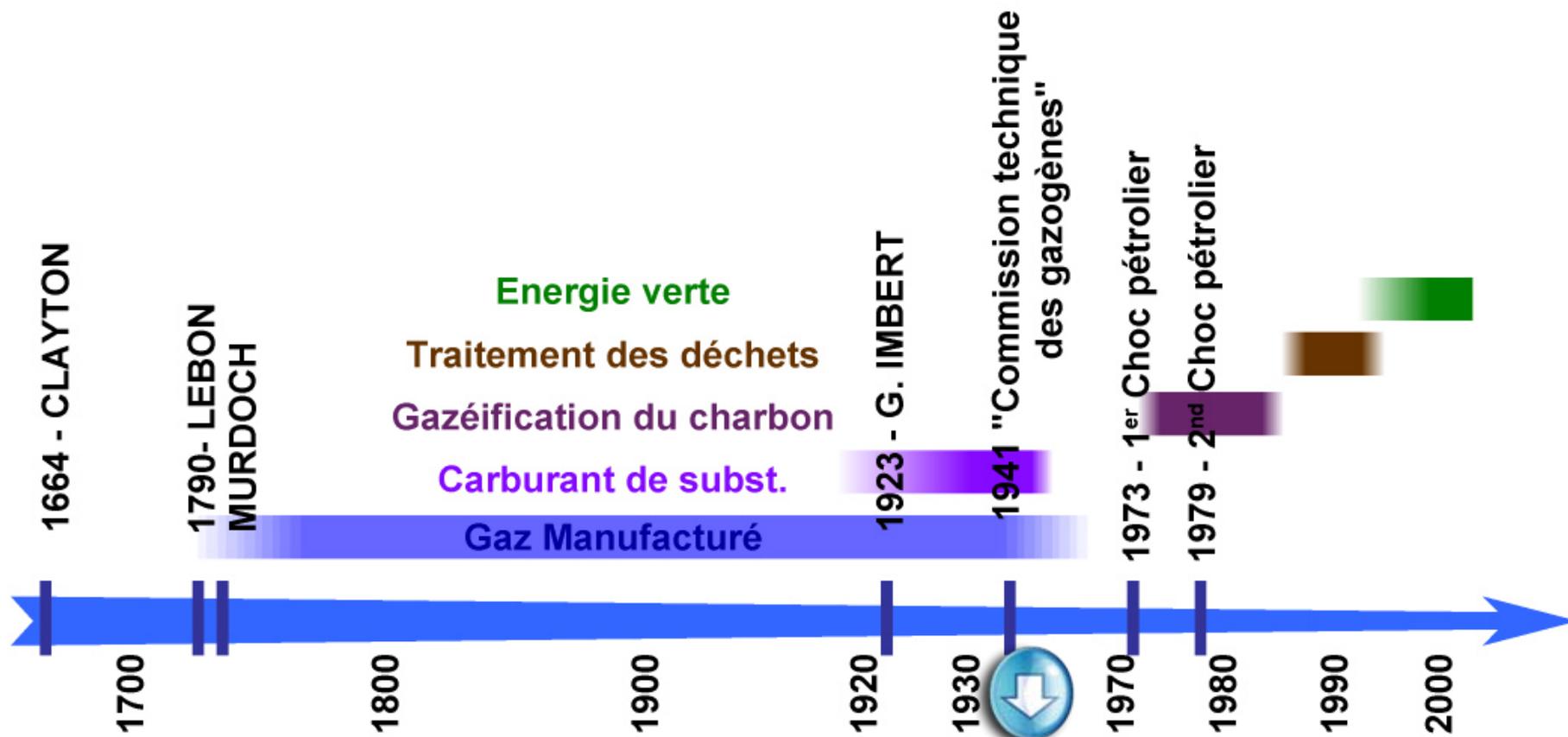
Principes de la gazéification

La gazéification, qu'est-ce ?

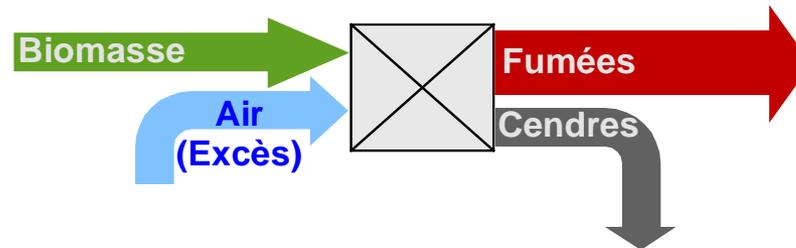
"crigen

LA GAZEIFICATION : QU'EST-CE ?

- **Historique rapide : Des technologies anciennes et novatrices**
- **Les principes**
- **Les technologies**

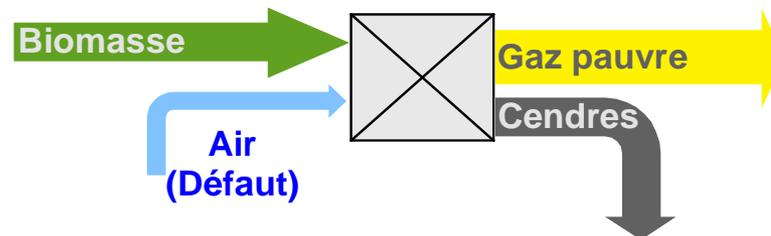


Combustion Totale



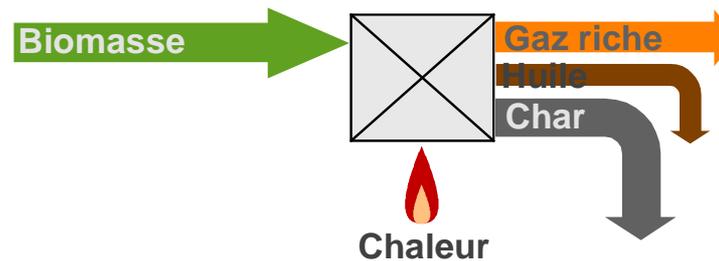
Gazéification

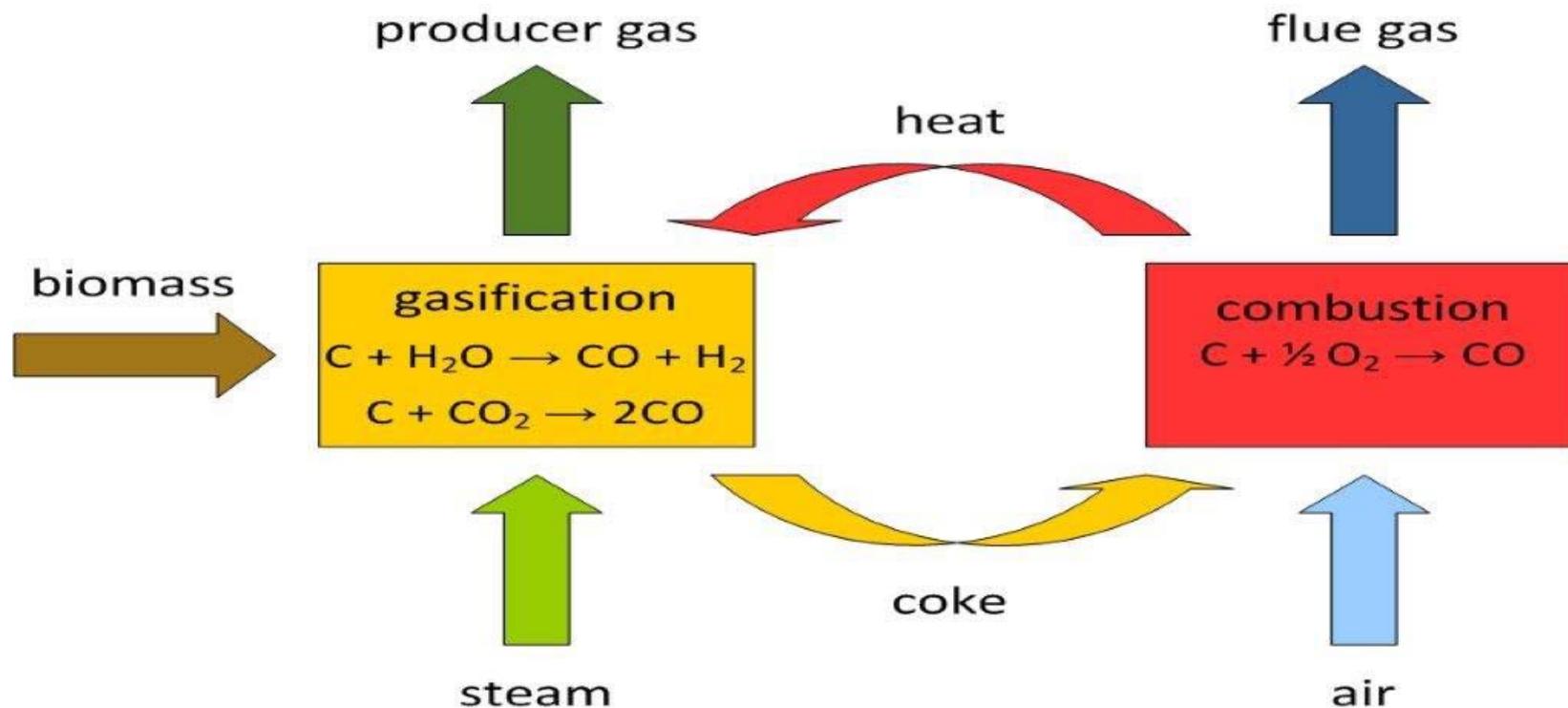
Combustion partielle des gaz et/ou char de pyrolyse

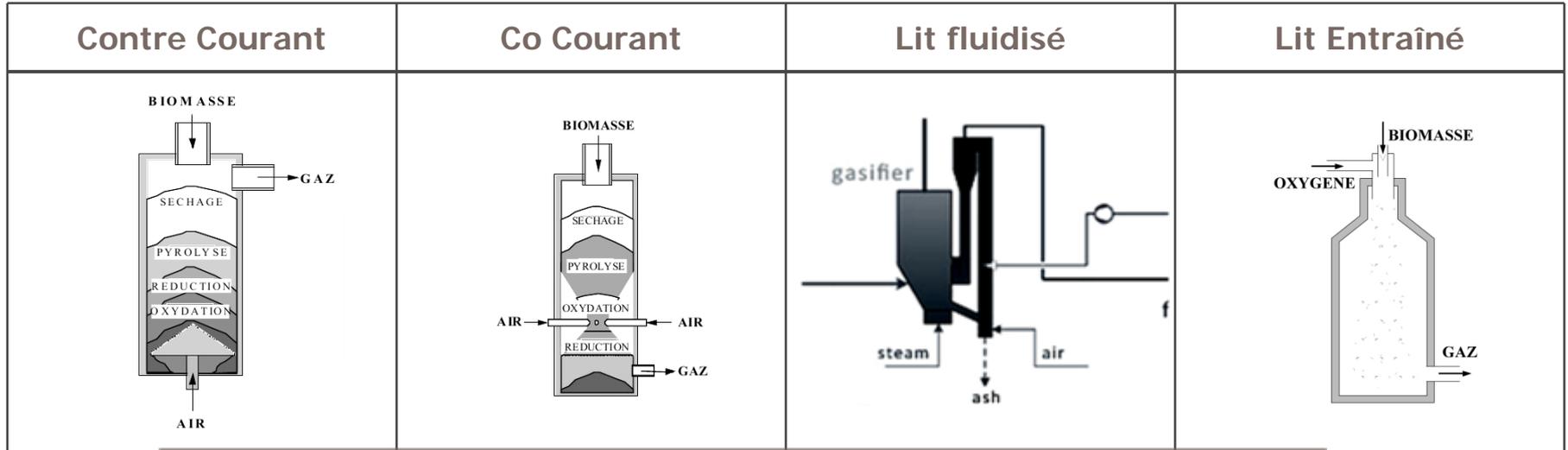


Pyrolyse

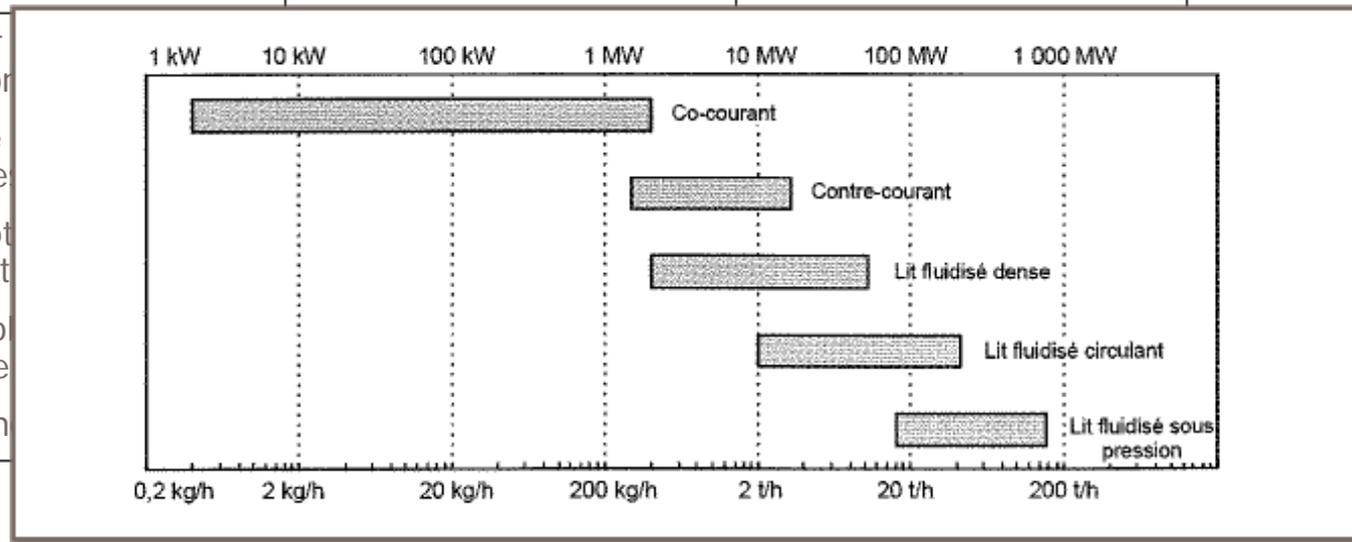
Chauffage en l'absence d'oxygène



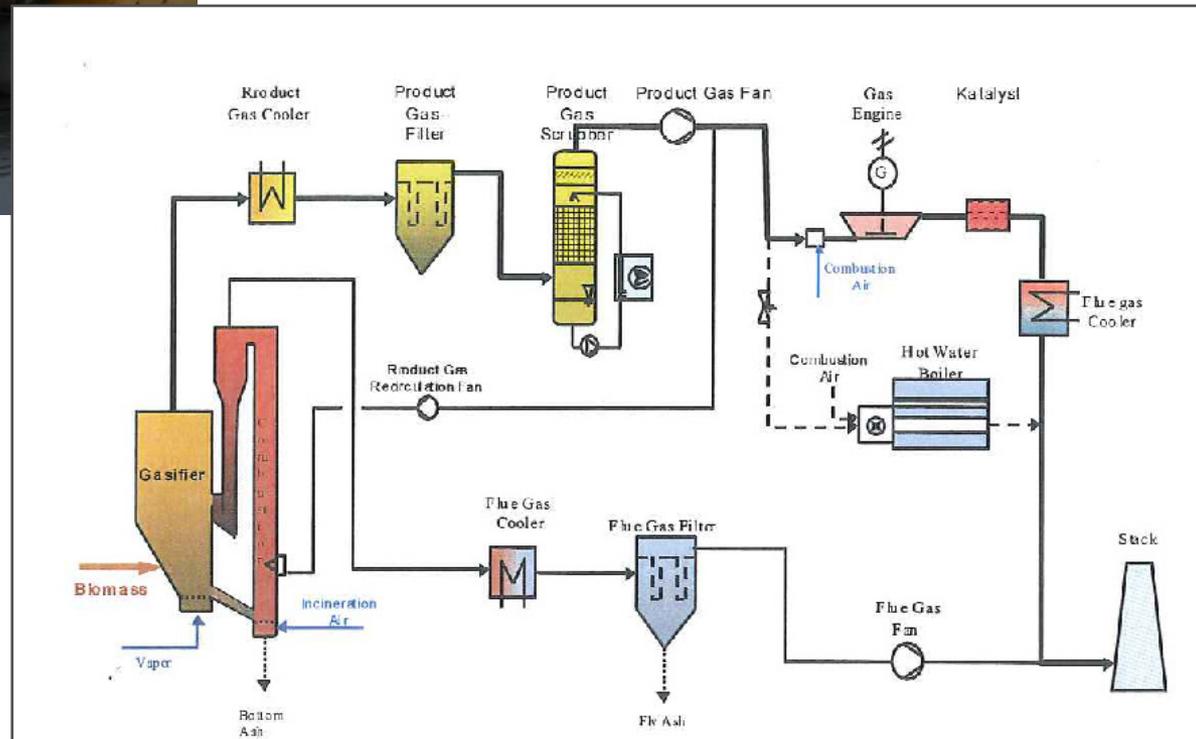




- Teneur goudron
- Adapté humide
- Inadapté product
- Techno robuste
- Puissan



ature > 1000 à
 e quasi totale de
 n
 orte teneur en
 ene
 stable broyé :
 es < qq 100µm
 ce > 100 MW



Pourquoi gazéifier la biomasse au lieu de la brûler ?

■ Cogénération

- Amélioration du rendement en électricité en comparaison des technologies conventionnelles (chaudière haute pression + turbine à vapeur : +30 % à +75 %) **sans altérer l'efficacité énergétique globale**
- Les productions de chaleur et d'électricité sont indépendantes

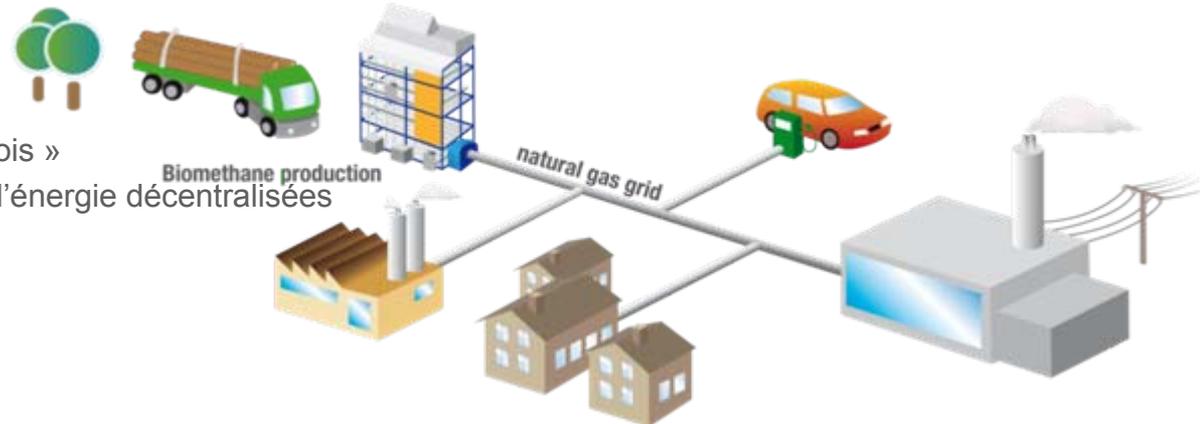


■ Utilisation directe en procédés industriels

- Solution d'énergie renouvelable pour chauffer directement en four industriel, en substitution du gaz naturel ou du fioul

■ Applications futures

- Produire du gaz naturel « à partir de bois »
- Concept d'installations de production d'énergie décentralisées
 - GNV
 - Gaz injecté dans le réseau
 - Electricité
 - Chaleur



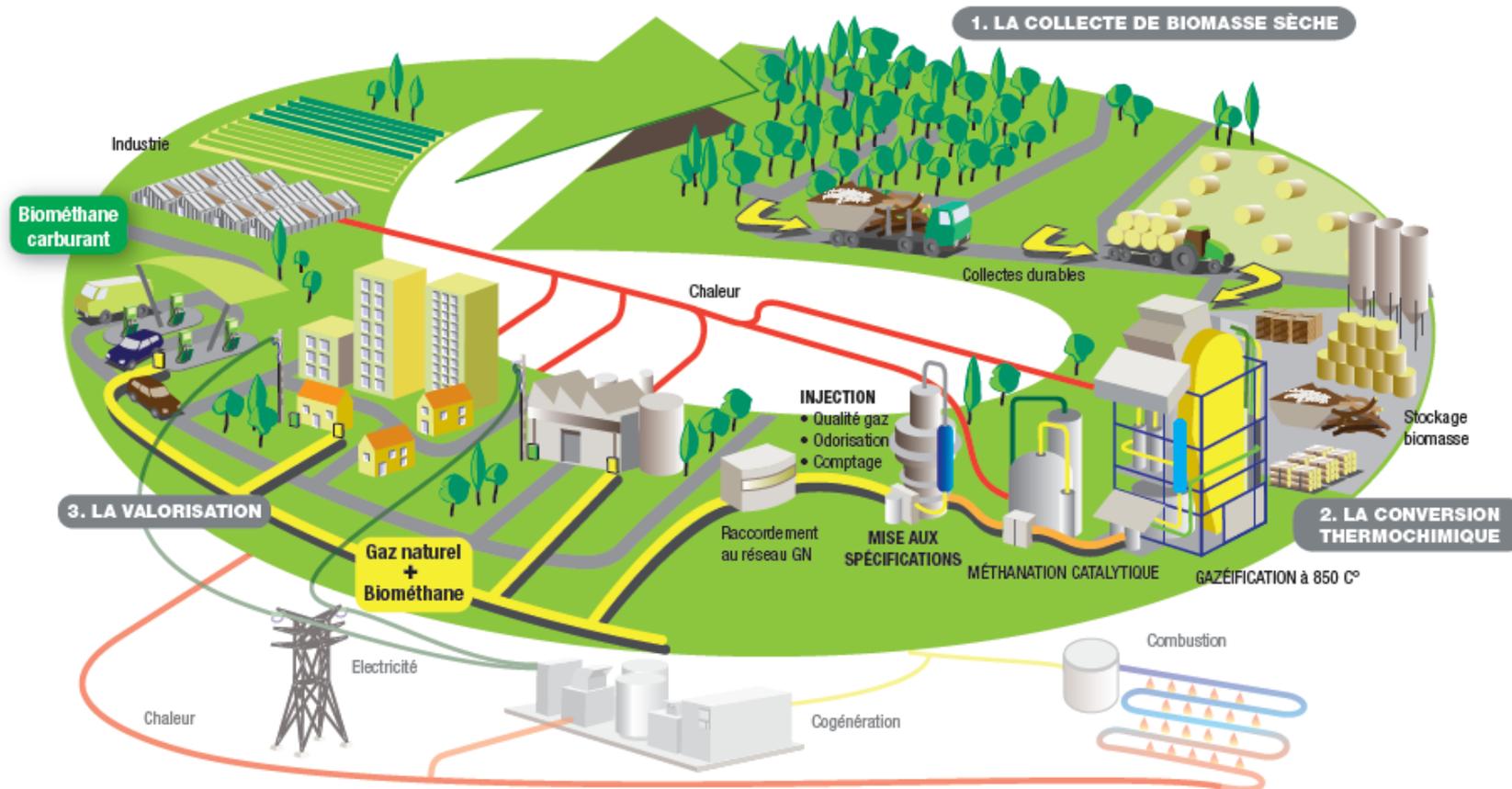


Vision du biométhane 2G

"crigen

Production décentralisée de biométhane 2G

Une filière durable avec un rayon d'approvisionnement court et une valorisation locale de la chaleur



- Capacité : 20 à 60 MW_{gaz}. - 100 - 300 kt biomasse / an aussi proche que possible de la ressource
- Une opportunité pour améliorer l'efficacité énergétique globale par valorisation de la chaleur exédentaire

Potentiel d'injection réseau

Un potentiel de 98% en France

Table 27: Area coverage with different width of catchment radii around the French gas transport grid

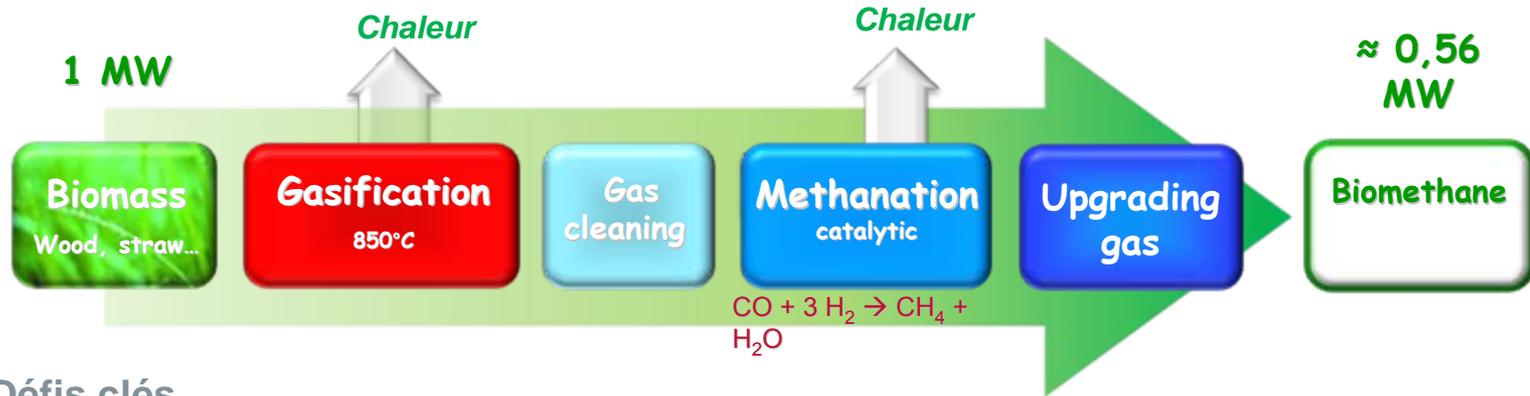
	length of delivered gas grid [km]	Area coverage with different catchment radii						
		2 km	5 km	10 km	25 km	50 km	75 km	100 km
Alsace	1 330	30%	62%	85%	100%	100%	100%	100%
Aquitaine	1 247	16%	37%	61%	94%	100%	100%	100%
Auvergne	1 197	10%	24%	45%	81%	99%	100%	100%
Bourgogne	868	14%	31%	55%	93%	100%	100%	100%
Bretagne	2 019	15%	37%	65%	99%	100%	100%	100%
Centre	835	19%	44%	74%	100%	100%	100%	100%
Champagne-Ardenne	1 117	19%	44%	74%	100%	100%	100%	100%
Franche-Comte	1 126	15%	32%	55%	94%	100%	100%	100%
Ile-de-France	1 673	39%	77%	98%	100%	100%	100%	100%
Languedoc-Roussillon	664	11%	26%	45%	75%	97%	100%	100%
Limousin	617	11%	26%	46%	87%	100%	100%	100%
Lorraine	1 709	26%	57%	88%	100%	100%	100%	100%
Midi-Pyrenees	1 085	12%	27%	49%	90%	100%	100%	100%
Nord-Pas-de-Calais	1 022	34%	70%	95%	100%	100%	100%	100%
Normandie-Basse	1 797	18%	42%	72%	99%	100%	100%	100%
Normandie-Haute	1 374	26%	56%	87%	100%	100%	100%	100%
Pays de la Loire	497	20%	46%	74%	100%	100%	100%	100%
Picardie	1 869	23%	51%	81%	100%	100%	100%	100%
Poitou-Charentes	694	15%	34%	60%	99%	100%	100%	100%
Provence-Alpes-Cote d'Azur	821	12%	28%	47%	74%	95%	100%	100%
Rhone-Alpes	1 041	16%	36%	60%	86%	100%	100%	100%
Overall Metropolitan France [excl. Corse]		17%	39%	64%	93%	99%	100%	100%
Overall Metropolitan France [incl. Monaco, Corse]	24 604							
		17%	38%	63%	91%	98%	98%	98%



Source : DBFZ – GDF SUEZ - 2009

La 2e génération de biomethane

Une voie très efficace



Défis clés

- Intégration énergétique et amélioration de l'efficacité
- Baisse du CAPEX et OPEX donc du coût de production du biomethane 2G
- Optimisation du procédé et diminution de l'impact environnemental
- Diminution de la consommation d'énergie primaire

PCI kW _i /Nm ³	10,8
Wi kW _i /Nm ³	14,3
Dr	0,61
[S] _T mg/Nm ³	<1

1 t bois*

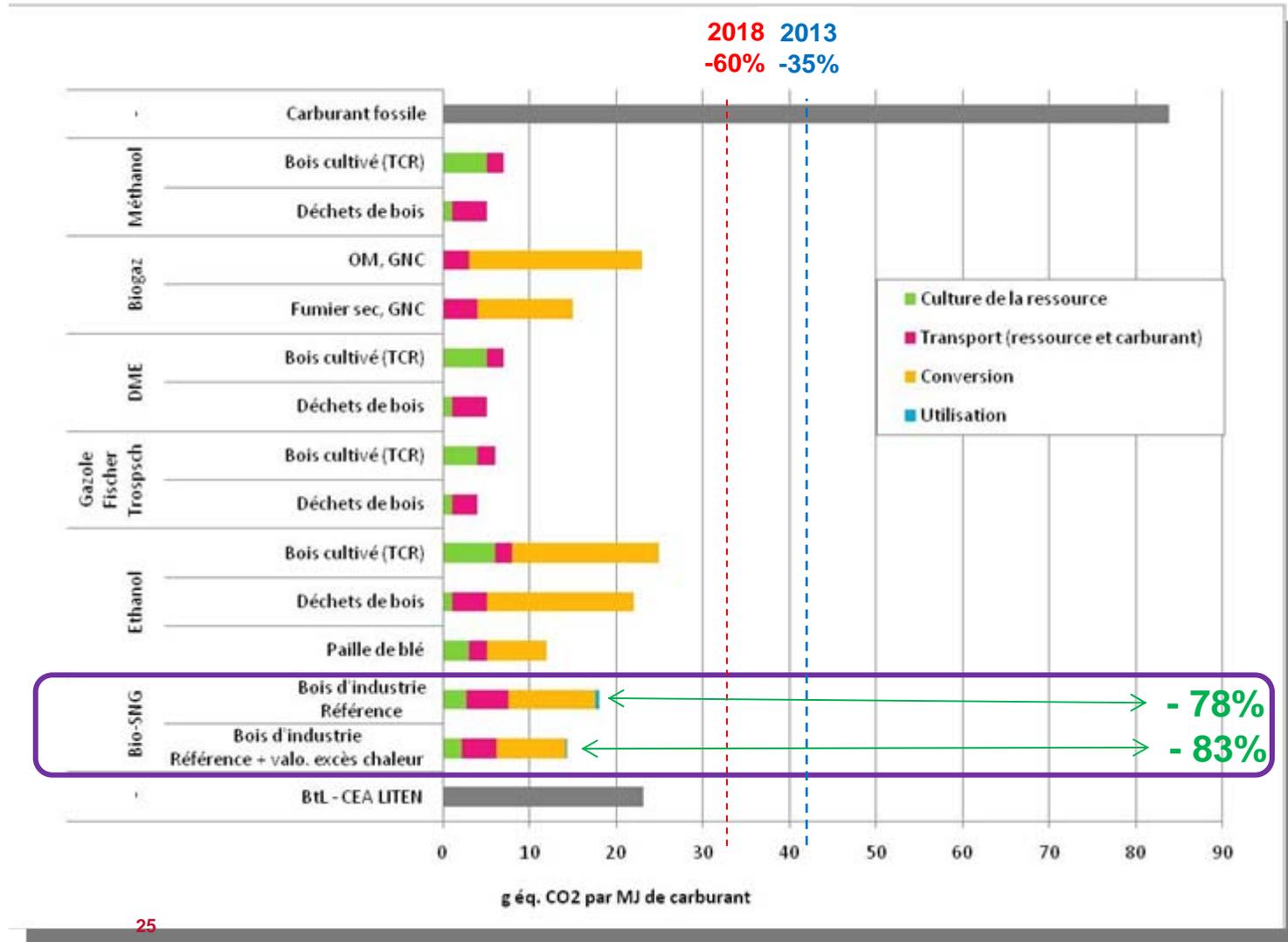


*3.5 KWh PCI/kg à 25 % d'humidité

210 m³
Gaz naturel vert

La Biométhane 2G par gazéification/méthanation de biomasse

Un bilan environnemental très positif



Données par défaut : Directive 2009/28/CE

Résultats GAYA
Projet ANR VeGaz

- ❑ Projet développé par la régie municipale de l'énergie de Göteborg (Suède)

- ❑ Vision centralisée
 - ❑ Unité pilote de 20 MW
 - ❑ Unité industrielle de 100 MW

- ❑ Technologie existante
 - ❑ Gazéification : REPOTEC version actuelle
 - ❑ Méthanation : procédé Haldor Topsoe



http://gobigas.goteborgenergi.se/En/The_plant/Follow_the_construction - mars 2013



- Garantir que ces nouvelles activités s'inscrivent dans une perspective de valorisation durable de la biomasse, dans les meilleures conditions environnementales

- Construction d'une plate-forme technologique intégrant des démonstrateurs industriels :

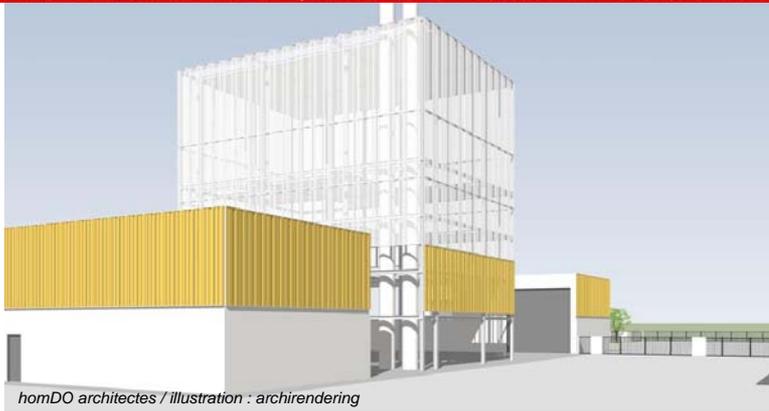
- Adossée à un **programme de R&D ambitieux sur 7 ans**, ouvert et associant 11 partenaires
- Sur **l'ensemble de la filière** intégrant tous les aspects connexes (déchets, etc.)

- Valider la pertinence technique pour un déploiement industriel, d'une filière « biométhane »
- 47 M€ de budget – 18 M€ Subventions ADEME**
 - Lancé en Juin 2010 - Lancement plateforme en 2013 – Fin en 2016





homDO architectes / illustration : archirendering



homDO architectes / illustration : archirendering



homDO architectes / illustration : archirendering

Biomass valorization for energy production- 2013

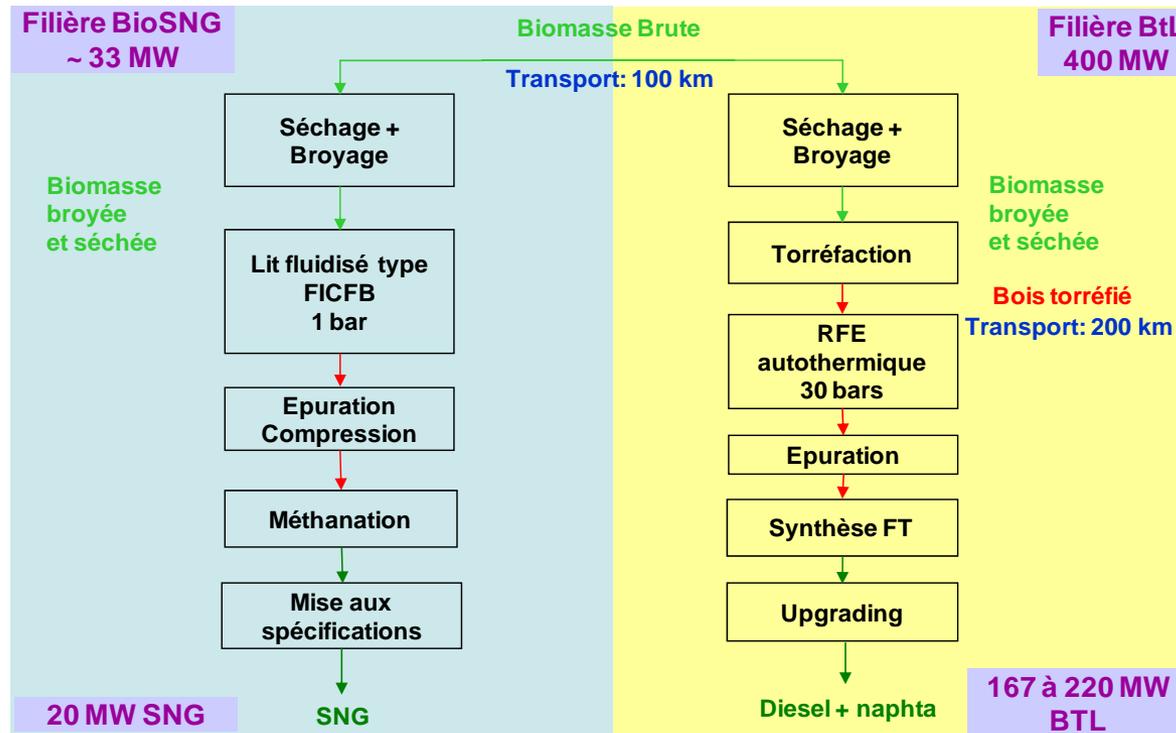


Quelques résultats de GAYA

"crigen

A favorable economic balance

Estimated in comparison with others 2nd generation biofuels



• **BioSNG pathway:** units ~33 MW (PCI in gasifier – 6T/h) – overall efficiency 56 %

- CAPEX : ~ 57 M€ soit 1,72 €/MW_{biomass}
- CAPEX index : 3 €/MWh_{bioSNG}

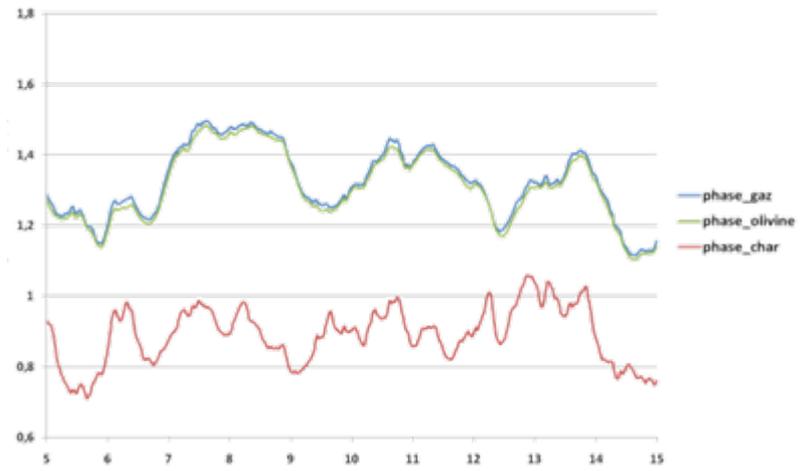
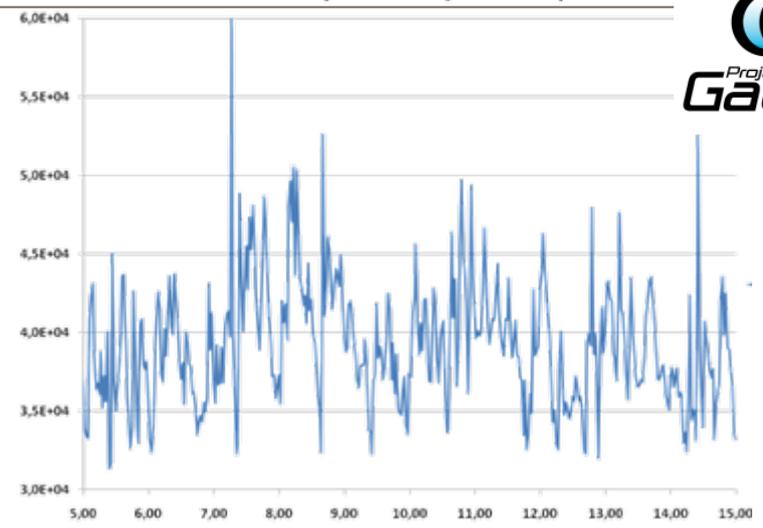
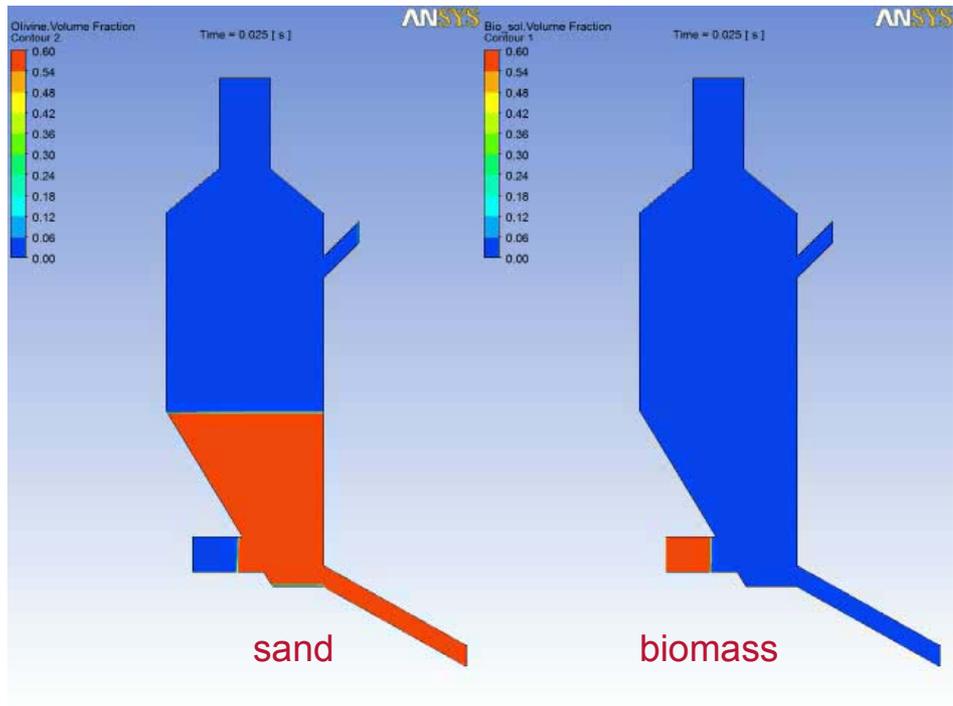
• **BtL pathway :** unités ~400 MW (PCI in gasifier 90 t/h) – overall efficiency 56 35 %

- CAPEX ~ 530 M€ soit 1,32 €/MW_{biomass}
including decentralized torrefaction units
- CAPEX index : à 3,8 €/MWh_{biodiesel}

Modelisation and CFD studies on gasification process

Powerful tools to improve conception and reliability of the process

- Influence of biomass injection location
- Bigger scale geometry than academic case
- Olivine injection and extraction
- Biomass injection

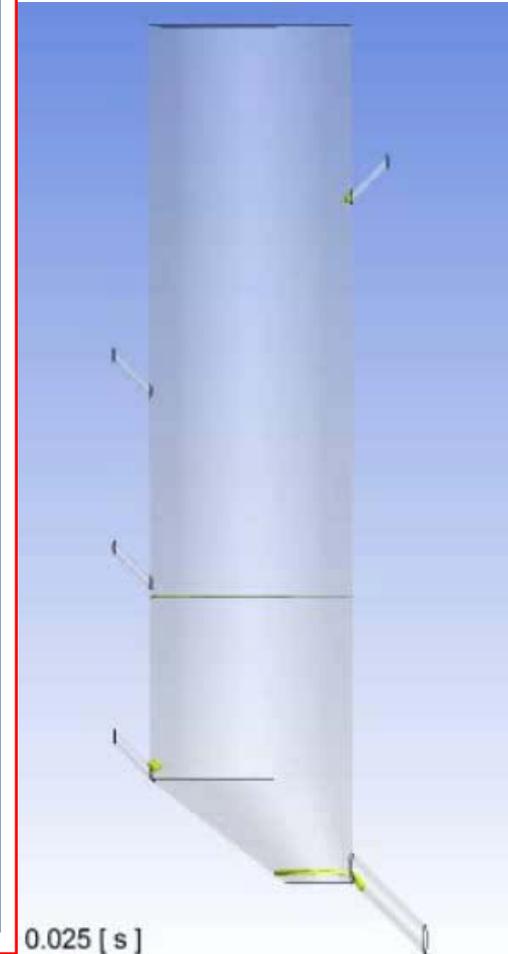
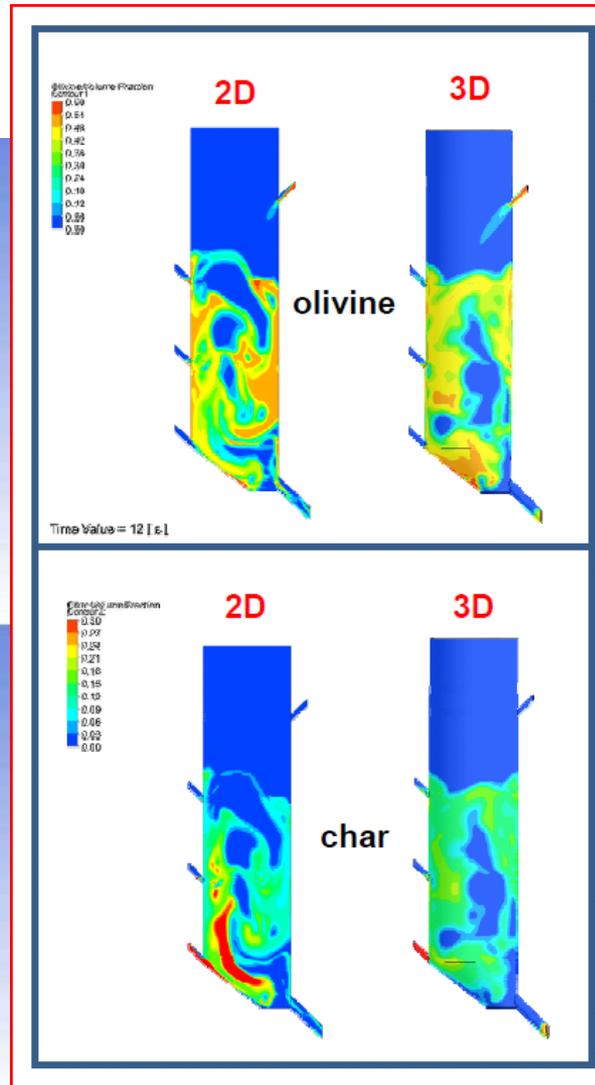
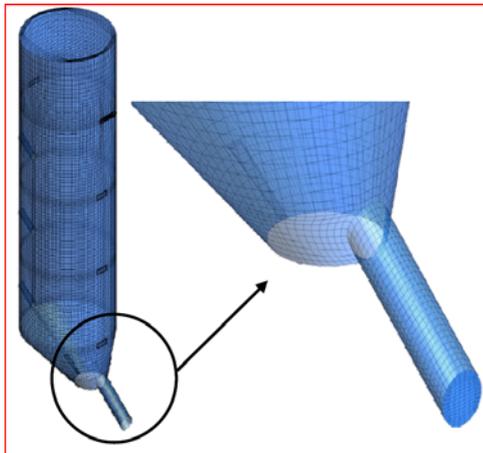


Modelization and CFD studies on gasification process

In progress

• 2D / 3 D comparison

- 300 000 cells, 1s physics in 10h.
- In 3D simulation, a preferential stream on the right wall..
- 3D simulation highlights char side dispersion at the biomass lance output.
- Rotational momentum created by the cone leads to a good mixing.



0.025 [s]

- **La gazéification représente une opportunité pour élargir les applications de la conversion de la biomasse ligneuse en énergie**
- **La transformation du gaz de synthèse en biométhane permet de produire un biocarburant gazeux avec des qualités intrinsèques permettant une excellente efficacité énergétique et un bilan carbone avantageux.**
- **L'atteinte d'une excellente efficacité énergétique conduit à valoriser la chaleur excédentaire et nécessite une intégration optimum des briques technologiques.**
- **La vision décentralisée de la production du biométhane 2G nécessite des efforts de R&D afin de démontrer sa faisabilité technique, économique, environnementale et sociétale.**



© AAPA



