



"crigen

Centre de Recherche et Innovation
Gaz et Energies Nouvelles

GDF SUEZ

ÊTRE UTILE AUX HOMMES

Gaz verts : Une opportunité pour développer de manière innovante la valorisation de la biomasse en énergie

Marc PERRIN (chef de programme R&D)

Olivier Guerrini (chef de projets R&D)

Guillaume Peureux (chef de projets R&D)

Bernard Marchand (Expert procédés thermo-chimiques)

Yilmaz Kara (Coordinateur Scientifique et Technique gazéification Biomasse)

DIRECTION RECHERCHE & INNOVATION

- **GDF SUEZ et l'innovation dans la biomasse**
- **Les applications de la gazéification de la biomasse**
- **La vision du biométhane 2G**
- **Les micro-algues**
- **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

De l'économie linéaire à l'économie circulaire

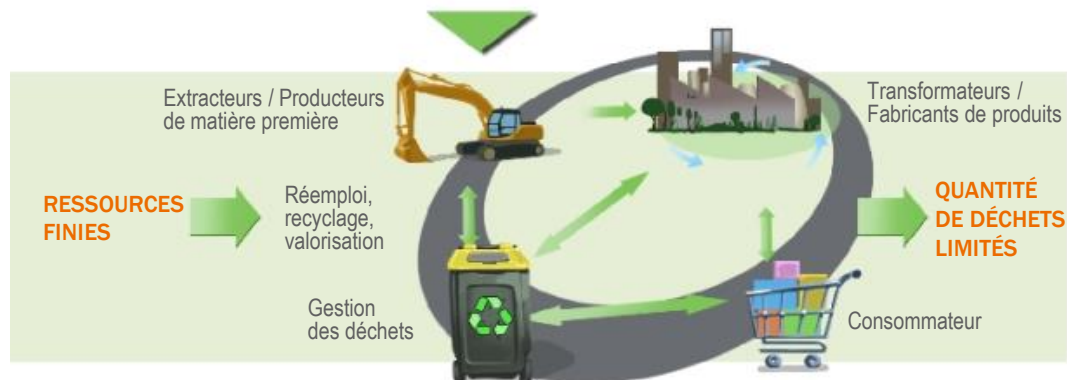
1
Fonctionnement
des écosystèmes
naturels



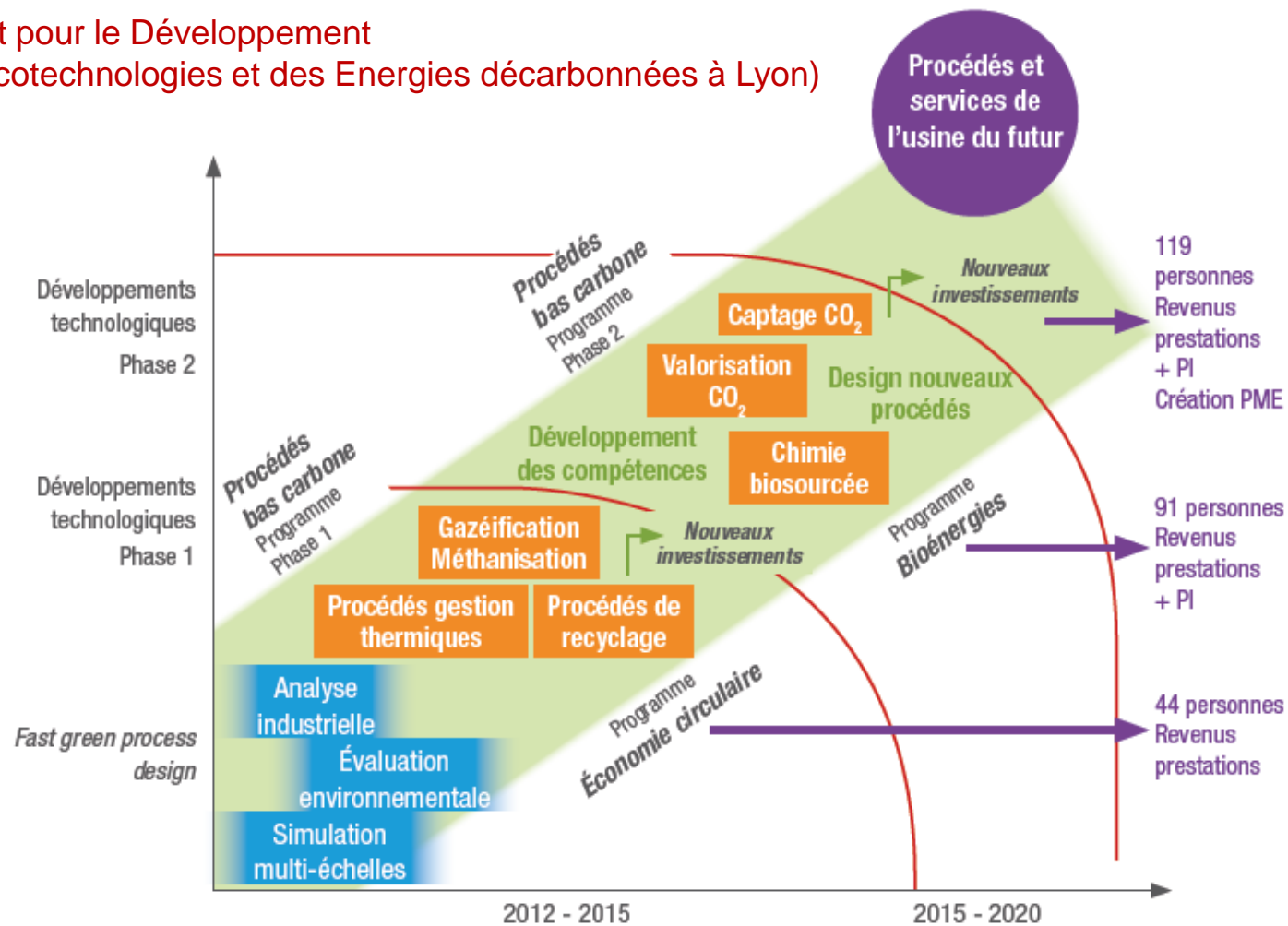
2
Fonctionnement
linéaire des
systèmes
industriels
classiques



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.



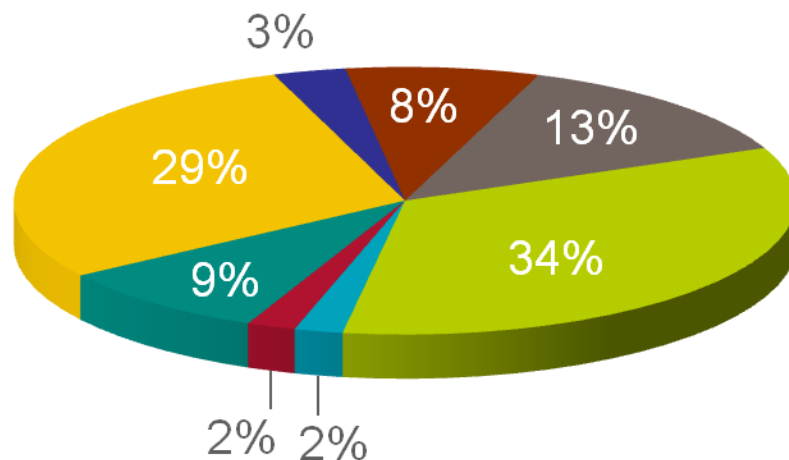
400
collaborateurs

15
laboratoires et
moyens d'essais

Portefeuille de
1200
brevets

1
centre de calcul HPC

Répartition par programme



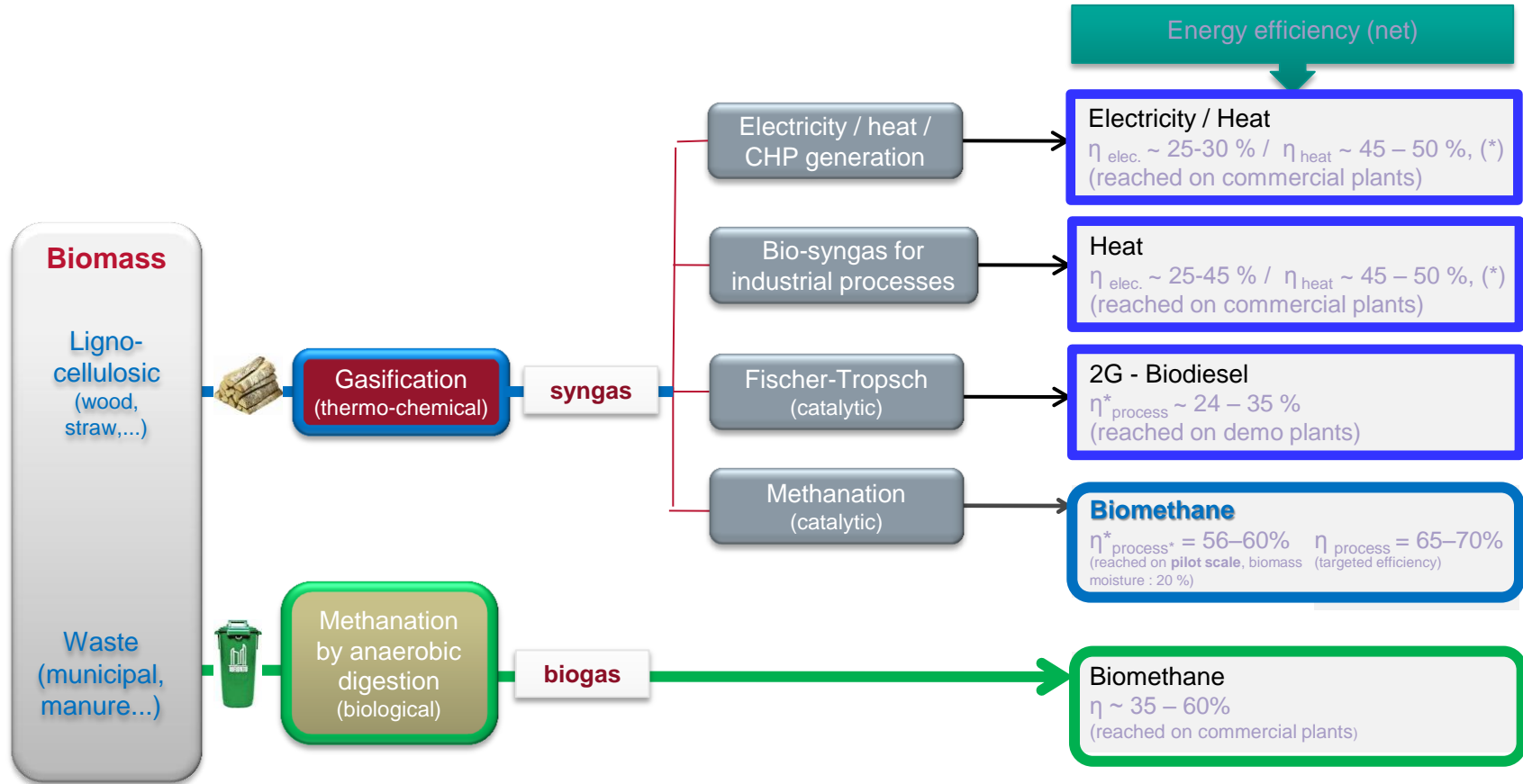
- GNL, E&P, Stockage
- Réseaux de gaz
- Stockage d'énergie
- CSC
- Ville Durable et Nouvelles Filières Energétiques
- Résidentiel Tertiaire
- Gazéification Biomasse
- Clients Industriels



Les applications de la gazéification de la biomasse

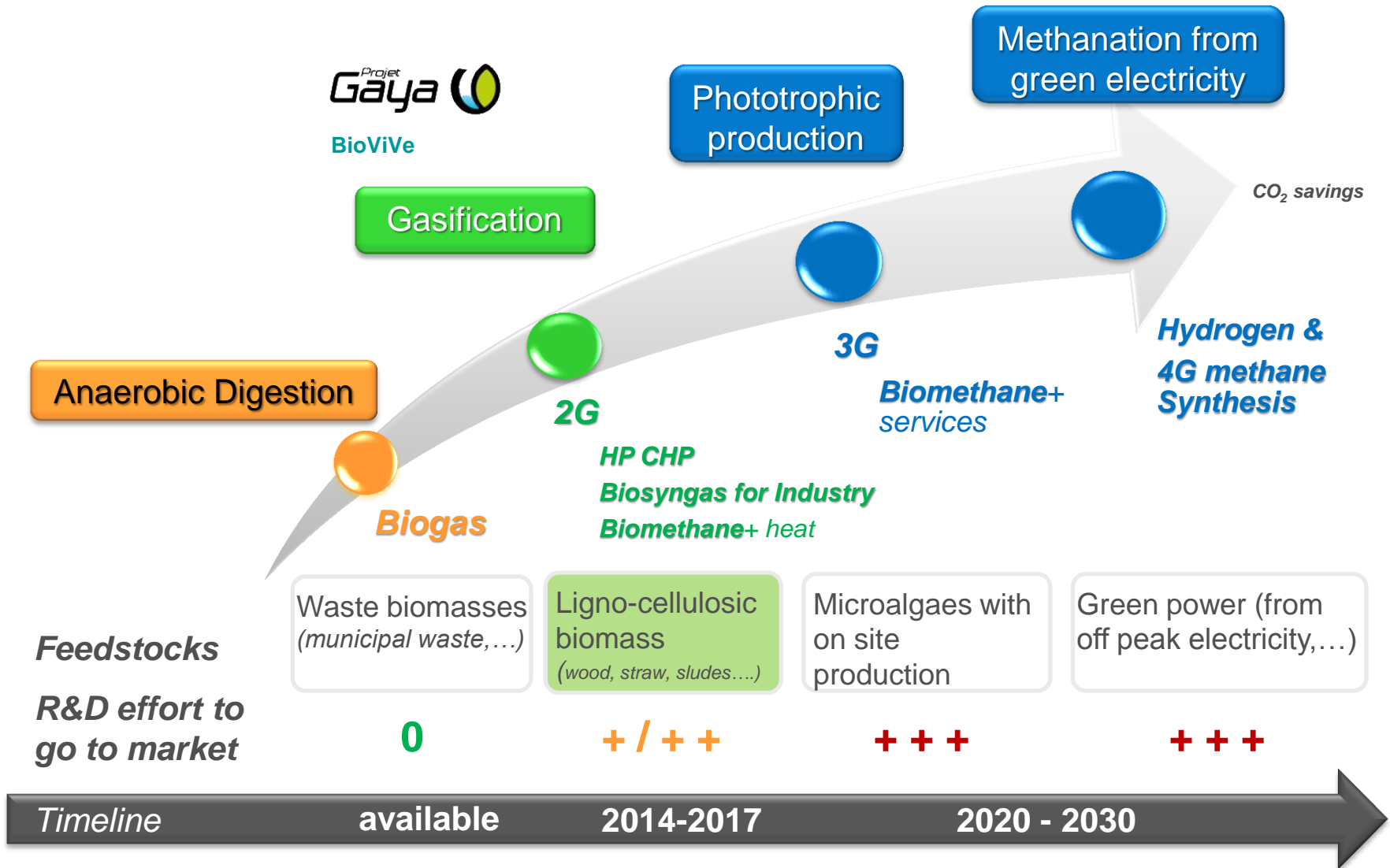
"crigen

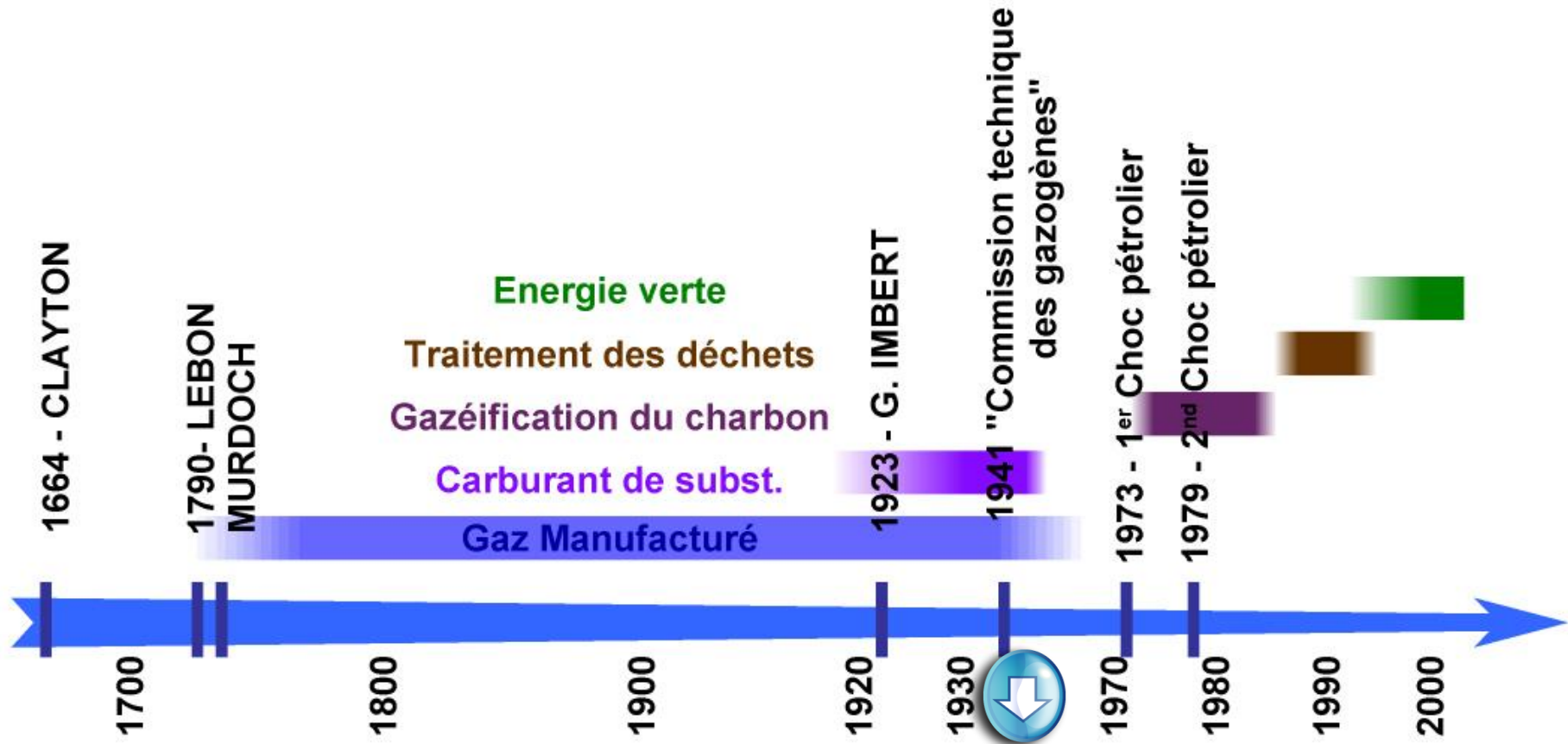
Des gaz « verts » multiples provenant de différentes biomasses

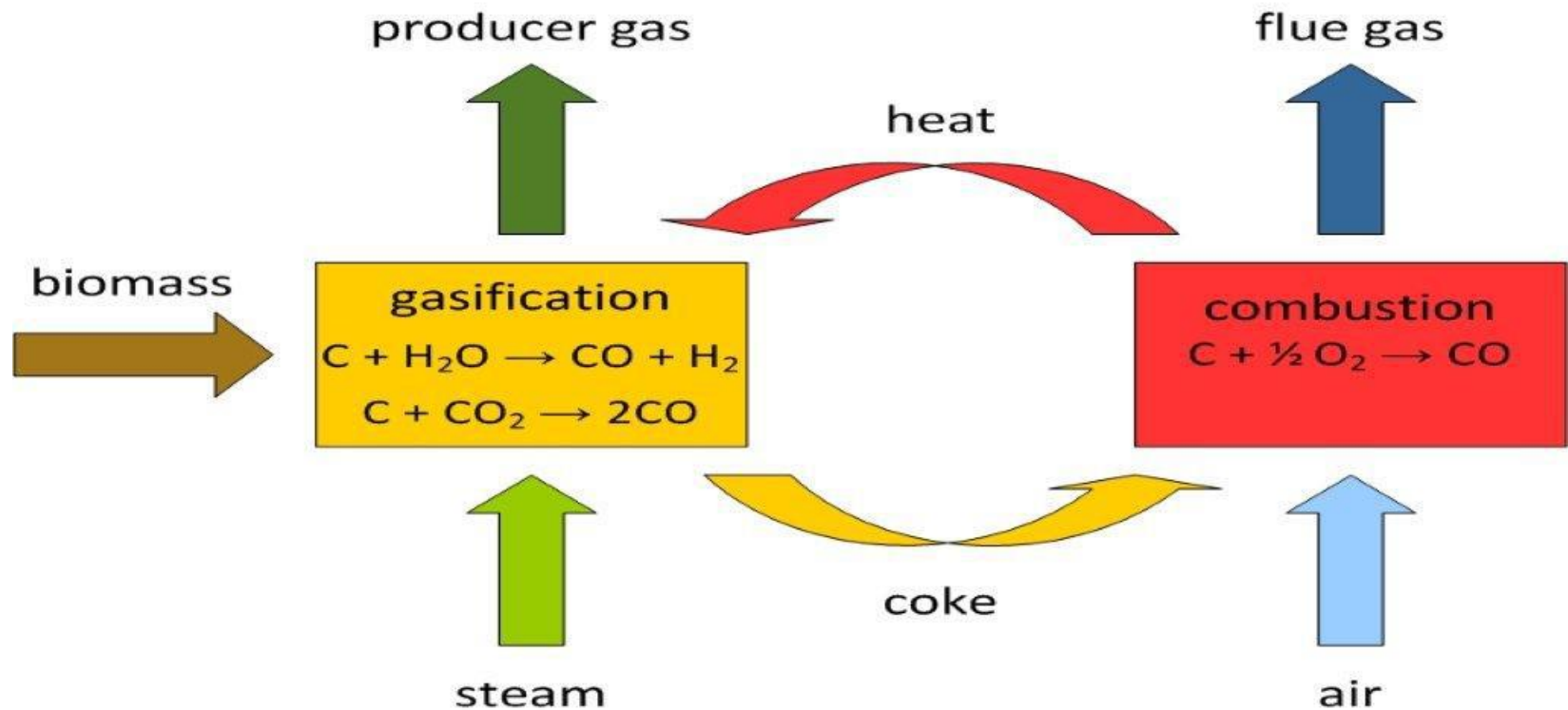


Gaz verts : 4 générations de technologies

Des filières complémentaires valorisant des ressources différentes







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

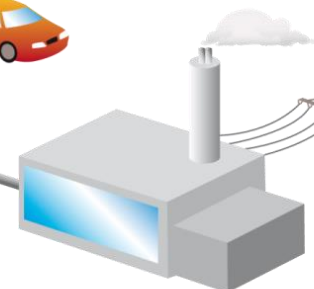
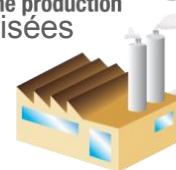
■ Applications futures

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



Biomethane production

natural gas grid



Goals and stakes

- ▶ Development of a Biogas Syngas Production Technology for Glass Melting Furnaces,
- ▶ Saint Gobain Verralia coordinated Project, supported by the French National Research Agency.

Progress

- ▶ Xylowatt gasifier (1 MW fuel) delivered at GDF SUEZ Research Center (St Denis, near Paris)
- ▶ Connection to a 2 MW Combustion Test Cell (Glass Furnace model),
- ▶ Combustion Test in Glass Melting Furnace conditions (1 000°C preheated air, 1 400°C furnace temp.) with different fuel mix (natural and syngas)
- ▶ Gasifier being presently being hooked up at St Gobain Oiry site to the Glass Melting Furnace under operation.



© XYLOWATT



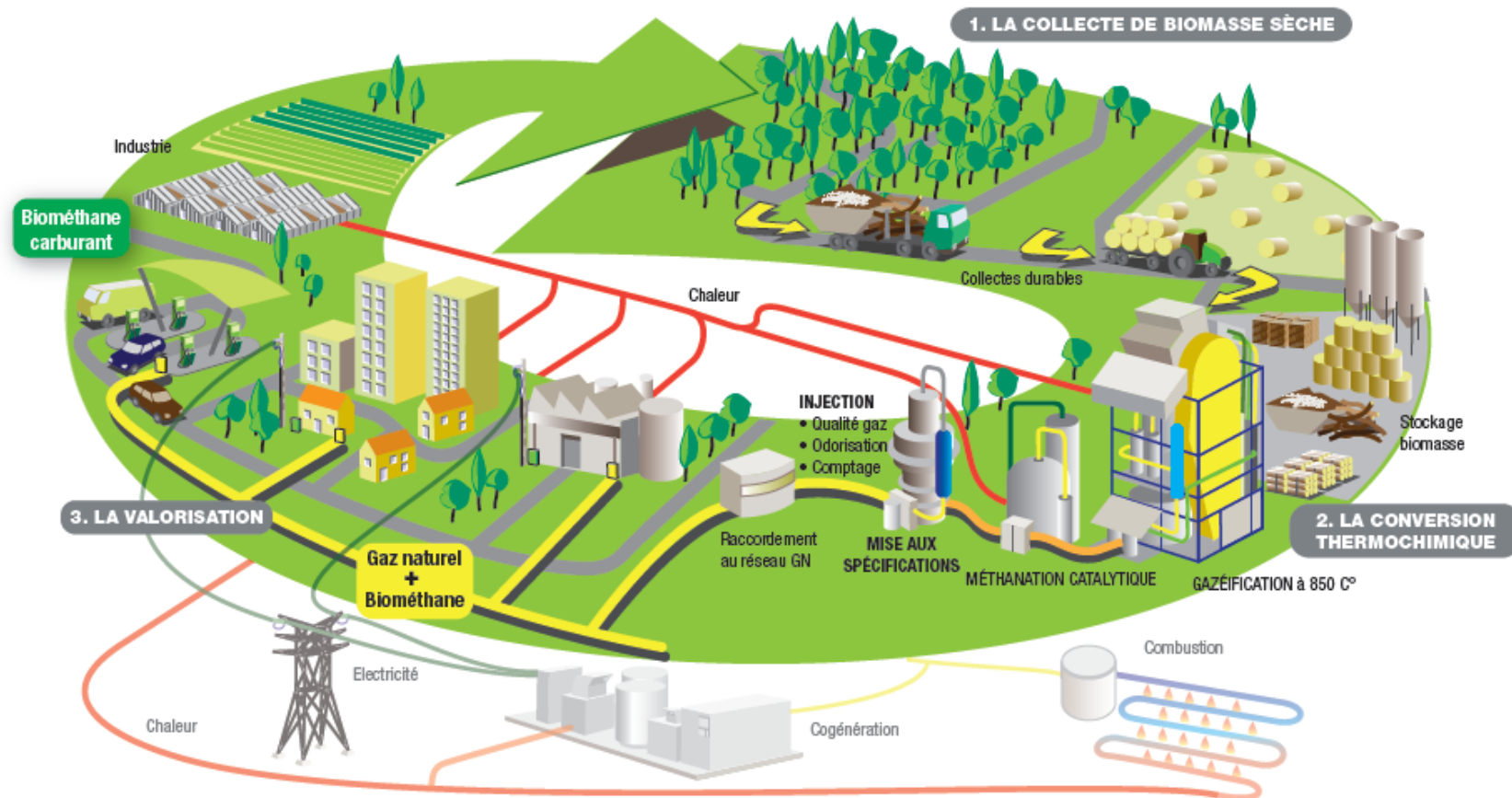


Vision du biométhane 2G

"crigen

Production décentralisée de biométhane 2G

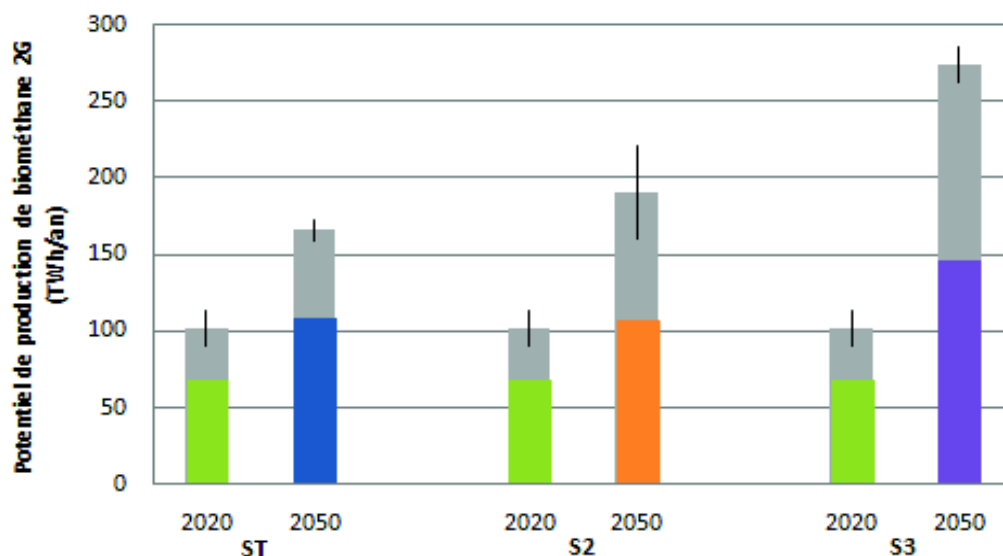
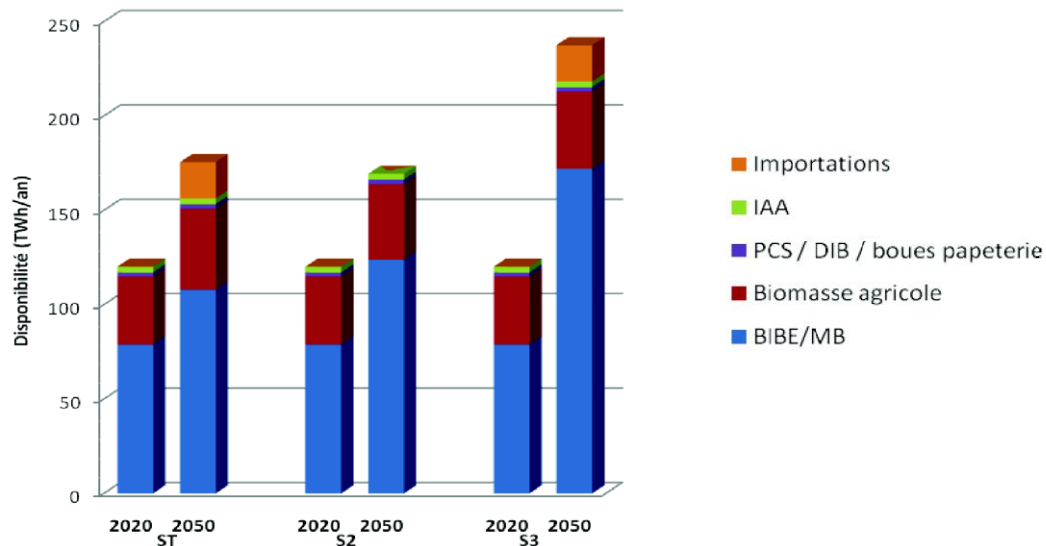
Une filière durable avec un rayon d'approvisionnement court et une valorisation locale de la chaleur



- 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 excédentaire

Quel potentiel pour le Biométhane 2G ?

Un potentiel considérable en France avec près de 100 TWh en 2020 et plus de 185 TWh en 2050



Source : Etude GrDF - 2012 basée sur l'analyse de 19 secteurs de l'industrie française dont 3 identifiés comme les premiers marchés (chimie, nutrition animale et environnement) et une méthodologie combinant approche macro-économique et faisabilité technique

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

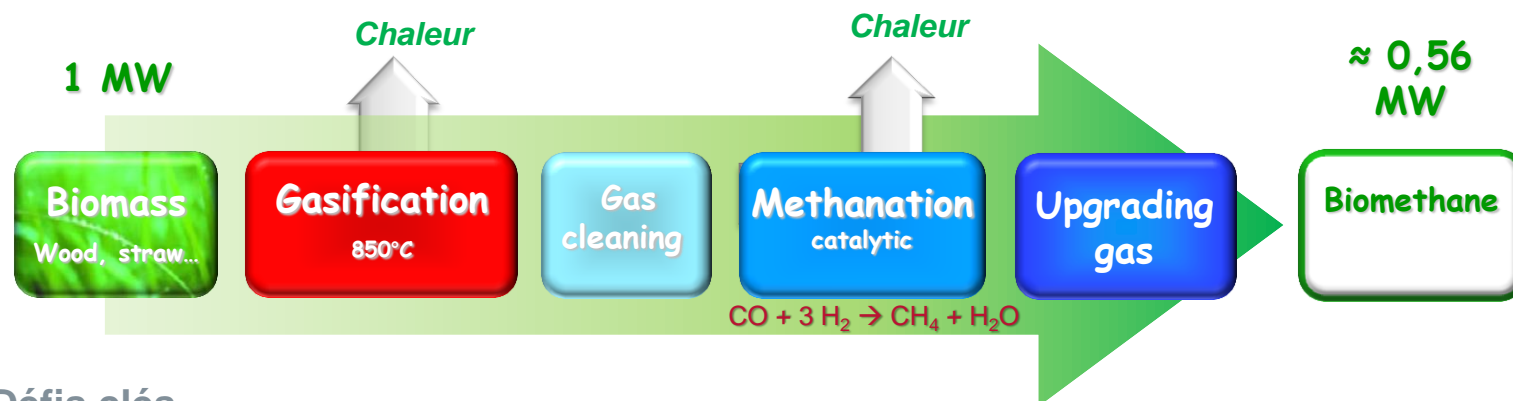
	length of delivered gas grid [km]	Area coverage with different catchment radii						
		2 km	5 km	10 km	25 km	50 km	75 km	100 km
Alsace	1 330	30%	62%	85%	100%	100%	100%	100%
Aquitaine	1 247	16%	37%	61%	94%	100%	100%	100%
Auvergne	1 197	10%	24%	45%	81%	99%	100%	100%
Bourgogne	868	14%	31%	55%	93%	100%	100%	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

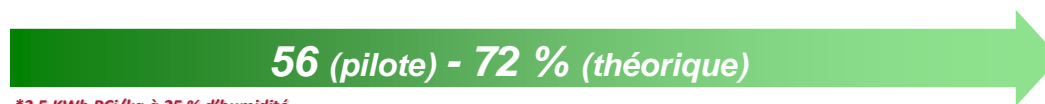


Défis clés

- 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*

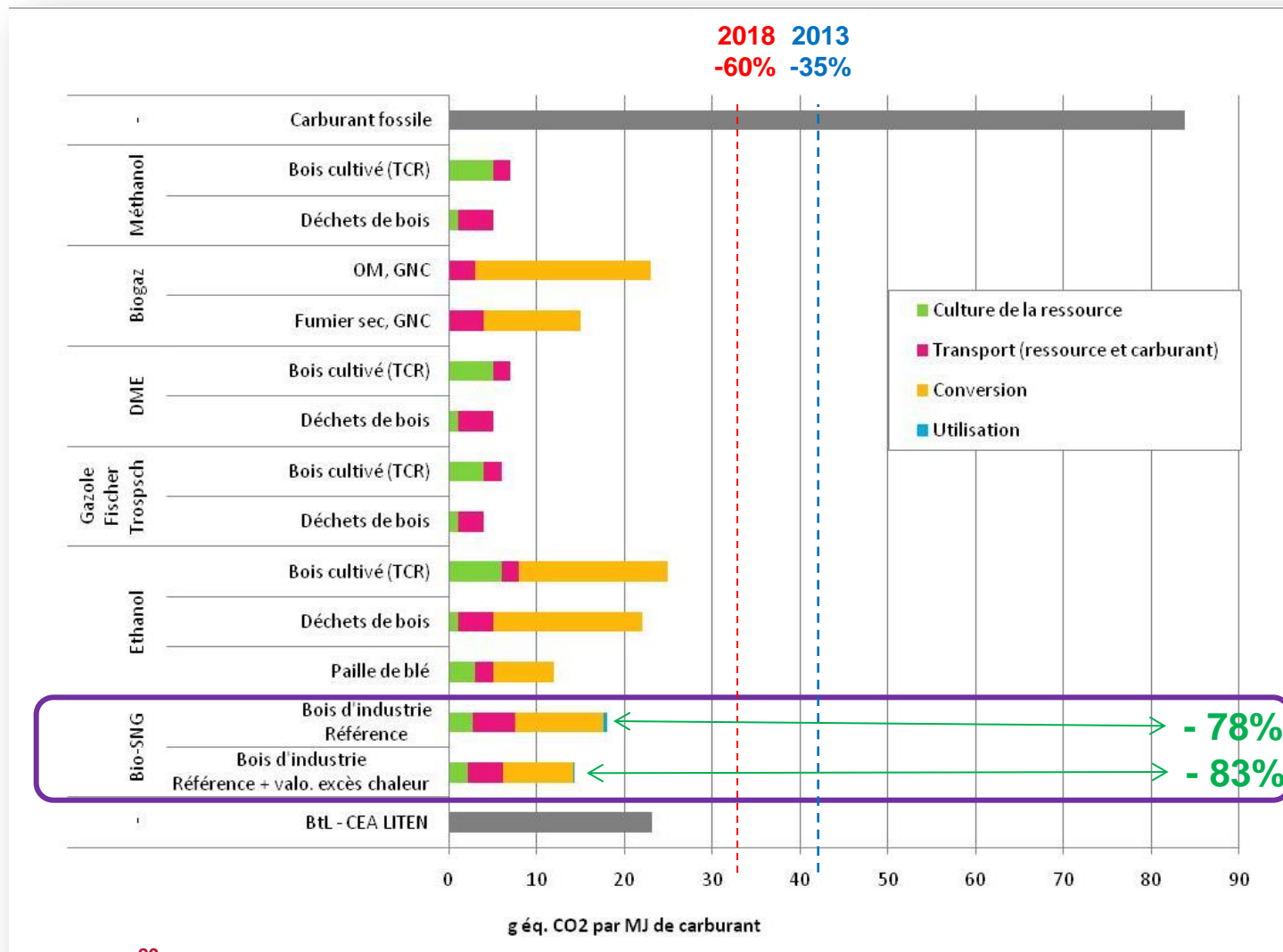


*3.5 KWh PCI/kg à 25 % d'humidité

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 GoBiGas : une vision centralisée adaptée à la Suède

- ❑ Projet développé par la régie municipale de l'énergie de Göteborg (Suède)
- ❑ Vision centralisée
 - ❑ Unité pilote de 20 MW
 - ❑ Unité industrielle de 80-100 MW
- ❑ Technologie existante
 - ❑ Gazéification : REPOTEC version actuelle
 - ❑ Méthanation : procédé Haldor Topsoe



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

Le Projet GAYA : vers l'industrialisation de la 2G

Un programme R&D collaboratif centré autour d'une plateforme de démonstration technologique

GDF SUEZ



- ▶ Valider la pertinence technique pour un déploiement industriel, d'une filière « biométhane »
- ▶ **47 M€ de budget – 18 M€ Subventions ADEME**
 - ▶ Lancé en juin 2010 – Fin en mai 2017

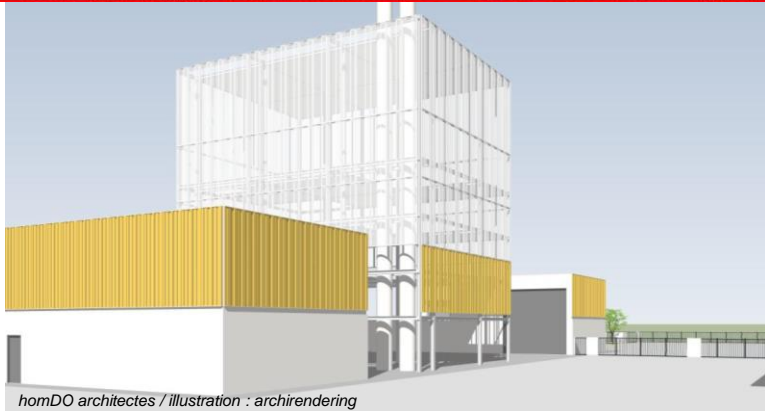
- ▶ Garantir que ces nouvelles activités s'inscrivent dans une perspective de valorisation durable de la biomasse, dans les meilleures conditions environnementales
- ▶ Construction d'une plate-forme technologique intégrant des démonstrateurs industriels :
- ▶ Adossée à un **programme de R&D ambitieux sur 7 ans**, ouvert et associant 11 partenaires
 - ▶ Sur **l'ensemble de la filière** intégrant tous les aspects connexes (déchets, etc.)



La plate-forme de R&D et de démonstration du projet GAYA



homDO architectes / illustration : archirendering



homDO architectes / illustration : archirendering

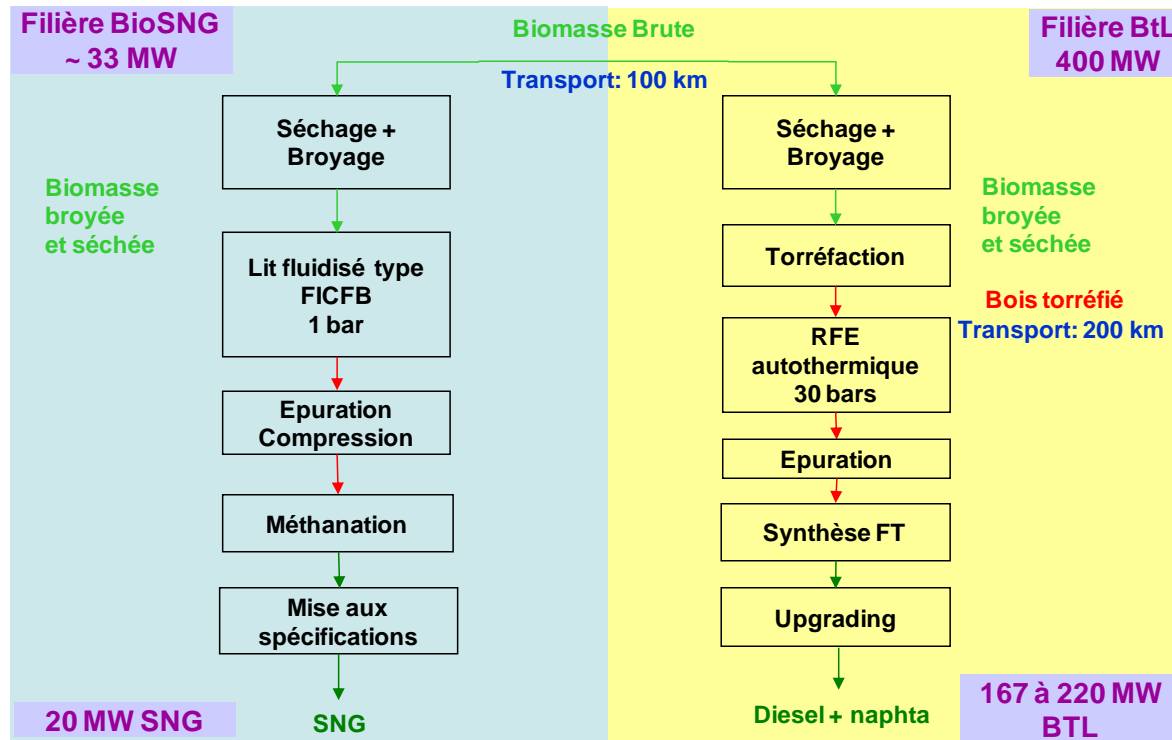


homDO architectes / illustration : archirendering

Biomass valorization for energy production- 2013

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}**

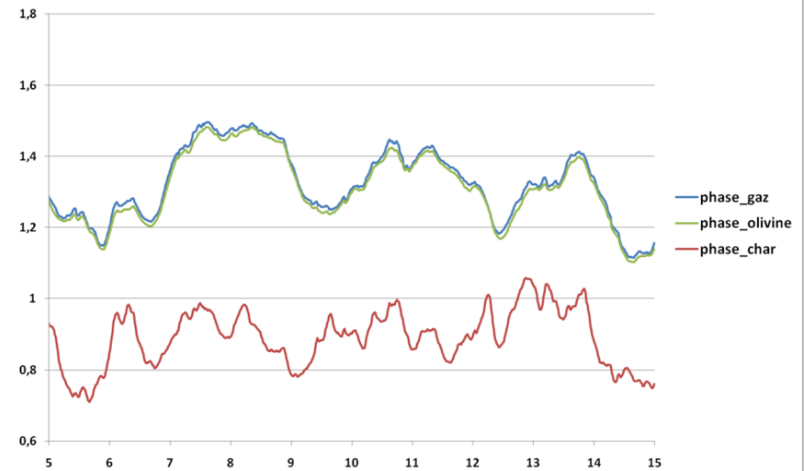
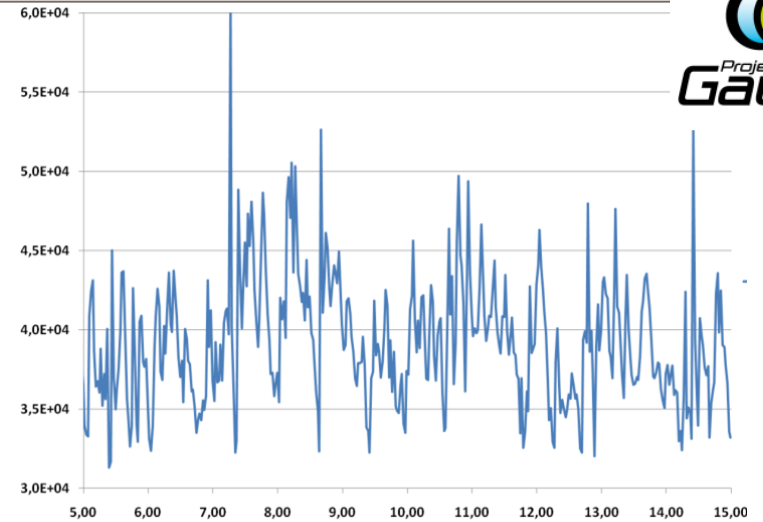
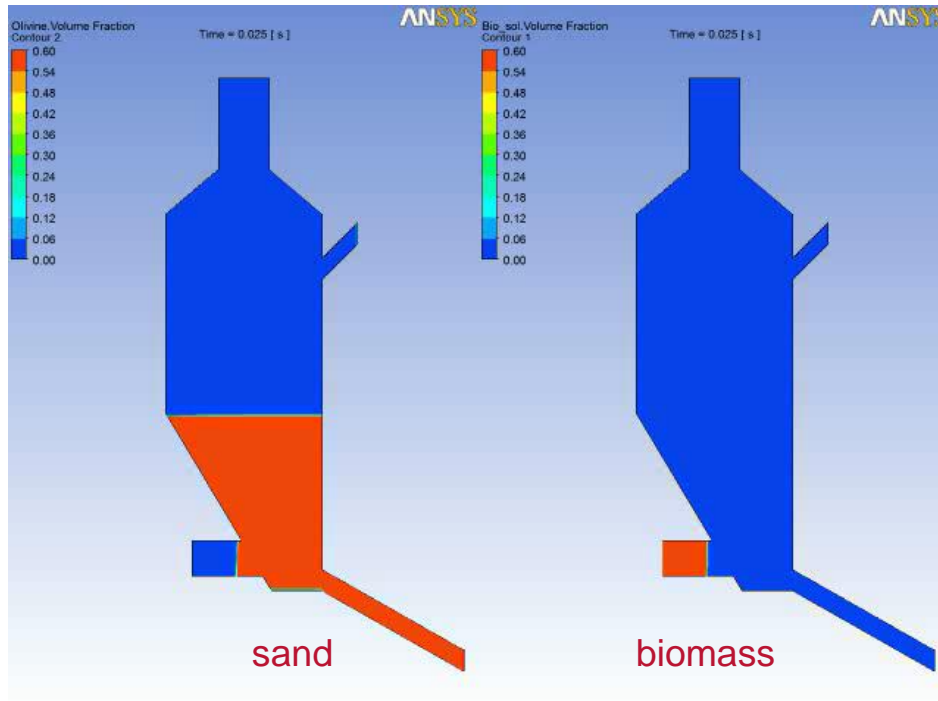
- **BtL pathway :** unités ~400 MW (PCI in gasifier 90 t/h) – overall efficiency 56 35 %

- 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

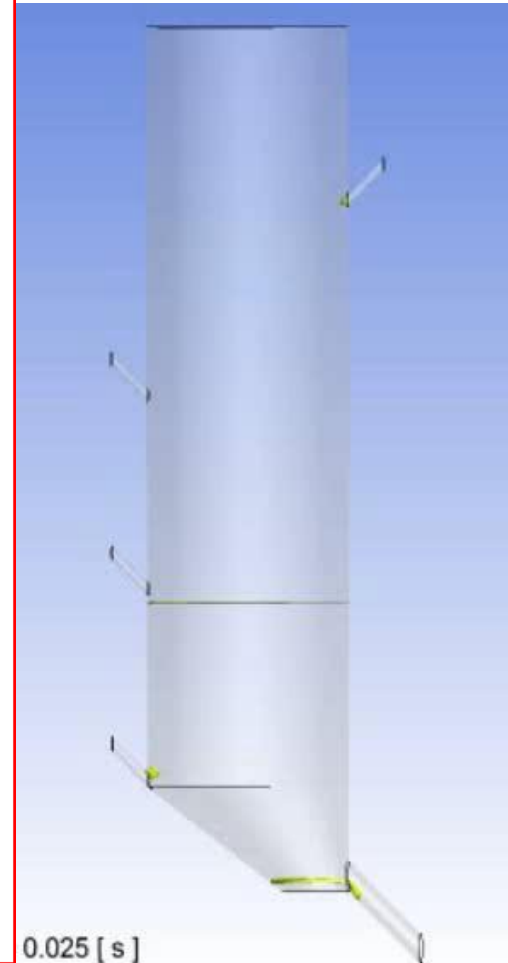
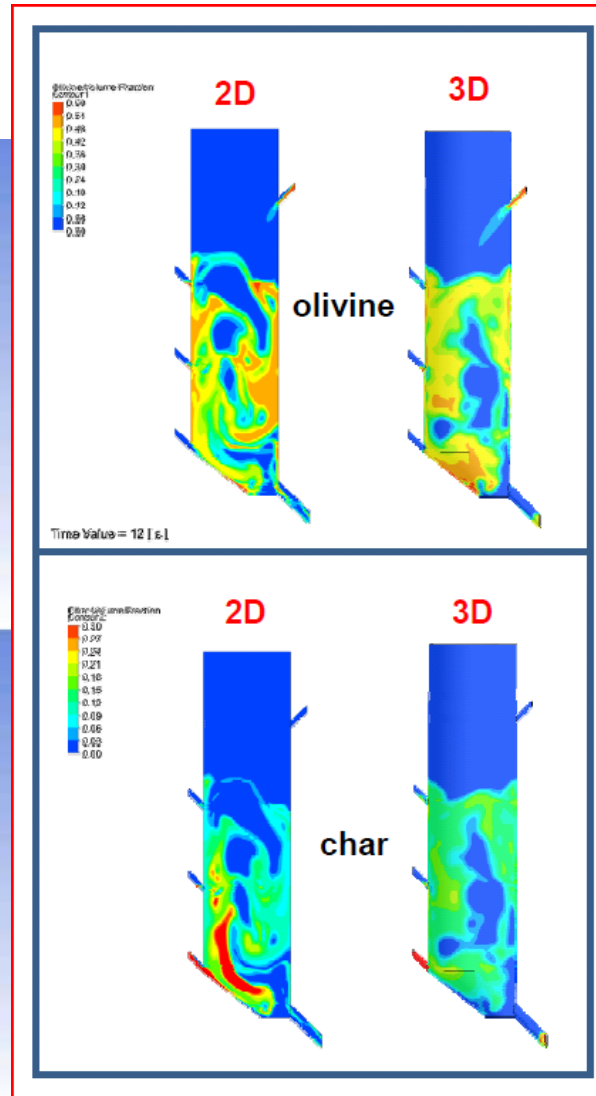
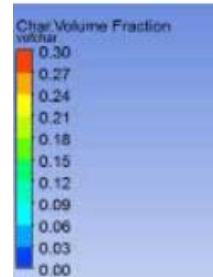
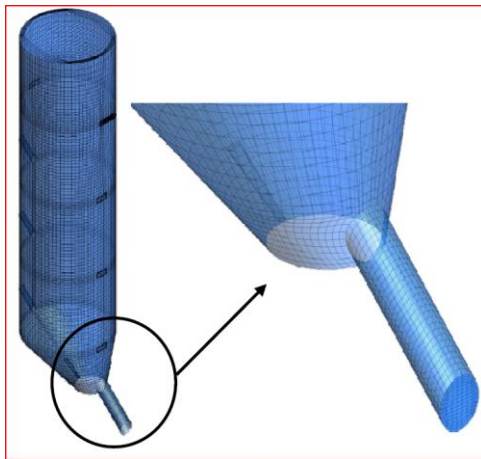


Modelization and CFD studies on gasification process

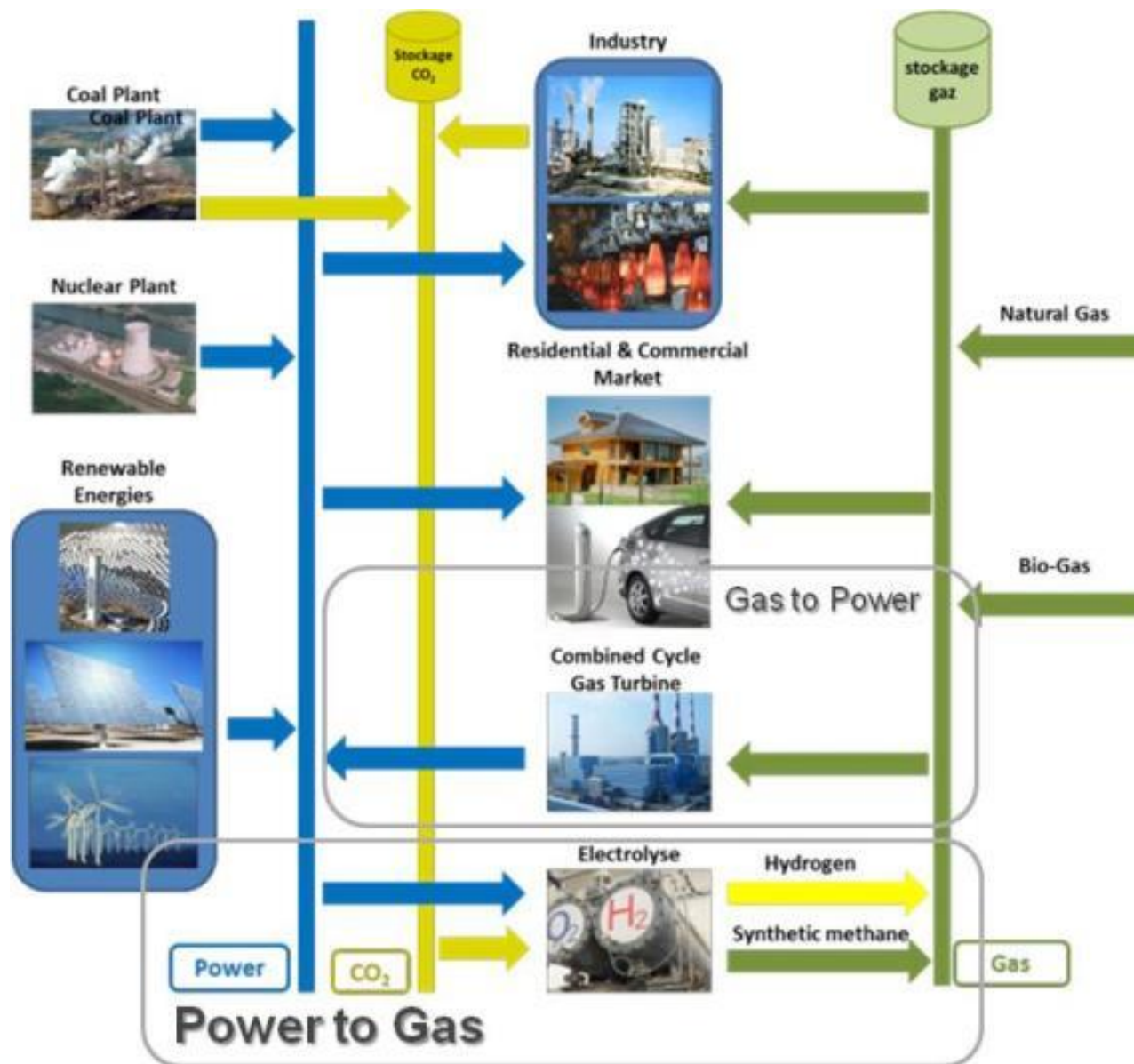
In progress

• 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.



« Power to Gas »: la création de synergies entre les Infrastructures électriques et gazières



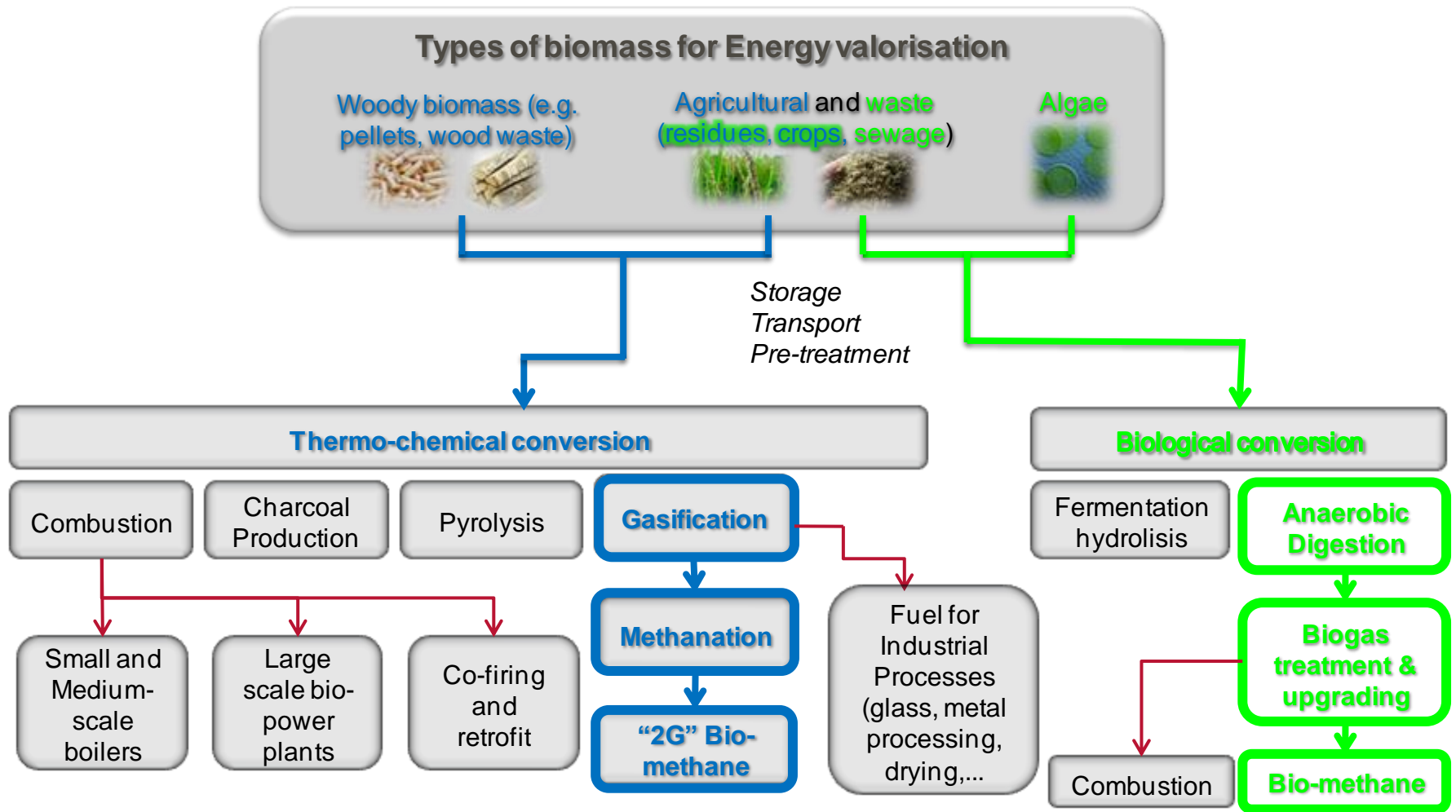


Les micro-algues

"crigen

La production de Biométhane

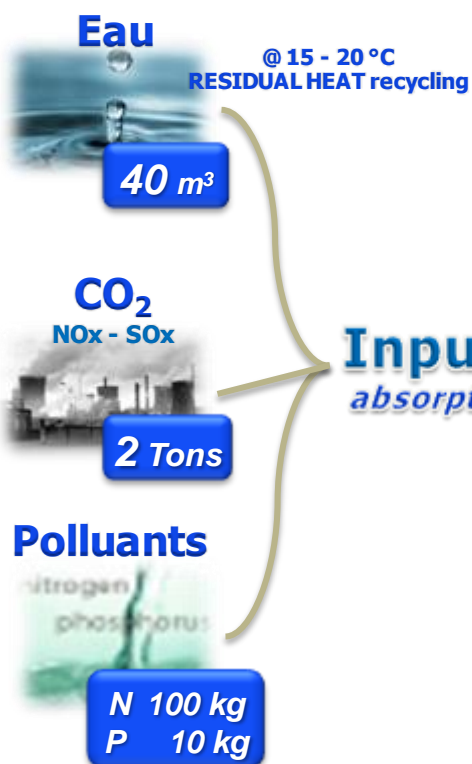
Des filières basées sur la transformation de ressources primaires ou secondaires de biomasse



Le Biométhane 3G

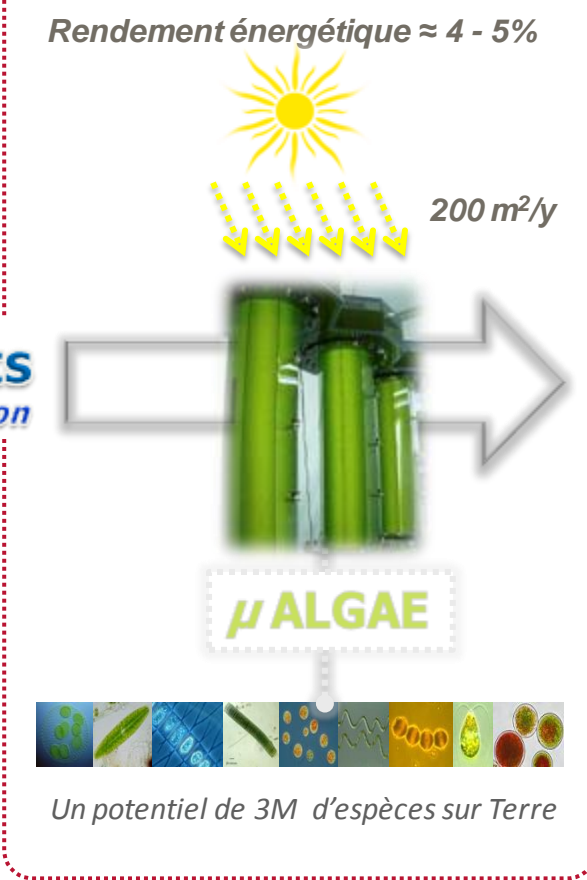
Une solution intégrée innovante en développement : Production de Biométhane 3G et dépollution des effluents gazeux et aqueux

ENTRANTS industries, municipalités,...

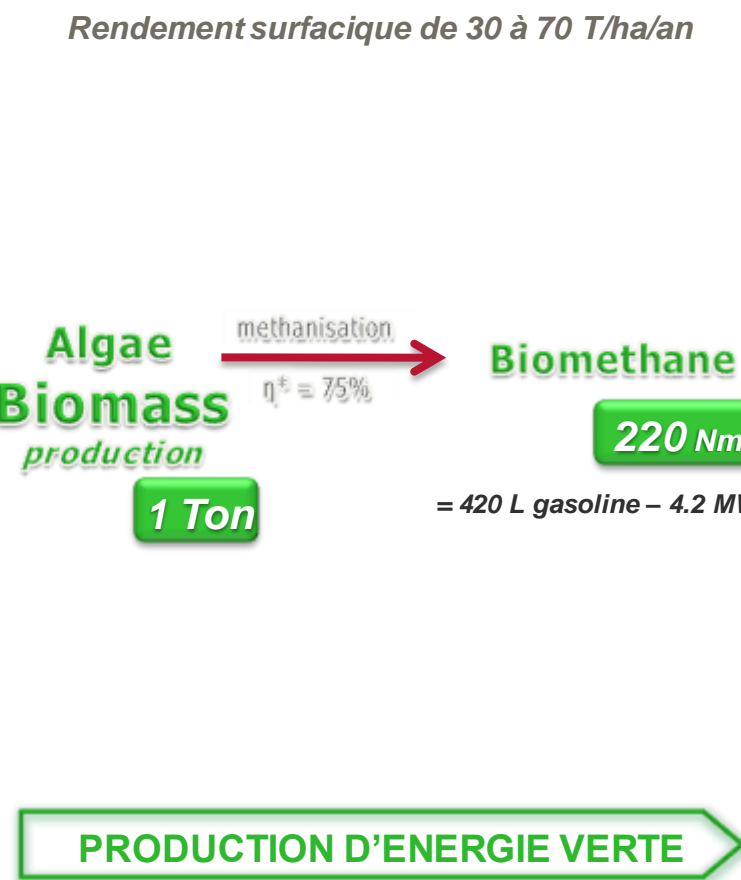


BIOREMEDIATION

TECHNOLOGIE de CULTURE Technologie 2012

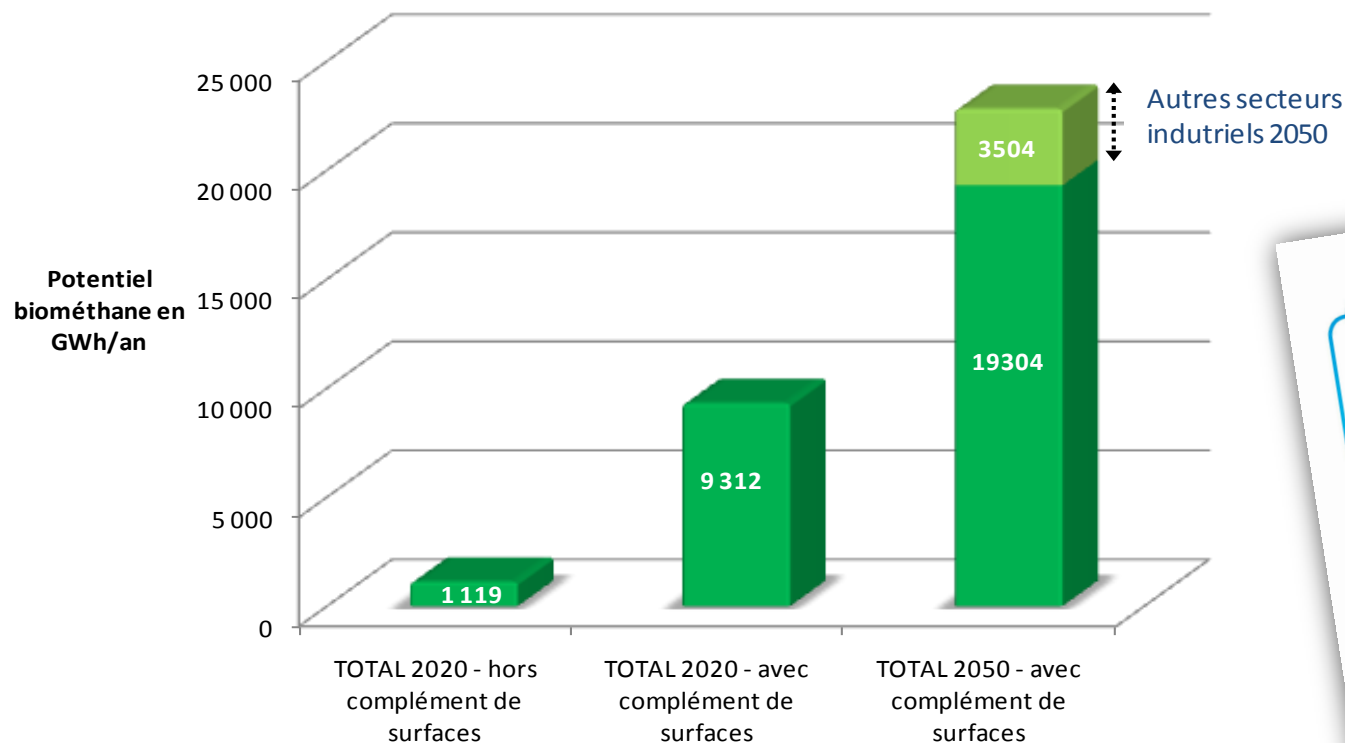


ENERGIE / CARBURANTS Résultats pilotes



Quel potentiel pour le Biométhane 3G ?

Une première estimation du potentiel en France avec près de 23 TWh en 2050



Source : Etude GrDF - 2012 basée sur l'analyse de 19 secteurs de l'industrie française dont 3 identifiés comme les premiers marchés (chimie, nutrition animale et environnement) et une méthodologie combinant approche macro-économique et faisabilité technique

Des perspectives prometteuses pour le Biométhane

Un potentiel considérable, des filières technologiques performantes et complémentaires à différents horizons d'implémentation

La filière 2G

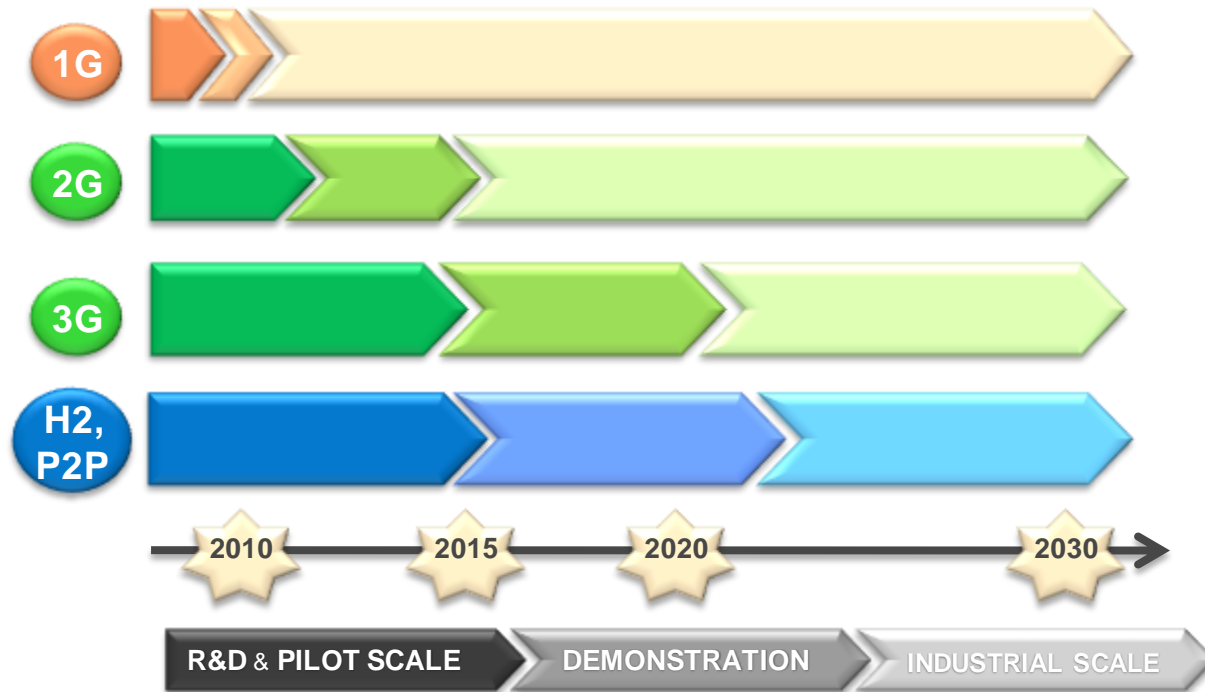
- Un potentiel de 100 à 250 TWh et une position favorable par rapport aux filières concurrentes
- Des besoins de R&D à l'échelle pilote et un objectif d'industrialiser la filière à l'horizon 2017
- Une opportunité de développer une filière valorisant les territoires

La filière 3G

- Un potentiel universel et des potentialités étendues (énergie, dépollution, recyclage du CO₂ fossile,...)
- Pas de dépendance à des ressources primaires de biomasses,
- Des efforts de R&D encore nécessaires

→ Des complémentarités fortes avec l'Hydrogène

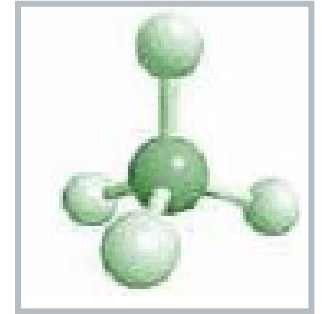
→ Des perspectives dans le stockage d'électricité renouvelable (Power to Gas)



- **Le potentiel technique pour les nouvelles valorisations de la biomasse en France est très important (>100 TWh).**
- **La gazéification représente une opportunité pour élargir les applications de la conversion de la biomasse ligneuse en énergie . Elle représente une technologie complémentaire de la combustion directe et de la digestion.**
- **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'exigence d'une excellente efficacité énergétique conduit à valoriser la chaleur excédentaire et nécessite une intégration optimum des briques technologiques quelques soient les applications et les technologies.**
- **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.**
- **Les micro-algues représentent une opportunité de combiner traitement de déchets, production de molécules bio-sourcées et de biométhane**
- **La part décentralisée de la production d'énergie (électricité et chaleur) augmentera en Europe et en France dans un futur proche**
- **Une synergie existe entre les réseaux électrique et gazier pour le stockage de l'électricité renouvelable**



Thank you for your attention!



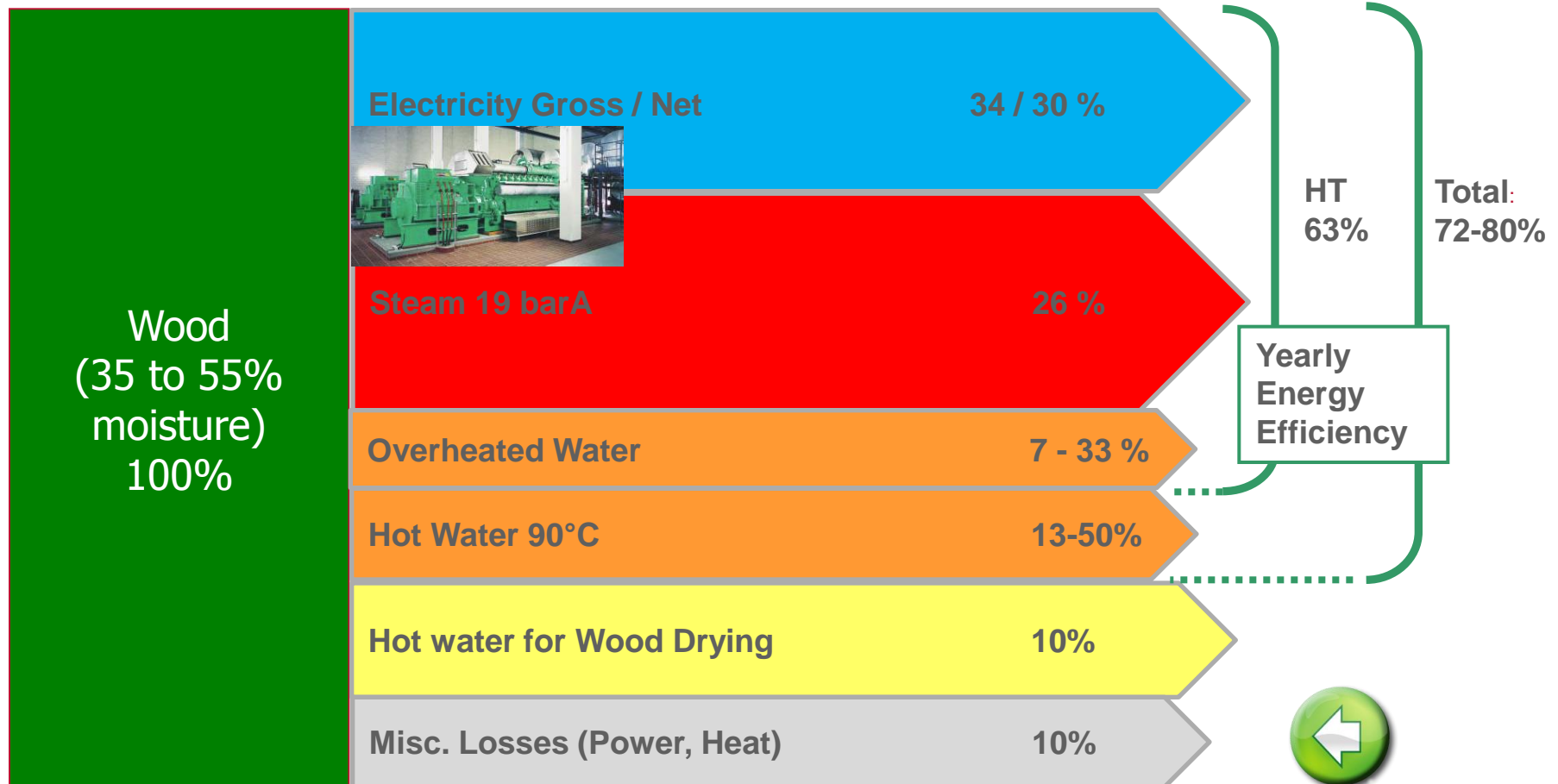
GDF SUEZ

BY PEOPLE FOR PEOPLE

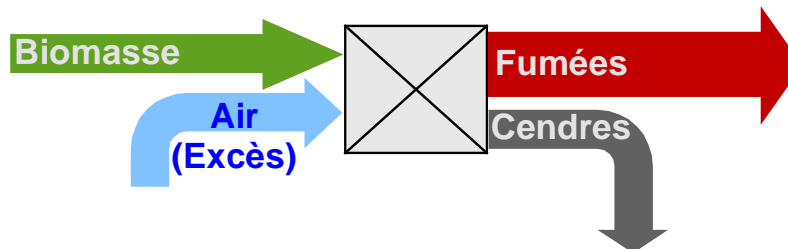
Contact : marc.perrin@gdfsuez.com
olivier.guerrini@gdfsuez.com

Keys figures of a CHP Gasification Plant

- Power from engine(s) + 1 ORC from 2.5 to 10 MWe, 25 000 to 100 000 t wood/year
- Heat up to 50% from 4 MW to 16 MW
- Power and Heat Production during 20 years, 7 800 h/y

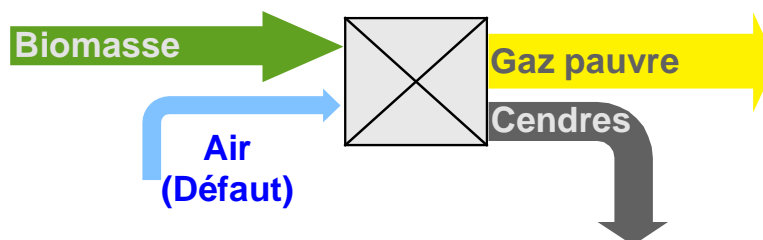


Combustion Totale



Gazéification

Combustion partielle des gaz et/ou char de pyrolyse



Pyrolyse

Chauffage en l'absence d'oxygène

