

## Webinaire 4 : Carburants avancés

Série de webinaires thématiques

Intervenants :

- *Modératrice* : **Madeleine ALPHEN** - Déléguée Générale du Club Pyrogazéification de l'ATEE
- **Damien LEBONNOIS** – Responsable Innovation, SUEZ
- **Vincent GROSJEAN** – Ingénieur Process Innovation, SUEZ
- **Mathieu MORIN** - Ingénieur Génie Chimique, IFPEN

# RAPPEL DES CONSIGNES



Ce webinaire est enregistré, la vidéo sera disponible sur le site de l'ATEE.



Questions / Echanges :

- Vous pouvez poser vos questions via le chat ou lever la main pour prendre la parole.



Les supports seront disponibles sur le site de l'ATEE à l'issue du webinaire.



## LES RENCONTRES DES CLUBS PYROGAZEIFICATION ET POWER-TO-GAS

Décarboner le mix gazier : comment amplifier le mouvement ?



→ INSCRIPTION & PROGRAMME !

→ PARTAGER L'ÉVÈNEMENT

### Au programme :

- **Actualité et dynamiques de développement des filières Pyrogazéification et Power-to-gas**
- **Transition énergétique et place du gaz**
- **Quel avenir pour le gaz ? Les chemins possibles** – ADEME & négaWatt
- **Projets innovants de production de gaz renouvelables** : où en sommes-nous ?
- **Retour d'expériences et développement de projets**
- **Pour aller plus loin : autres technologies** (panorama des technologies en développements, gazéification hydrothermale, électro-catalyse)



# LES RDV PYROGAZÉIFICATION !

Série de webinaires thématiques – avril à juillet 2022



## RDV PYROGAZÉIFICATION

### UNE FILIÈRE D'AVENIR POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE !

#### 7 Webinaires pour en savoir plus

 <b>RESSOURCES &amp; POTENTIELS</b> 15 AVRIL 2022	 <b>BIOCARBURANTS AVANCÉS</b> 20 MAI 2022
 <b>CHALEUR DÉCARBONÉE</b> 22 AVRIL 2022	 <b>MÉTHANE DE SYNTHÈSE</b> 03 JUIN 2022
 <b>HYDROGÈNE</b> 29 AVRIL 2022	 <b>BIOCHAR</b> 17 JUIN 2022
 <b>PLACE DE LA PYRO DANS LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE</b> 01 JUILLET 2022	

**INSCRIPTION EN LIGNE  
GRATUITE ET OBLIGATOIRE**

→ **S'INSCRIRE** aux prochains webinaires !

→ **PARTAGER L'ÉVÈNEMENT** sur LinkedIn

→ **TÉLÉCHARGER** les replays & supports



# Le Club Pyrogazéification de l'ATEE

Une plateforme d'échanges qui rassemble les acteurs sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la filière.

## L'HISTORIQUE

- **2014** : CRÉATION DU CLUB PYROGAZÉIFICATION
- **FIN 2019** : INTÉGRATION DU CLUB À L'ATEE

## LES MISSIONS

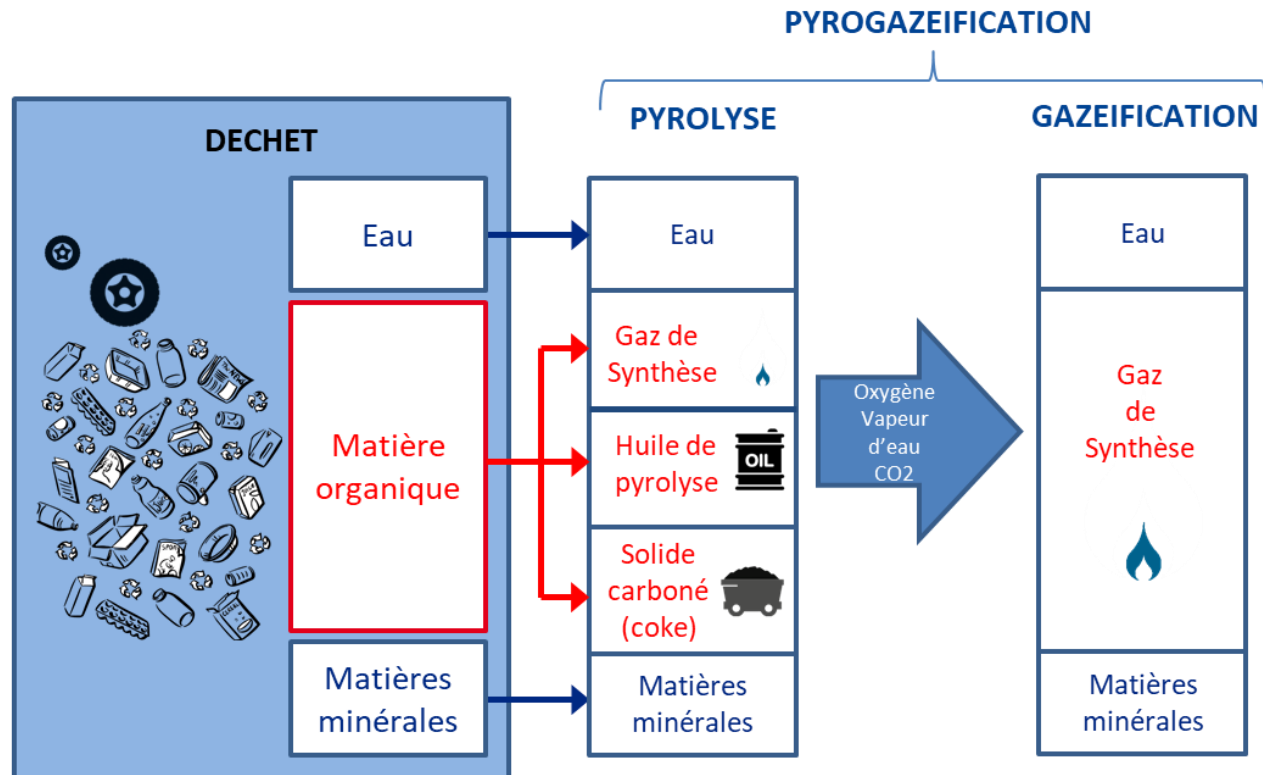
- ☑ **Structurer et animer une plateforme d'échanges collaborative**
  - favoriser le partage de retours d'expérience entre les membres
  - permettre les rencontres voire l'émergence de nouveaux partenariats
- ☑ **Porter la voix des acteurs auprès des pouvoirs publics**
  - relayer les attentes des acteurs et être force de proposition
  - œuvrer pour un cadre favorable à l'émergence de nouveaux projets
- ☑ **Communiquer, informer et maintenir une veille**
  - participer à des événements et élaborer des ressources techniques et pédagogies afin de mieux faire connaître les enjeux et potentiels de la filière pyrogazéification
  - informer les membres en leur apportant des éclairages relatifs aux actualités d'intérêt pour la filière (concertations en cours, évolutions législatives et réglementaires, lancement d'appel à projets, etc.)



# 1.

La pyrogazéification pour la production de carburants : comment ça marche ?

# La pyrogazéification : qu'est-ce que c'est ?



1. La **PYROLYSE** est un traitement thermique de matières carbonées sèches, en absence d'oxygène, produisant une phase gazeuse (« gaz de synthèse » ou « syngaz »), liquide (huile) et solide (char).

2. La **GAZÉIFICATION** est une pyrolyse suivie d'un processus de transformation des phases non gazeuses en gaz de synthèse par ajout d'une petite quantité d'air, d'oxygène, de CO<sub>2</sub> ou de vapeur d'eau.

→ **CONVERSION DE LA MATIÈRE** en composés énergétiques ouvrant la voie à divers modes de valorisation :

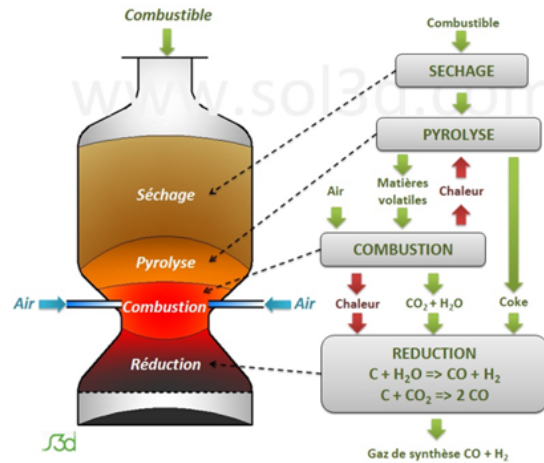
- Thermique, électrique
- Remplacement de consommations fossiles
- Production de méthane injectable dans les réseaux, hydrogène, biocarburants, biochar, etc.



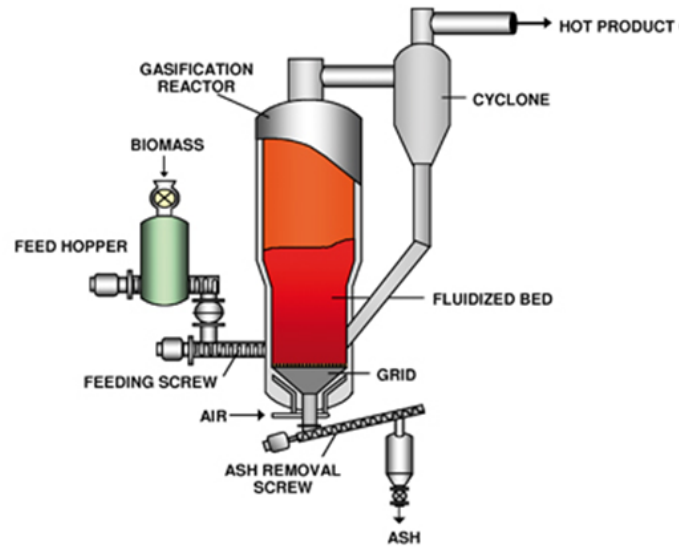
# Une multitude de procédés technologiques

Choix selon : nature et caractéristiques des intrants, capacités, modes de valorisation

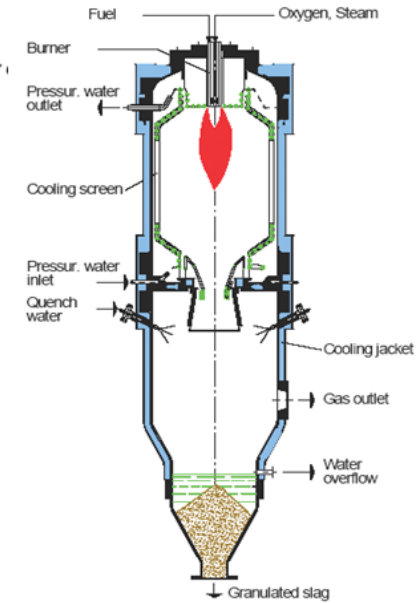
Taille des particules (de 500 microns à la plaquette forestière)



Lit fixe



Lit fluidisé



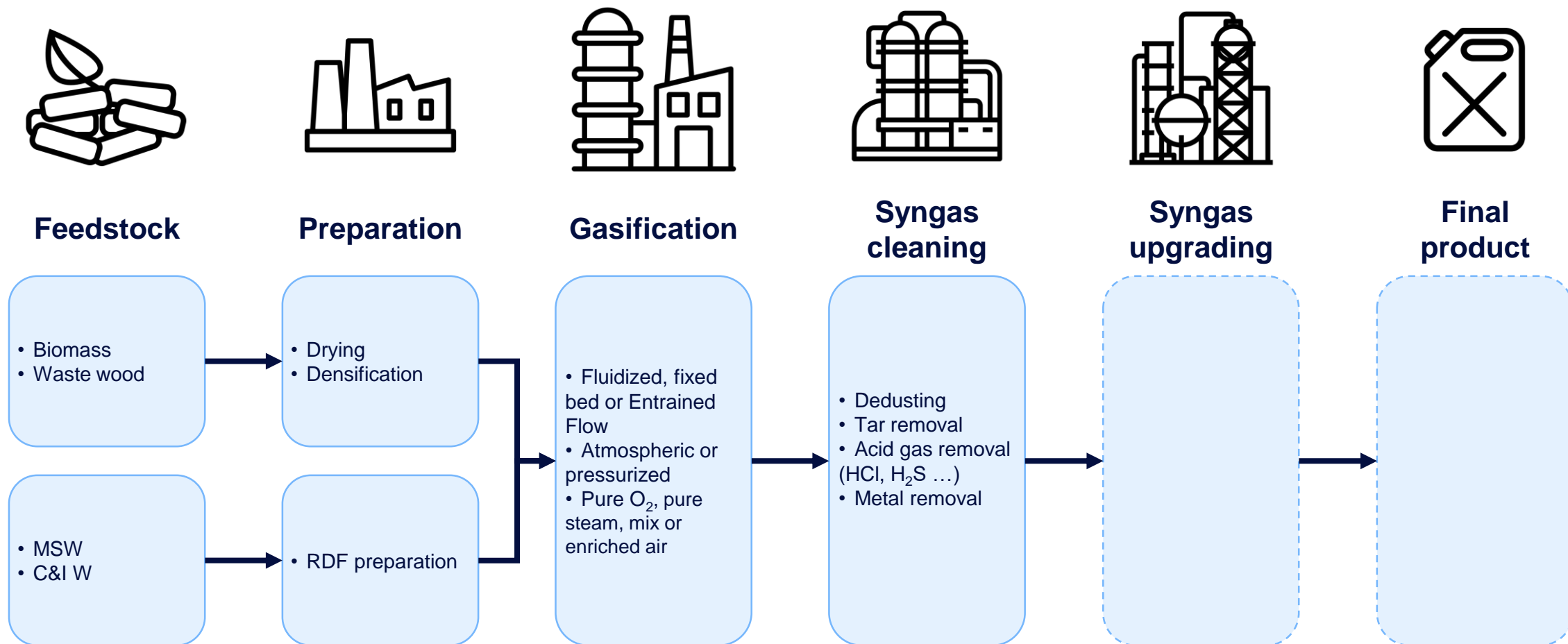
Réacteur à flux entraîné

Taille et CAPEX croissant



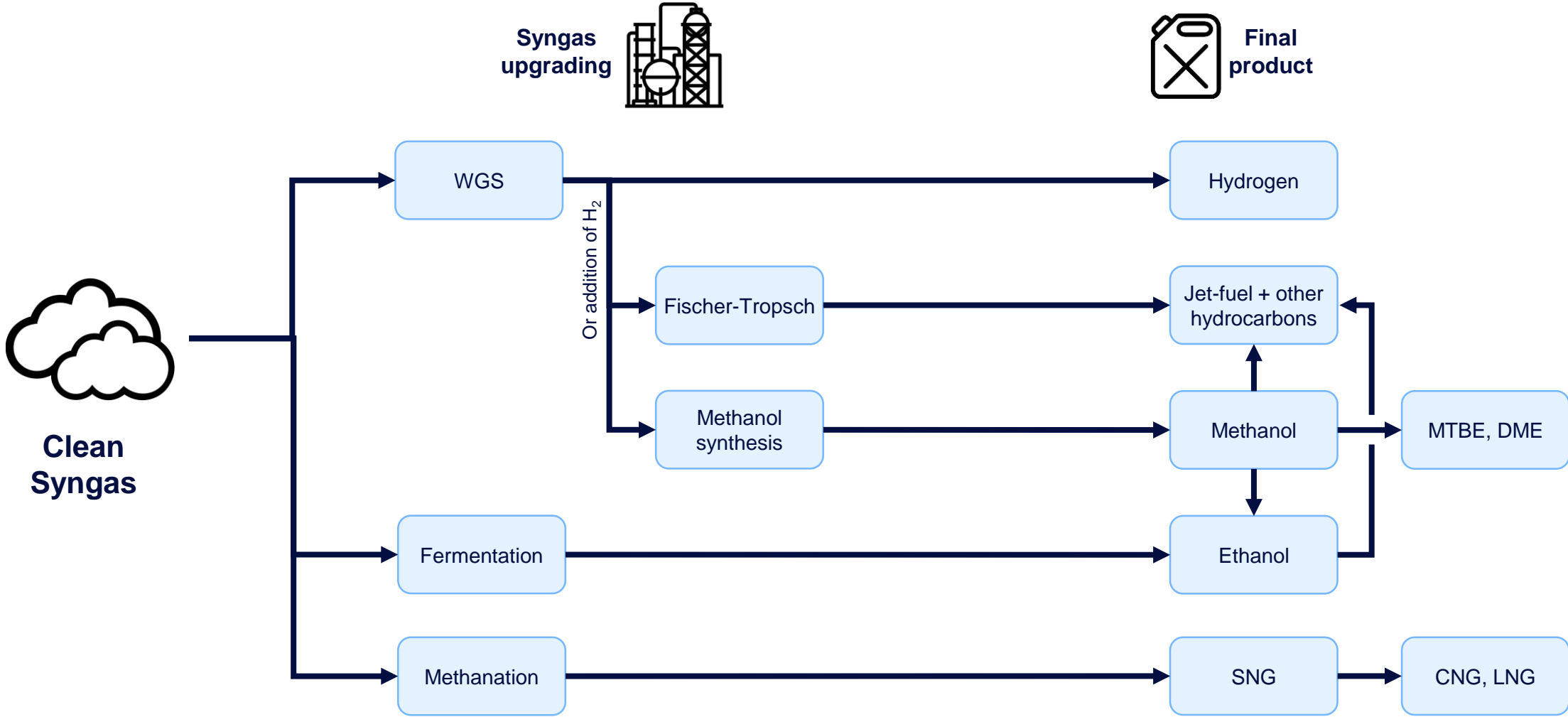


# Carburants avancés produits par pyrogazéification : Le champ des possibles



# Carburants avancés produits par pyrogazéification :

Le champ des possibles



\* Pictos by Ruliani08, Jongrak & IronSV from NounProject.com

# 2.

La pyrogazéification pour la production de carburants : où en est-on aujourd'hui ?

## → La réglementation, un élément clé pour le développement de la filière pyrogazéification/biocarburants:

- La production de biocarburants via pyrogazéification à partir de biomasse/déchets n'est en général pas compétitive avec les énergies fossiles (pré-Ukraine).
- La réglementation va en général stimuler la demande pour augmenter les prix d'achat des biocarburants.

## → En Europe, c'est la REDII qui fixe le cadre et les objectifs de production :

- Elle définit les "Biocarburants Avancés" et les "Carburants à base de carbone recycle".
- Elle fixe la part que doivent atteindre les Biocarburants Avancés dans le mix énergétique : 0.2% en 2022 puis 3.5% en 2030 par rapport au total route + rail.

## → En France, l'incitation est opérée via la TIRIB:

- La Taxe incitative relative à l'incorporation de biocarburants (TIRIB) est redevable par les metteurs sur le marché en cas d'écart avec les objectifs

## → Pour les metteurs sur le marché, il s'agit donc :

- D'atteindre les objectifs => trouver les technologies et les ressources.
- Les atteindre au moindre coût => les technologies de production de biocarburant avancé ne sont alors pas en compétition avec l'équivalent fossile, mais avec les autres technologies permettant de produire des biocarburants avancés.

## → Autres technologies / ressources permettant de produire des biocarburants avancés:

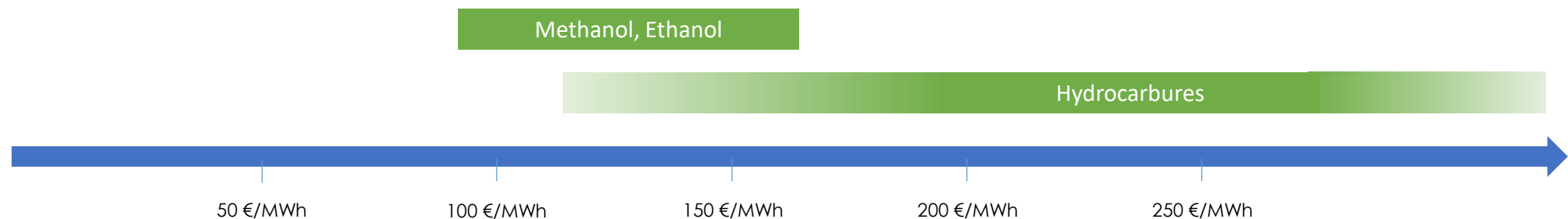
- Bio-GNV / Bio-GNL produit par méthanisation
- Biodiesel produit à partir d'huile de tall ou d'effluents d'huile de palme (POME)

## → Bilan CO2 :

- La REDII impose 65% de réduction de GES par rapport à l'équivalent fossile pour les biocarburants avancés et 70% pour les Carburants à Base de Carbone Recyclé. Selon la REDII, la référence fossile transport est de 94 gCO<sub>2</sub>/MJ.
- La méthodologie de calcul des émissions de GES pour les Carburants à Base de Carbone Recyclé n'est pas encore publiée.

## → Données économiques :

- Beaucoup de variables d'entrée impactent fortement le modèle : cout de l'entrant, %age de C biogénique, prix de vente du Carburant à base de Carbone Recyclé, taxe CO<sub>2</sub>...
- Prix de vente sortie usine du biocarburant produit par pyrogazéification selon données littérature et annonces :



## HORS EUROPE

### Edmonton (Canada)

- 100 kt/an CSR
- Methanol / Ethanol
- En fonctionnement



### Varenes (Canada)

- 130 kt/an
- Methanol
- Ingénierie de détail



### Sierra (USA)

- 175 kt/an
- Jet fuel
- Mise en route ?



## EUROPE

### Rotterdam (P-B)

- Jusqu'à 360 kt/an CSR
- Jet fuel
- Mise à jour DDAE



### Tarragona (Espagne)

- 260 kt/an CSR
- Methanol
- Ingénierie de détail



### Amsterdam (P-B)

- 175 kt/an
- Methanol
- ??



### Livorno (Italie)

- 200 kt/an CSR
- Methanol
- ??



## FRANCE

### Blainville (France) – TH2

- 120 kt/an bois déchet
- Ethanol
- Préparation dépôt DDAE



### Dunkerque (France) – BioTfuel

- 3 t/h biomasse
- Hydrocarbures
- Phase de test terminée



## → Projet BioTfuel – Dunkerque (France)



**Objectif : développer, démontrer et commercialiser une chaîne complète Biomass-to-Liquid**

- Chaîne de procédés validée et optimisée sur une large gamme de biomasses (4 types de biomasses testés)
- **Phase de R&D terminée mi-2021** - Résultats : validation, mise au point et optimisation de la chaîne de procédés à l'échelle semi-industrielle
- Unités opérées plus de 1000 heures pour l'étape de gazéification et plus de 1500 heures pour l'étape de torréfaction



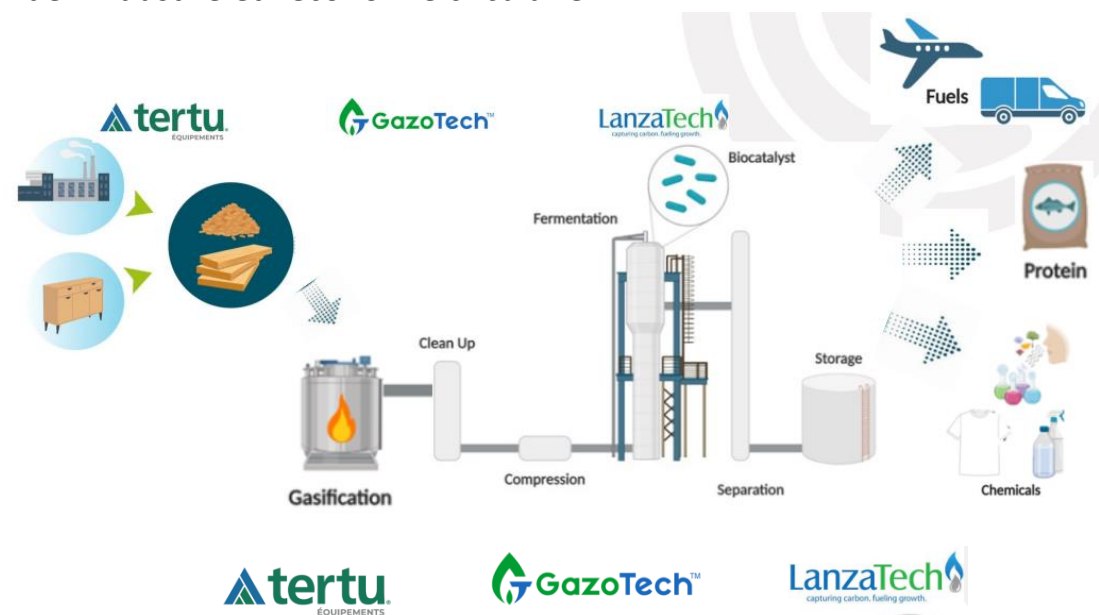
## → Projet TH2 – Caen (France)



**Objectif : produire du bio-éthanol de 2ème génération à partir de bois déchet avec la participation de l'écosystème industriel normand**

**Chiffres clefs :**

- 120 kt de bois déchets sourcés localement auprès des éco-organismes et des acteurs du marché du recyclage, le bois sera acheminé par voie fluviale.
- 26 600 m3 de bioéthanol / an respectant les critères RED II
- Investissement CAPEX : 160 M€ - porté par un groupement d'entreprises privées et soutenu par des financements étatiques pour la décarbonation de l'industrie et l'économie circulaire





## Installations Enerkem

### → Enerkem Alberta Biofuels - Edmonton (Canada)

1<sup>ère</sup> installation de transformation de déchets en biocarburant à vendre son éthanol dans le cadre de la norme américaine sur les carburants renouvelables (approbation d'enregistrement de l'Agence américaine de protection de l'environnement en 2017)

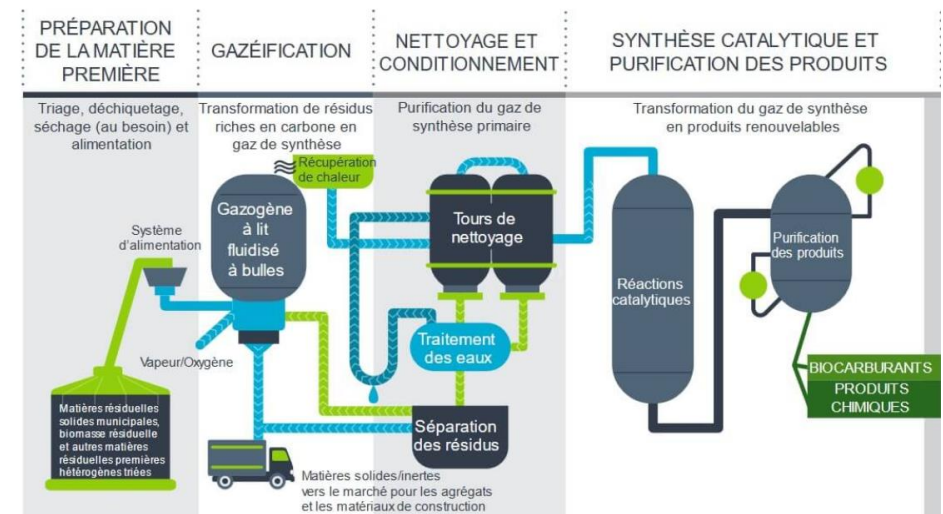
- **Statut** : en fonctionnement (?)
- **Capacité** : 100 kt/an feedstock
- **Intrants** : RDF, bois déchet, refus de tri
- **Produits** : méthanol, ethanol



### → Varennes – Québec (Canada)

Décembre 2020 : annonce construction d'une usine de biocarburants de 875 M\$ canadiens à Varennes avec un groupe de partenaires stratégiques (Shell, Suncor, Proman, Hydro-Québec) et avec le soutien des gouvernements du Québec et du Canada. Varennes Carbon Recycling (VCR) produira des biocarburants et des produits chimiques renouvelables à partir de matières résiduelles non recyclables ainsi que de déchets de bois.

- **Statut** : ingénierie de détail
- **Capacité** : 130 kt/an de feedstock + Electrolyse
- **Intrants** : résidus de sylviculture, déchets non recyclables issus d'activités commerciales
- **Produits** : methanol





## → 2020 : Appel à Manifestation d'Intérêt :

- Appel à Manifestation d'Intérêt pour des projets de création d'unités de production de biocarburants avancés pouvant être utilisés dans l'aéronautique.
- Dépôt des dossiers à l'été 2020.

## → 2021 : Appel à projets carburants aériens :

- Appel à projets national ADEME : « Développement d'une filière de production française de carburants aéronautiques durables ».
- Deux axes : Soutien à l'ingénierie pre-FID et Soutien à la construction d'unités de démonstration ou pilotes
- Dépôt des dossiers jusqu'en avril 2022.

## → 2022 : Appel à projets produits biosourcés :

- Appel à projets national « Produits biosourcés et biotechnologies industrielles ».
- Thème 1 : Mobilisation ressources biomasse.
- Thème 2 : Développement procédés / Démonstration
- Thème 3 : Accompagnement industrialisation
- « *Seront également priorités les projets ayant une ou des applications permettant de sécuriser significativement l'approvisionnement en matériaux ou produits nécessaires à des filières de l'agroalimentaire (y compris les emballages), de production/stockage/distribution d'énergie, des **transports et de la mobilité**, de l'aéronautique, du spatial, de l'électronique, de la défense et de leur technologies intermédiaires, filières identifiées comme prioritaires dans le plan d'investissement France 2030.* »

# 3.

La pyrogazéification pour la production de carburants : et demain ?

## CONTEXTE :

- Le projet "Prospective Energies Ressources" de l'ADEME vise à établir **4 scénarios permettant d'atteindre la neutralité carbone en 2050** - un panorama complet du paysage énergétique (sources + consommations) y est établi.
- L'objectif de cet exercice est de :
- construire des « profils » de scénarios présentant une cohérence interne ;
  - illustrer le champ des options possibles à long terme pour atteindre une neutralité carbone et en explorer les diverses implications ;
  - éclairer les décisions incontournables à court terme.

### → Répartition des biocarburants par typologie de carburants :

- les substituts à l'essence** seraient assurés par un carburant composé de 85% vol. d'éthanol et 15% vol. d'essence synthétique (issue des procédés HVO et/ou B-t-L) ou 100% éthanol;
- les substituts au gazole routier** seraient assurés par le biodiesel EMAG, puis les gazoles synthétiques de type HVO et le biodiesel issu du **B-t-L**
- les substituts au kérosène** pour le transport aérien sont composés en différentes proportions de biocarburants certifiés ASTM de type SPK (Synthetic Parafinic Kerosen) parmi lesquels on retrouve les HEFA (voies HVO et EMAG), les **FT (voie B-t-L)** et les e-kérosènes (voie P-t-L).

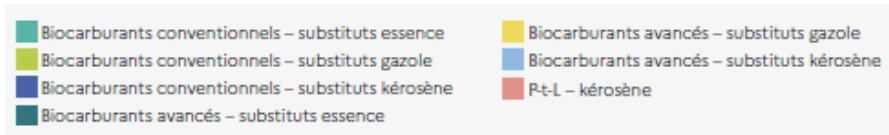
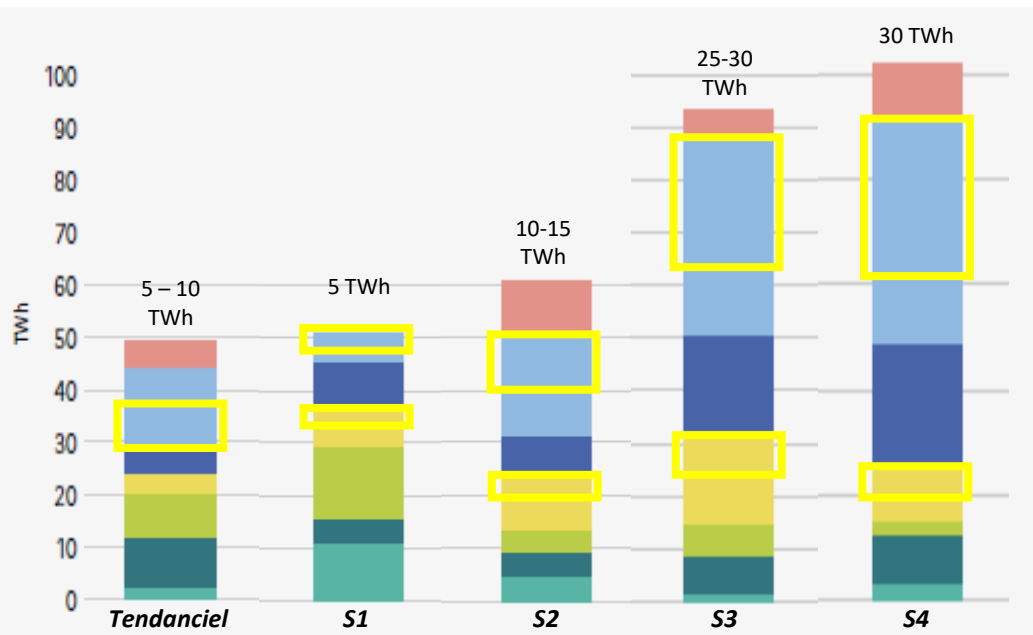
## LA SOCIÉTÉ EN 2050




Tableau 5 Pénétration des technologies de productions de carburants biosourcés et de synthèse par scénario

	TEND	S1	S2	S3	S4
Biocarburants conventionnels (EMAG, HVO, bioéthanol)	+++	+++++	++++	+++	+++
Biocarburants avancés – 2G – lignocellulosiques	+++	-	+	++++	++++
Biocarburants avancés – 2G – CSR	-	+	++	-	++
Biocarburants avancés – 3G – microalgues	-	-	-	++	++
Électro-carburants	+	-	++	+	++

## Production de biocarburants en 2050 suivant les différents scénarii

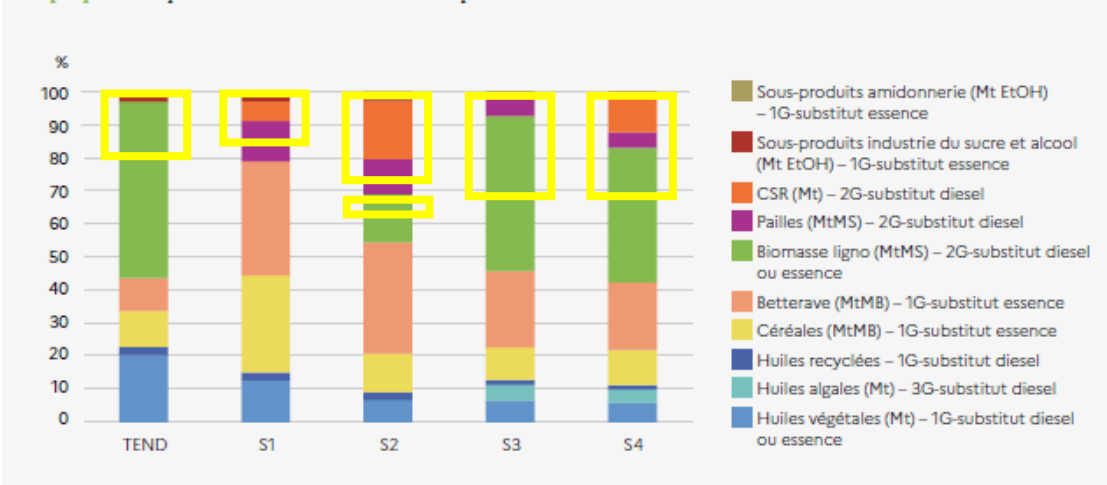


X TWh  
 Contribution supposée de la pyrogazéification

## CONTRIBUTION PYROGAZEIFICATION DANS LES SCENARII

- Contribution variable **entre 5 et 30 TWh environ** pour la pyrogazéification, suivant les scénarii. Même dans le scénario le plus sobre (S1), contribution non négligeable de la pyrogazéification : au moins 5 TWh, soit environ 4 Mt de MS.
- La pyrogazéification des CSR a une contribution variant entre 0 (S3) et 3 Mt/an (S2).
- En général, la pyrogazéification va plutôt alimenter **la filière carburant aérien**.

Graphique 11 Répartition des ressources biomasse pour chacun des scénarios



## Conclusions de l'ADEME sur la filière - Etude « Filières gazéification » :

- **Carburants avancés produits par pyrogazéification de biomasse / déchets non recyclables directement utilisables** par le parc existant (routier, aérien) et peuvent contribuer à la **décarbonation du secteur des transports**, dans l'attente ou en complément d'autres leviers (électrification, hydrogène).
- En comparaison des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération, la filière gazéification présente l'avantage d'**éviter les conflits d'usage avec des cultures alimentaires**.
- La LTECV prévoit **15% d'EnR dans le secteur des transports à horizon 2030**. La PPE vise une incorporation de 3,8 % de biocarburants avancés pour la filière essence en 2028, et de 2,8 % pour la filière gazole.

# 4.

La pyrogazéification pour la production de carburants : Conclusions et perspectives

## REGLEMENTATION

- REDII/REDIII
- Méthodologie RCF

## INDUSTRIALISATION

- Dynamisme, nombreuses annonces
- Soutiens aux projets (IF, AàP...)

## TAILLE / RESSOURCE

- Taille minimale nécessaire
- Accès à la ressource : diversification des entrants

**Merci pour votre attention !**  
**DES QUESTIONS ?**





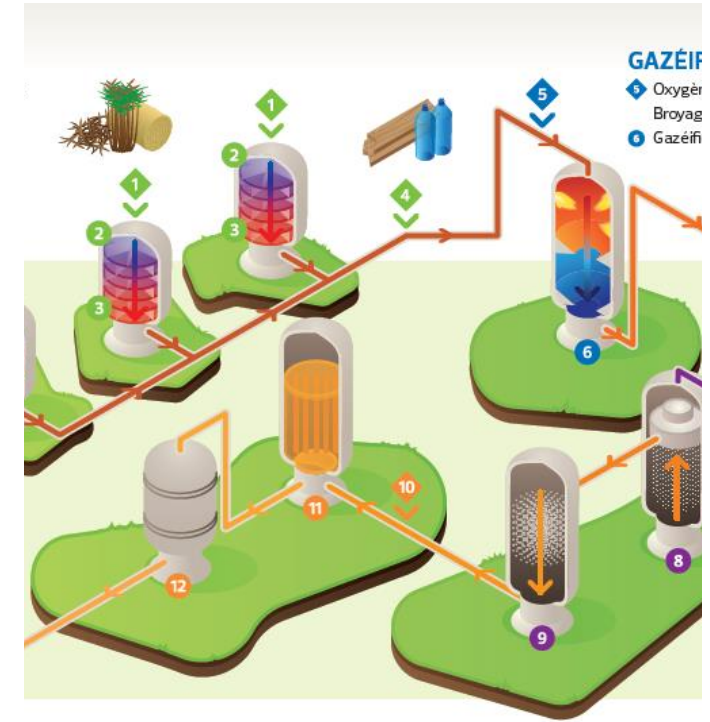


## WEBINAIRE : LES BIOCARBURANTS AVANCÉS

# BioTfuel

M. MORIN

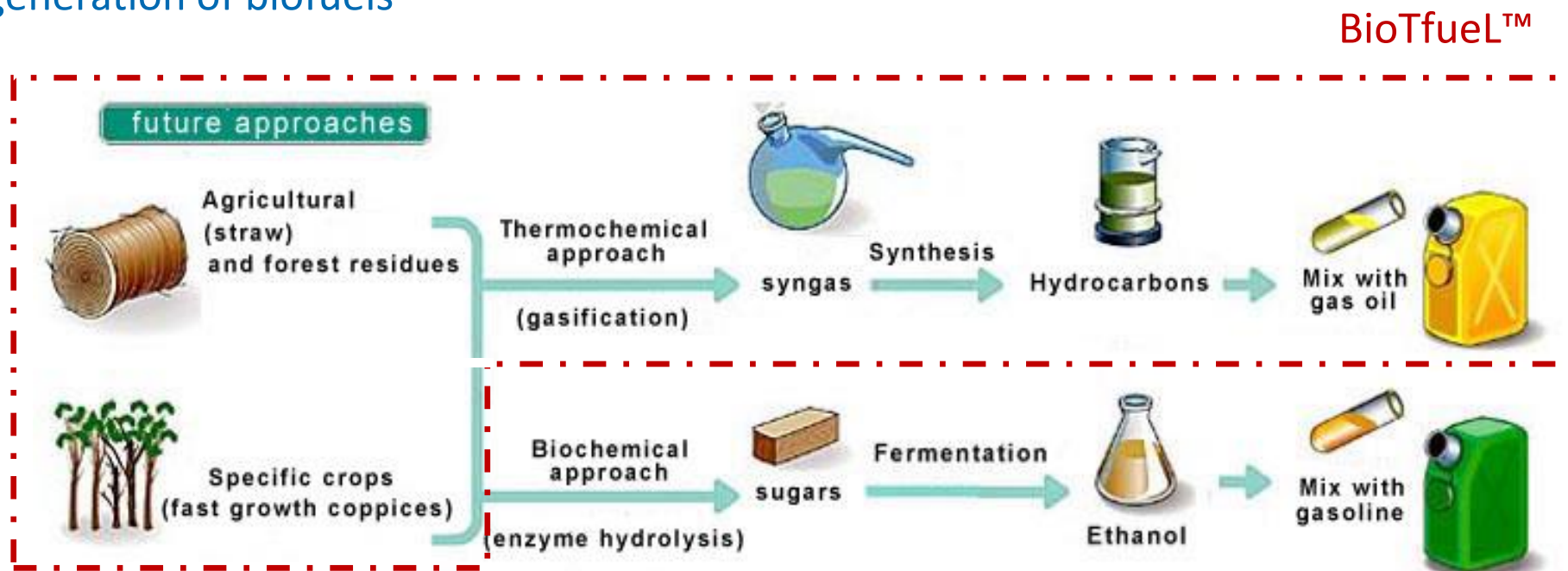
IFP ENERGIES NOUVELLES



# THE BIOFUEL PATHWAY

● 1<sup>st</sup> generation of biofuels (Ethanol, FAME...)

● 2<sup>nd</sup> generation of biofuels



Source: IFP Energies Nouvelles

● Future generation of biofuels from algae

# THE BIOTFUEL PROJECT

## PRESENTATION



ÉNERGIES NOUVELLES

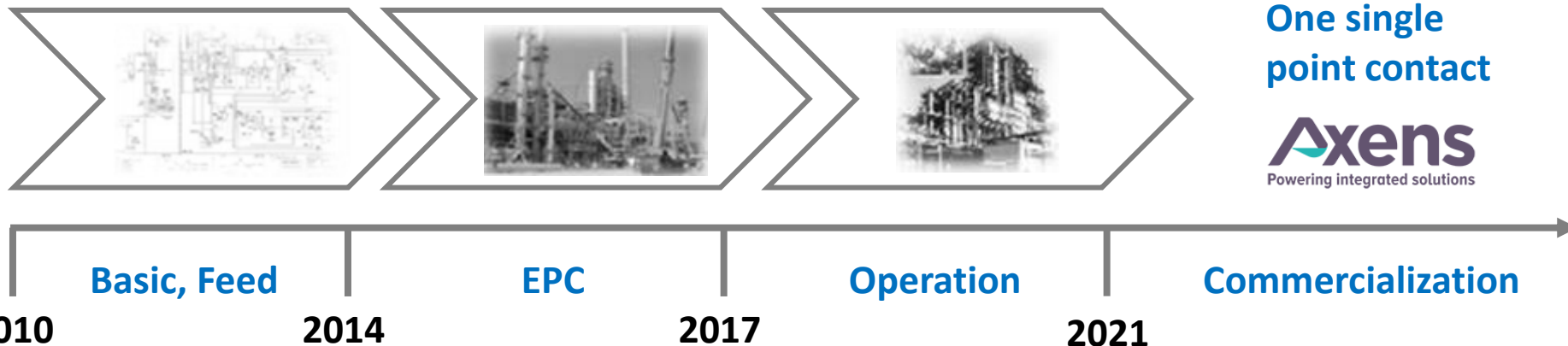
The BioTfuel project purposes are to :  
develop, demonstrate and commercialize a full B-XtL chain

The process chain was validated and optimized on a wide range of biomasses

End to end solution :

- ✓ From R&D to market
- ✓ From biomass to final product

6 partners



190 millions € €

11 + years R&D project

2 demo units





# THE BIOTFUEL PROJECT

## PRESENTATION

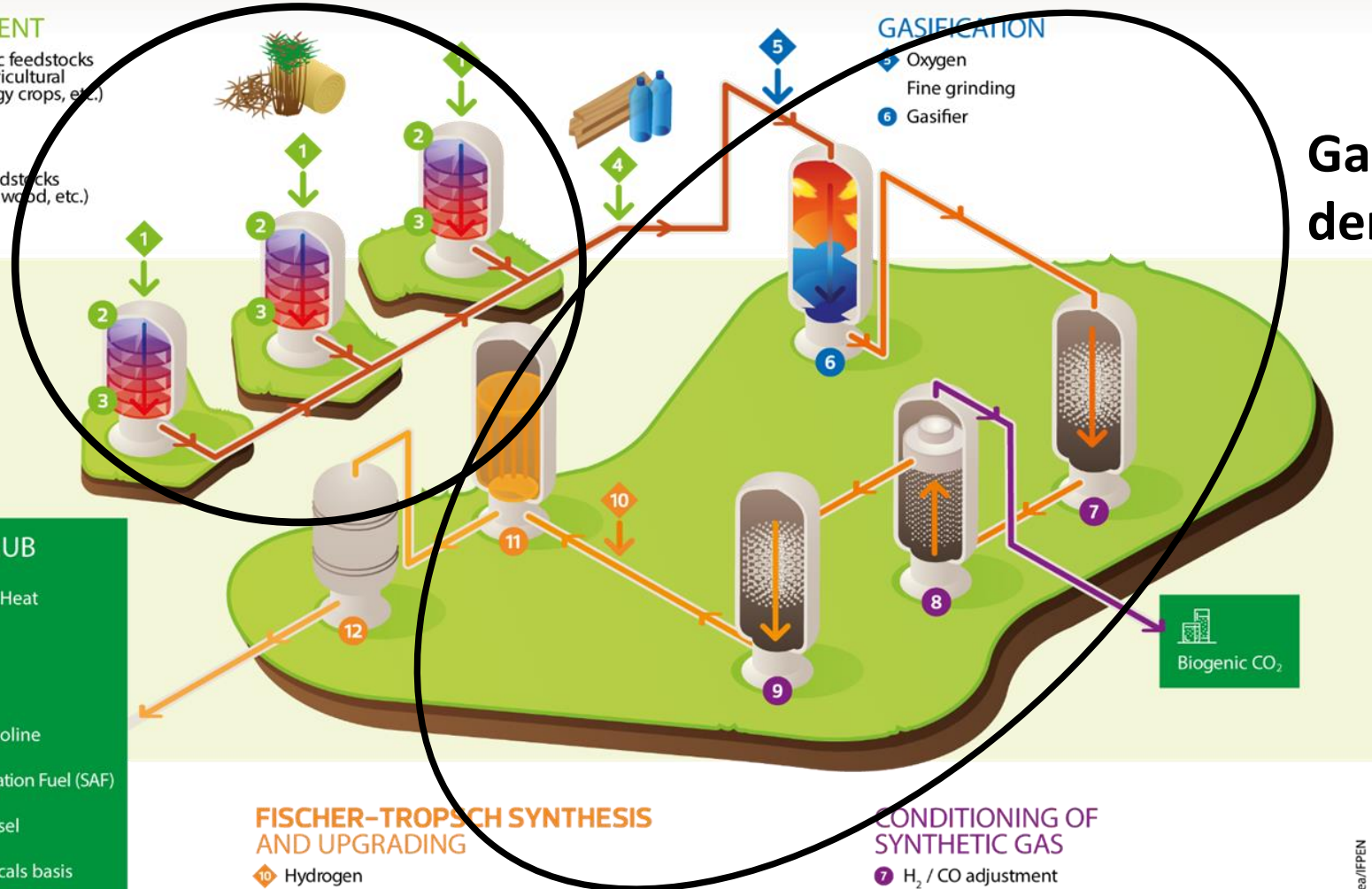


ÉNERGIES NOUVELLES

### Pretreatment demo plant

#### PRETREATMENT

- 1 Lignocellulosic feedstocks (forest and agricultural residues, energy crops, etc.)
- 2 Drying
- 3 Torrefaction
- 4 Alternative feedstocks (wastes, waste wood, etc.)



### Gasification demo plant

#### GASIFICATION

- 5 Oxygen
- 6 Gasifier

#### BIOENERGY HUB

- Green Power & Heat
- Biogas
- BioLPG
- Renewable Gasoline
- Sustainable Aviation Fuel (SAF)
- Renewable Diesel
- Biopetrochemicals basis
- Biolubes basis

#### FISCHER-TROPSCH SYNTHESIS AND UPGRADING

- 10 Hydrogen
- 11 Fischer-Tropsch synthesis
- 12 Hydrotreatment and hydrocracking

#### CONDITIONING OF SYNTHETIC GAS

- 7 H<sub>2</sub> / CO adjustment
- 8 Acid gas removal
- 9 Final purification

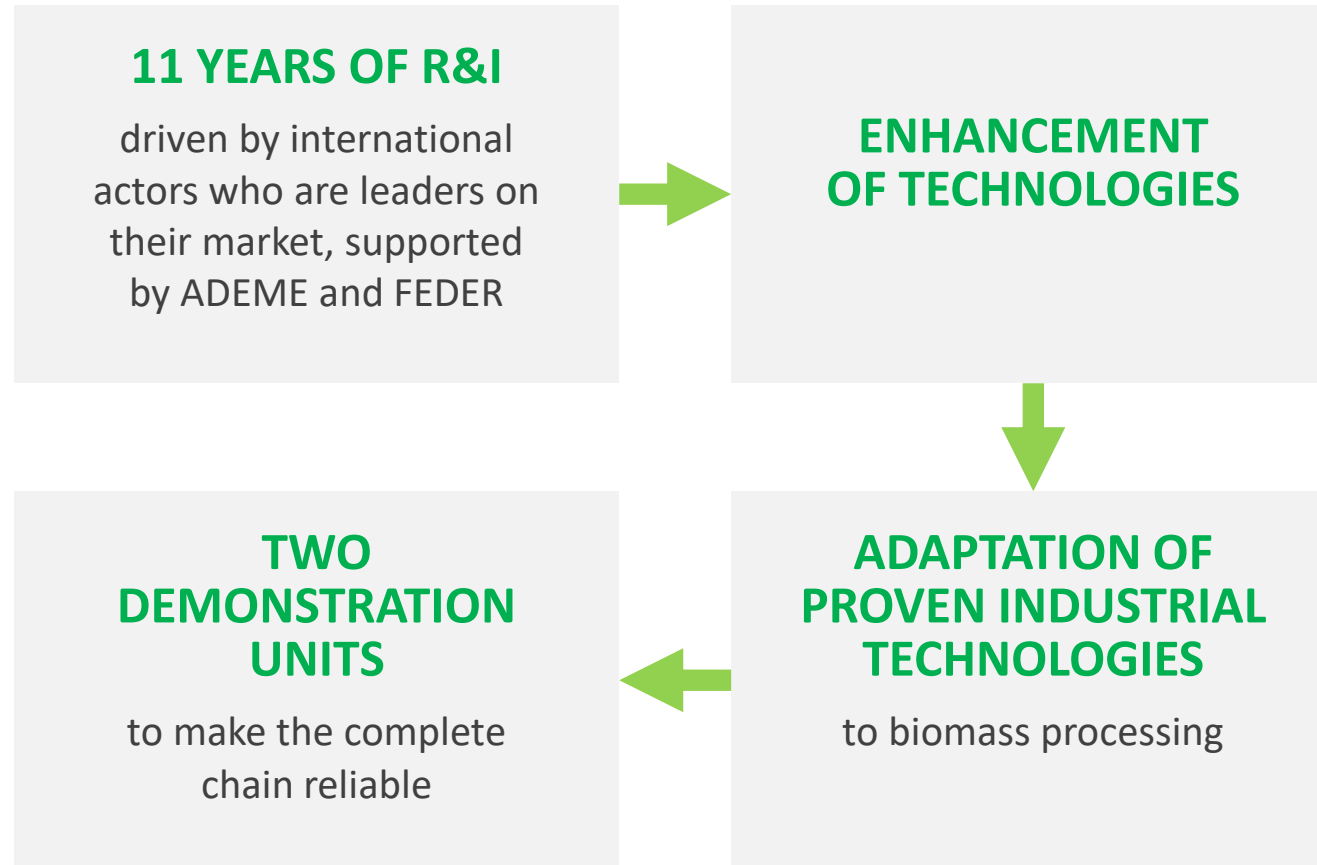
©Incea/IPPEN

# THE BIOTFUEL PROJECT

## PRESENTATION



ÉNERGIES NOUVELLES



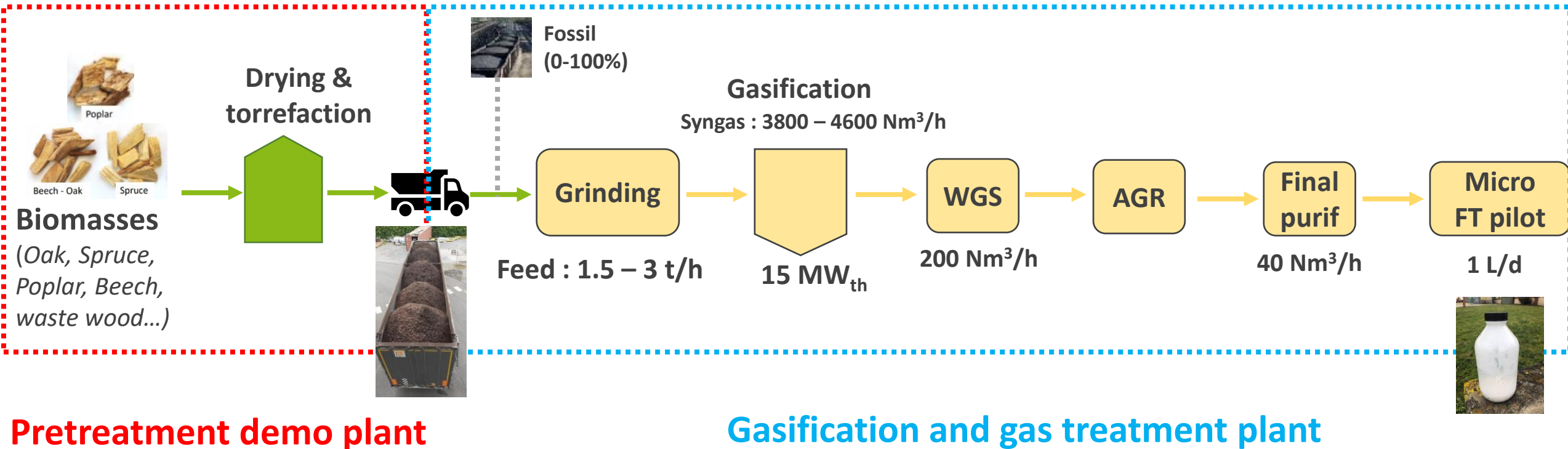
# THE BIOTFUEL PROJECT

## MULTI-SCALE DEMONSTRATION UNIT



ÉNERGIES NOUVELLES

- Each step is designed at the **minimum scale to get scale-up data** (mitigation of CAPEX/OPEX, gain of flexibility, limitation of HSE impacts)



**Pretreatment demo plant**

**Gasification and gas treatment plant**



# THE BIOTFUEL PROJECT

## PRETREATMENT DEMO PLANT



ÉNERGIES NOUVELLES

- Biomass drying and torrefaction
- Torrefaction leads to :
  - Easily grindable, fluidizable and stored product
  - Higher energy density
- Torrefied biomass : 3 t/h



Beech - Oak

Spruce

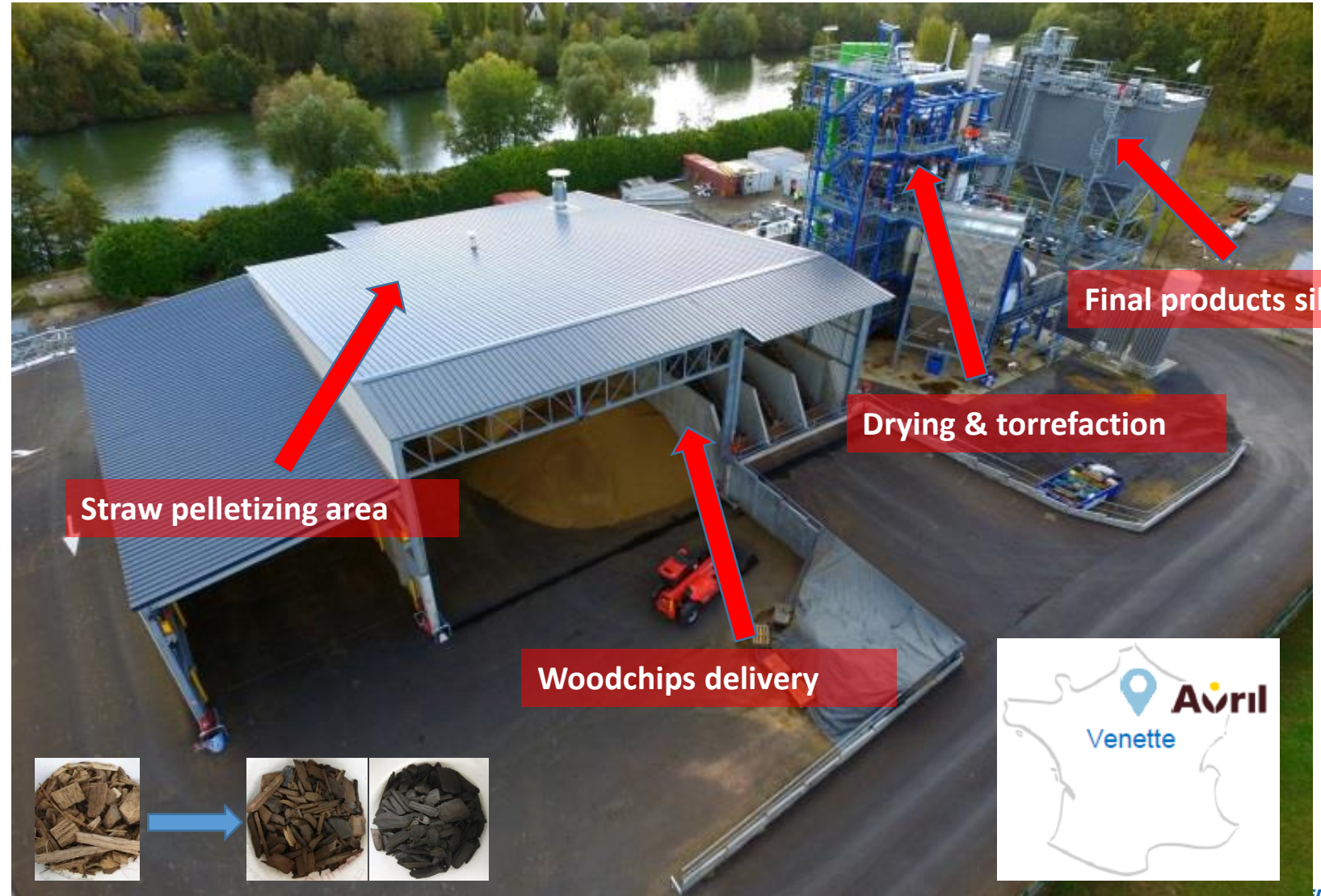
Poplar



Waste wood



Pelletized wheat straw



Straw pelletizing area

Woodchips delivery

Drying & torrefaction

Final products silos





# THE BIOTFUEL PROJECT

## PRETREATMENT DEMO PLANT



ÉNERGIES NOUVELLES





# PRETREATMENT DEMO PLANT

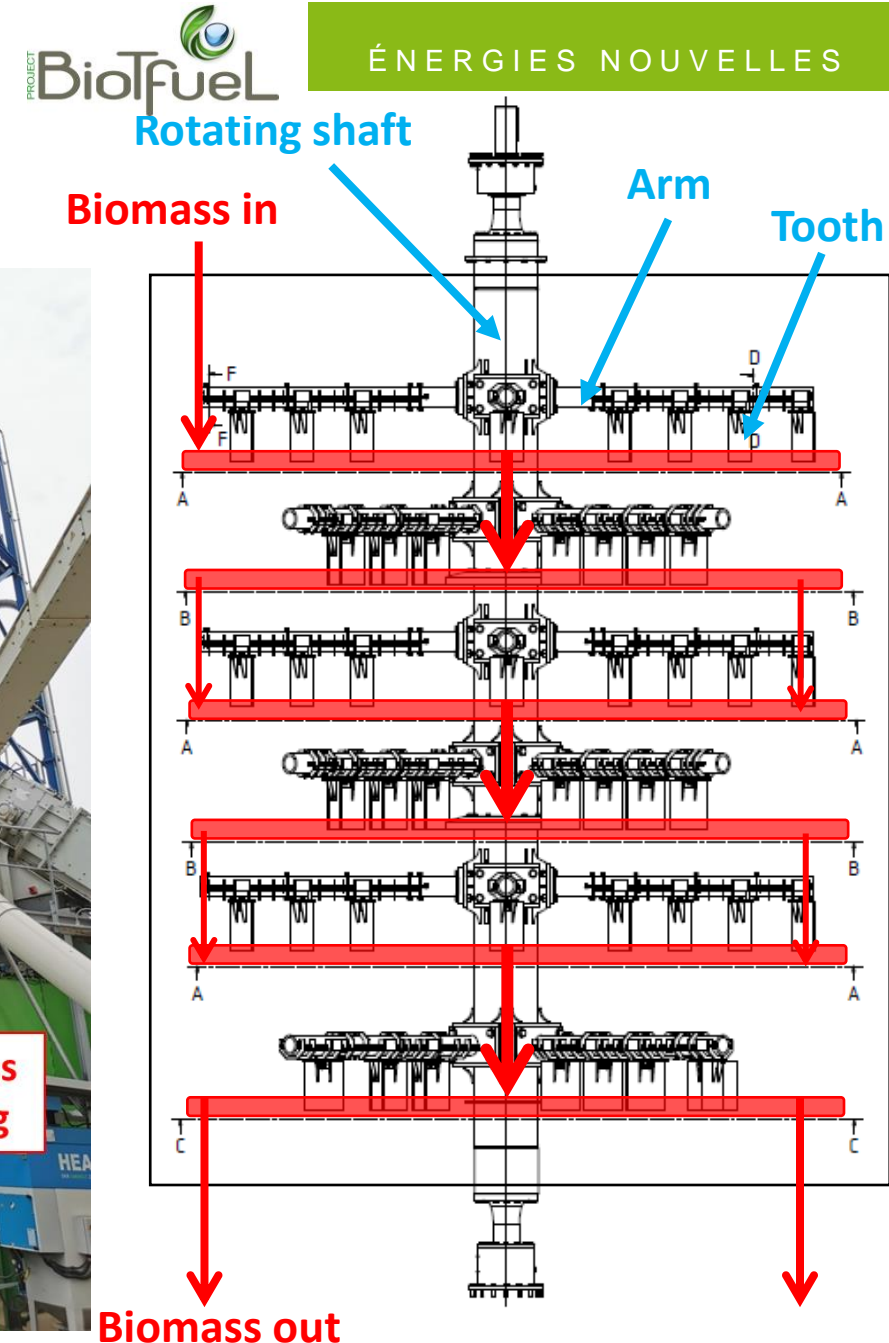
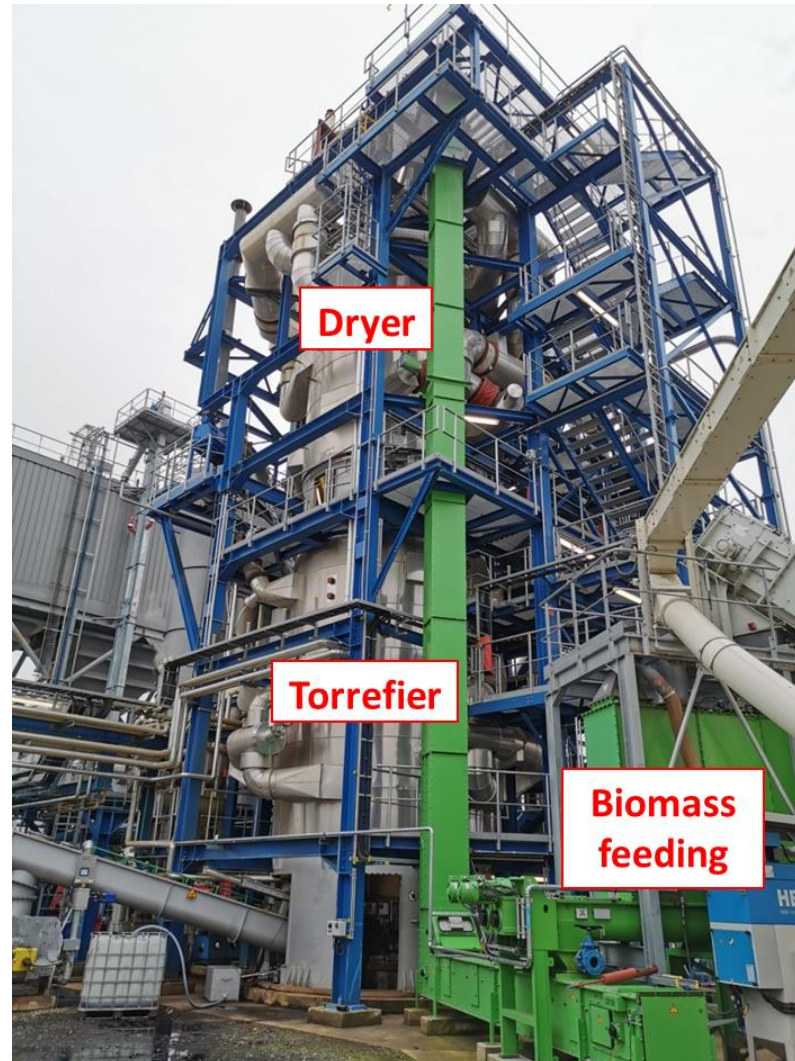
## THE MULTIPLE HEARTH FURNACE

### Multiple Hearth Furnace made of :

- Several hearths
- A central rotating shaft
- Arms located on each hearth and connected to the shaft
- Teeth connected to the arm used to sweep off the biomass
- Drop holes either at the inner or the outer part of the hearth

### Drying and torrefaction efficiency mainly depend on :

- Temperature
- Residence time
- Gas flow rate
- Biomass flow rate



# THE BIOTFUEL PROJECT

## GASIFICATION DEMO PLANT

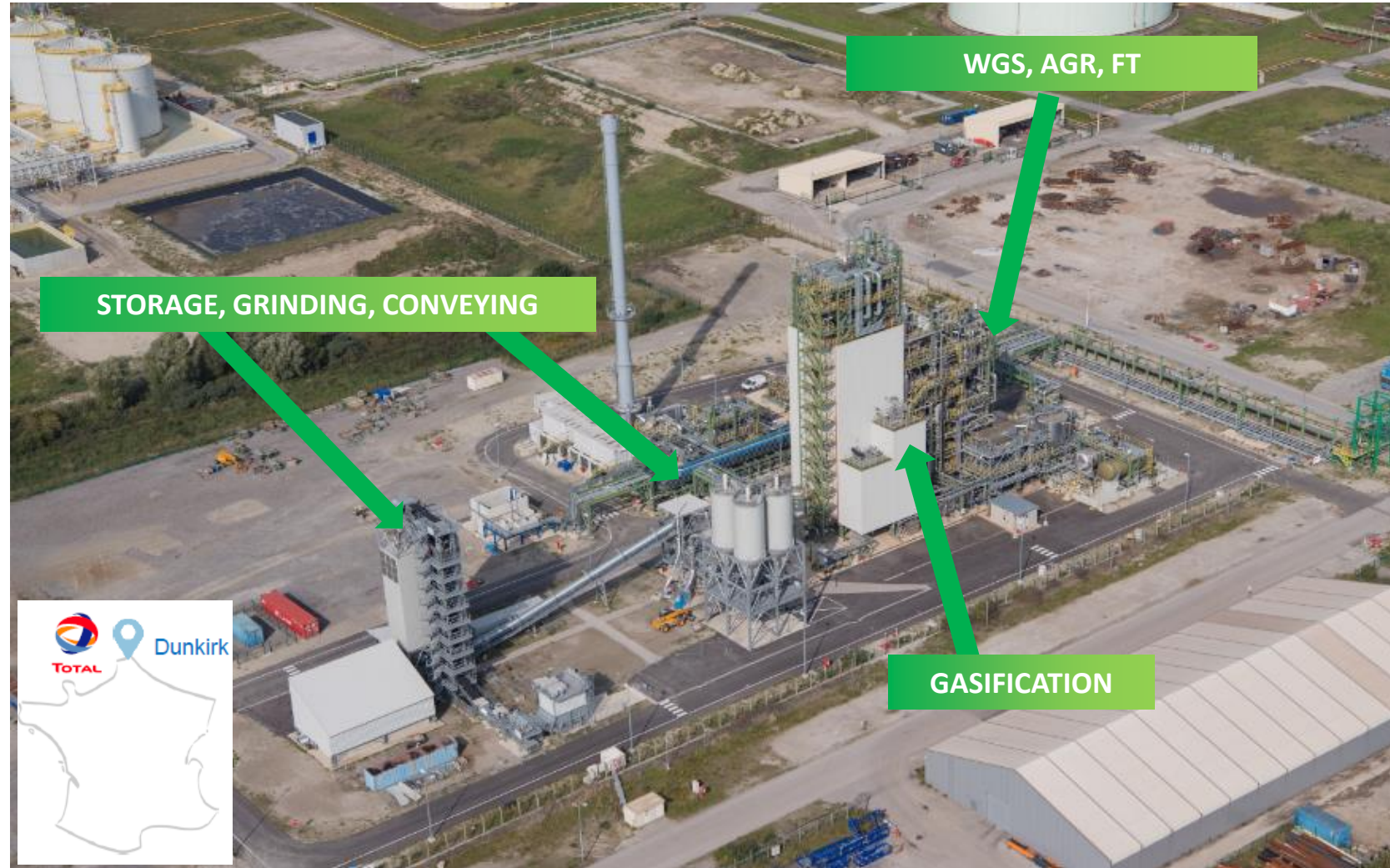


ÉNERGIES NOUVELLES

### ● Gasification, conditioning of synthetic gas and synthetic fuel production

- High carbon conversion
- High syngas yield and quality
- Produce renewable
  - ✓ Naphtha
  - ✓ Sustainable Aviation Fuel
  - ✓ Diesel

### ● Gasification : 15 MWth





# THE BIOTFUEL PROJECT

## GASIFICATION DEMO PLANT



ÉNERGIES NOUVELLES

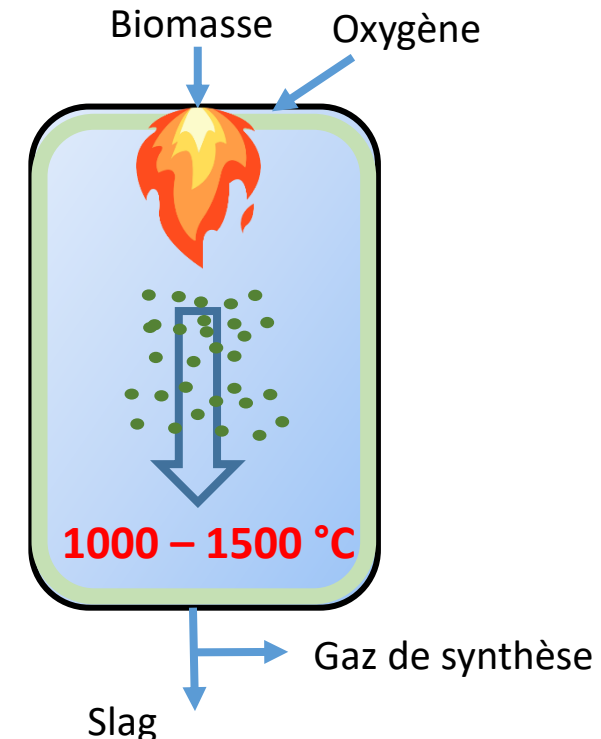


## Réacteur à flux entraîné

- Préparation ressources
  - Séchage
  - Broyage fin (0,1 – 0,5 cm)
  - Pressurisation, injection poudre
- Installations grandes capacités (> 50 MW<sub>th</sub>)
- Gaz riche en CO et H<sub>2</sub>, pas de goudrons
- Adapté aux ressources chargées en cendres
- Fonctionnement sous pression
- Application : Bio-fuel, hydrogène, éthanol
- Technologie mature pour charbon mais échelle démonstrateur pour biomasse
- Technologie hautes températures et hautes pressions = CAPEX important
- Préparation et transport de la charge

### Type de technologies de gazéification

- Le choix du procédé guidé par plusieurs facteurs :
  - La puissance de l'installation
  - Les caractéristiques et propriétés physico-chimiques de la charge
  - Le type d'application du gaz de synthèse en aval
- Réacteurs à lit fixe
- Réacteurs à lit fluidisé
- Réacteurs à flux entraîné







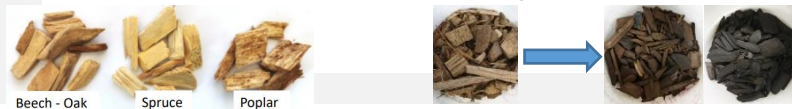
## PROMISING RESULTS

**Tests on tools** of representative industrial scale making it possible to address design, operational and optimization issues

**+ 1000 hrs of Gasification** of pure biomass in Dunkirk

(Oak, Spruce, Poplar, Beech, Miscanthus, waste wood ...)

**+ 1500 hrs of torrefaction** in Venette: product quality that meets expectations



**Production of Fischer-Tropsch Waxes from Biomass** : a global first, which validates the concept of the whole BioTfuel chain



**UNIQUE LEARNING/REX from success and troubleshooting**

# ON THE ROAD TO COMMERCIALIZATION



ÉNERGIES NOUVELLES

## ● Technology de-risking and optimization: **completed**

- Validate the process chain on **a wide range of biomasses**
- Production of **Fischer-Tropsch Waxes from Biomass**
- **Optimize** the operating conditions and **maximize** the yields
- Consolidate **performances** and **validate the extrapolation model**
- Implement **improvements** from operations feedbacks
- **Operability**, confirm the time on stream during **long term operations**



## ● Commercialization: **on going**

- Axens (on behalf of consortium): **single licensor** for the complete B-XtL chain
- A performance guarantee for the complete chain
  - For processes and catalysts
  - From biomass to final products
- A full set of **services from studies to unit start-up** and follow-up

Mathieu MORIN : mathieu.morin@ifpen.fr

*Innovater les énergies*

Retrouvez-nous sur :

 [www.ifpennergiesnouvelles.fr](http://www.ifpennergiesnouvelles.fr)

 @IFPENinnovation

