

La Pyrogazéification

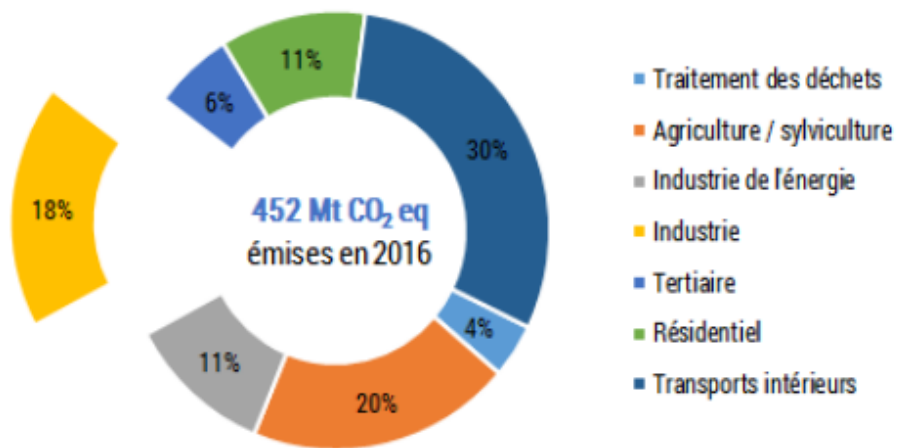
Valorisation du gaz de synthèse dans
des applications chaleur industrielle

Chourouk NAIT SAIDI
Déléguée Générale Club Pyrogazéification – ATEE



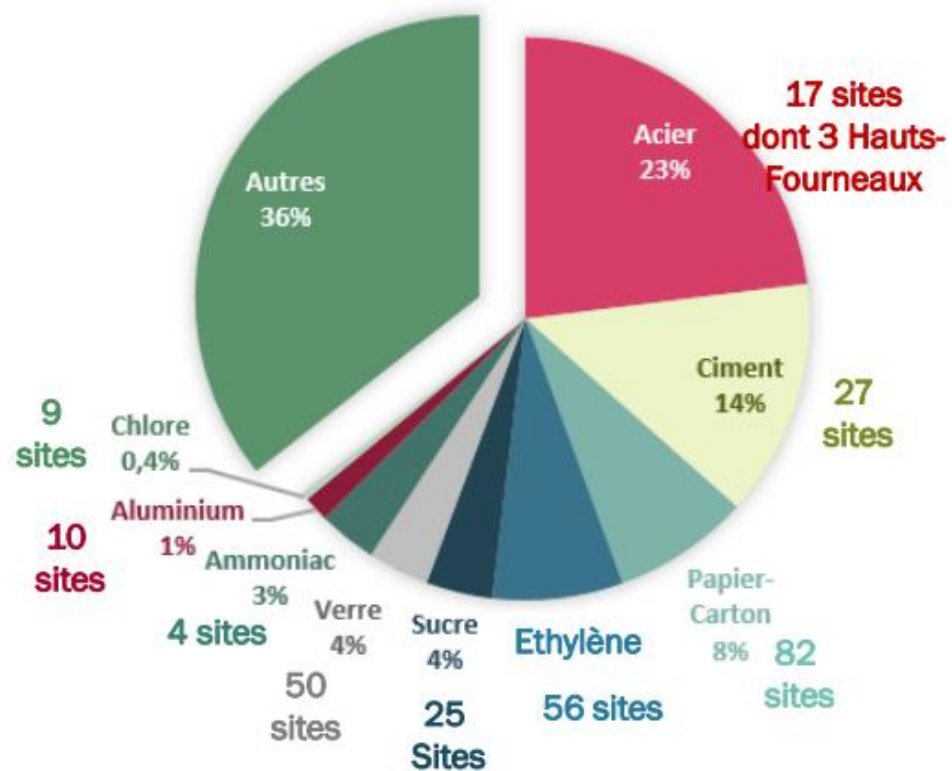
EMISSIONS GES INDUSTRIELLES ET DÉCARBONATION

Émissions totales de GES par secteur



source : Chiffres-clés Climat, Air et Energie . Ed. 2018. ADEME

Emissions directes de GES de l'industrie

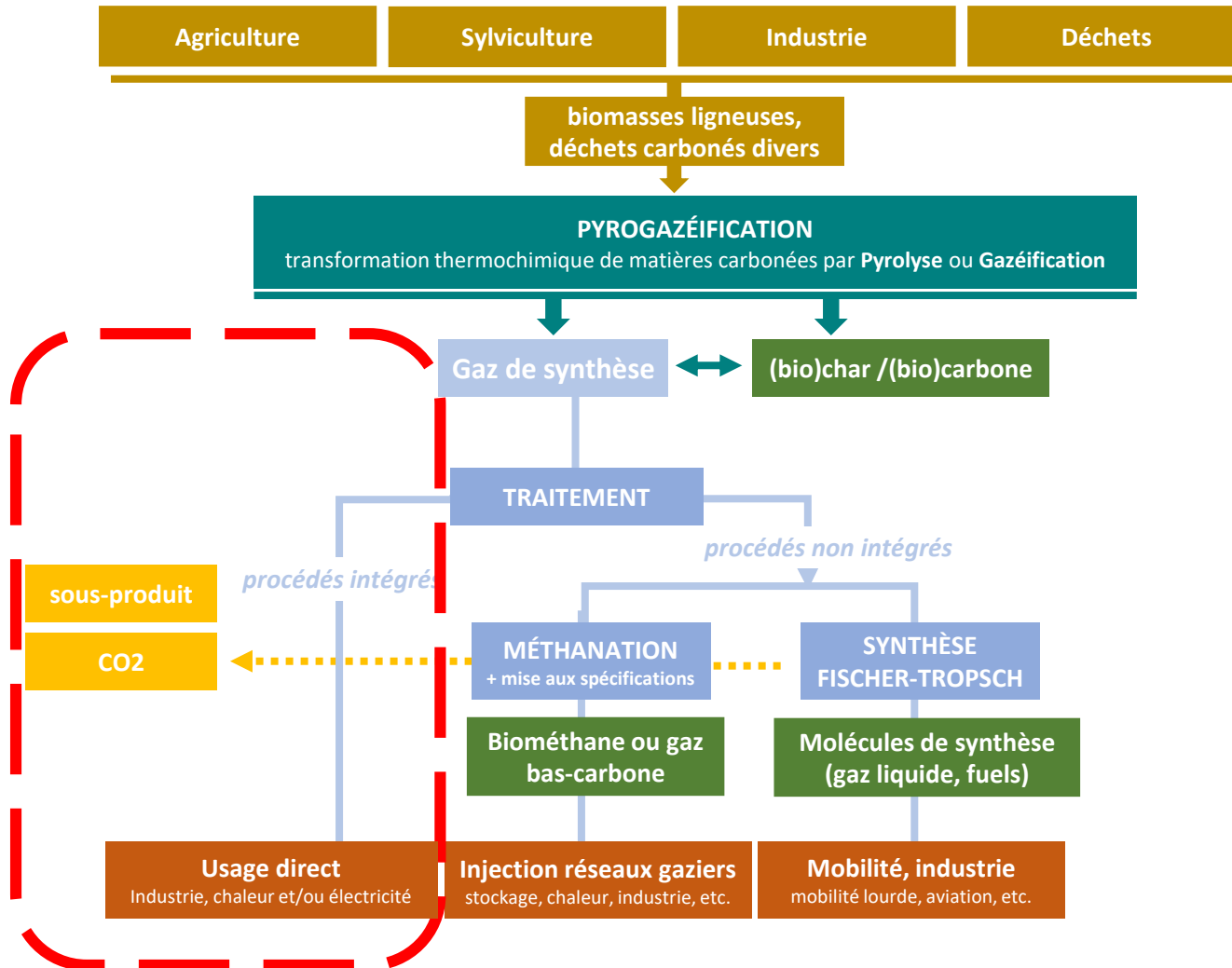


mix énergétique de l'industrie

- 1/3 : électricité
- 1/3 : gaz naturel
- 1/3 : autres combustibles

VALORISER LES RÉSIDUS SOLIDES DU TERRITOIRE EN ÉNERGIE RENEUVABLE LOCALE

La pyrogazéification, une solution de décarbonation énergétique



Une grande diversité de ressources

Matières organiques sèches (Biomasse)

- Plaquettes forestières
- Déchets verts et résidus d'agriculture
- Déchets vinicoles
- Déchets d'ameublements

Déchets carbonés non recyclables et non renouvelables

- Combustibles solides de récupération (CSR)
- Pneus usagés
- Plastiques non recyclables

VALORISATION DU GAZ DE SYNTHÈSE DANS DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Cette configuration se distingue donc de la combustion directe de matière solide :

- qui permet la production de vapeur puis éventuellement d'électricité,
- mais qui ne permet pas la production de **chaleur haute température dite « de process »**, telle que celle utilisée dans plusieurs activités « **hard-to-abate** » comme les procédés sidérurgiques, fours à chaux, etc.

La pyrogazéification, une solution de décarbonation énergétique de l'industrie



SOUTIEN AUX PROJETS PYROGAZÉIFICATION POUR LA DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE – AAP DECARB IND

Objectif

AAP de l'ADEME qui vise prioritairement des projets permettant la réduction de la consommation de combustibles et intrants fossiles sur sites industriels.

Thématiques principales

- Efficacité énergétique
- Modification du mix énergétique
- Modification du mix matière
- **Pyrolyse et gazéification** pour consommation sur site industriel
- Captage stockage et utilisation du CO2

Prochaine date de relève **7 mars 2024 (en attente de la reparution du cahier des charges)**

APPELS À PROJETS - EN COURS

(jusqu'au 12/12/2023 - 15:00 - Heure de Paris)

Décarbonation de l'industrie - DECARB IND+

☆ [Ajouter aux favoris](#)

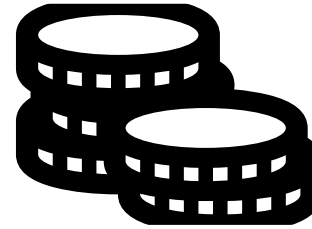
L'Appel à projets (AAP) DECARB IND+ vise à décarboner de manière profonde des sites industriels via l'efficacité énergétique, l'électrification des procédés, l'usage de l'hydrogène renouvelable ou électrolytique bas-carbone, et/ou encore l'usage de dérivés d'hydrogène renouvelable.

LES DÉFIS ET ATTENTES DES ACTEURS

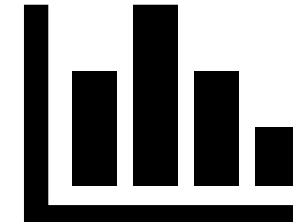
Des technologies nécessaires au mix énergétique de demain et qui ont aujourd'hui besoin d'un soutien public pour se développer.



Une réglementation adaptée
(difficultés de classification ICPE),
via des modifications de la
nomenclature ICPE et des AMPG
associés



**Préparer un dispositif de soutien
pérenne** permettant
d'accompagner l'industrialisation
de la filière.

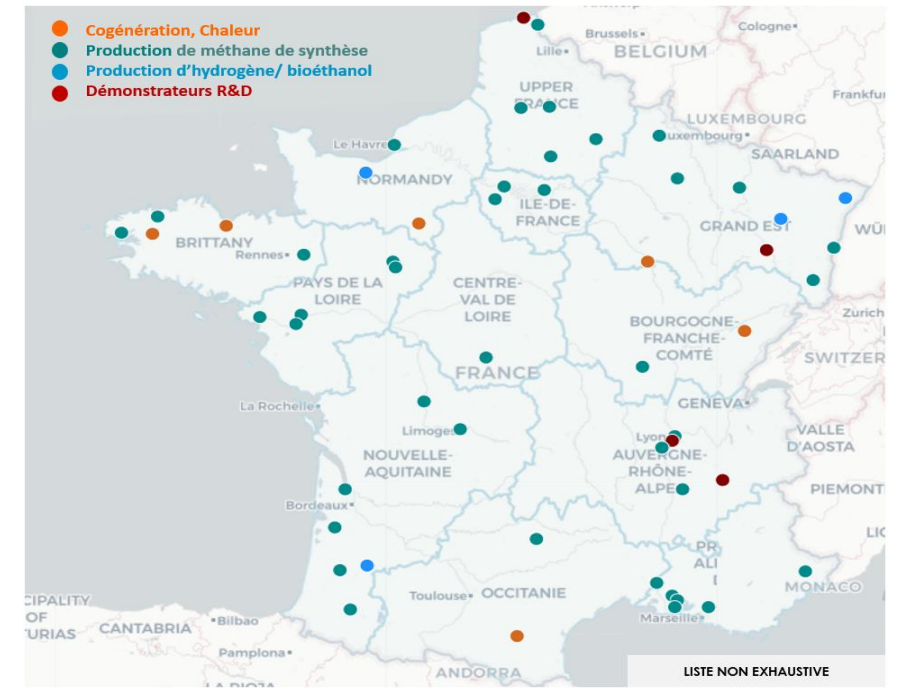
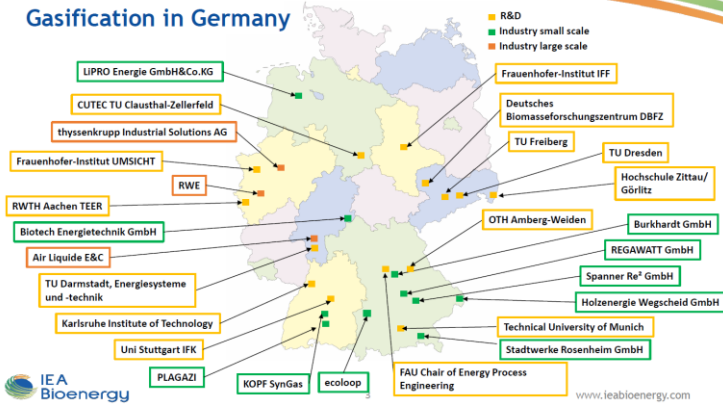


**Des objectifs de production
clairement intégrés** dans les
scénarios prospectifs orientant la
politique énergétique (**PPE 3/
SNBC**) de la France et de l'Union
Européenne (RED, Gas package ...)

OÙ EN EST-ON ? Une filière française dynamique mais également en Europe!

La pyrogazéification

s'appuie sur une **filiale française** dynamique, regroupant **des acteurs sur l'ensemble de la chaîne de valeur**, allant des start-ups aux grands groupes industriels, et impliquant des collectivités locales. Cela démontrent le **potentiel de la filière** et sa capacité à **participer à l'atteinte des objectifs de décarbonation** du mix énergétique français.

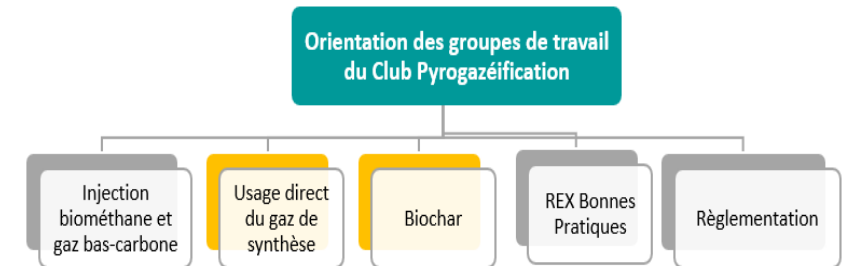


Cartographie Club pyrogazéification ATEE

Le Club Pyrogazéification de l'ATEE

Le Club **Pyrogazéification** a été fondé en 2014 pour structurer et animer une plateforme d'échanges entre tous les acteurs de la filière et les représenter collectivement

- **Veille juridique**, réglementaire et économique,
- **5 groupes de travail** (GT Injection gaz de synthèse, **GT usage direct**, GT Réglementation, GT Technique « Rex Bonnes Pratiques »), GT biochar
- **Représentation de la filière**, organisation de consultation et élaboration de propositions,
- **Cartographie et suivi des projets** ,
- **Participation aux instances européennes** (EBA...) et internationales (IEA Bioenergy Task33),
- **Elaboration de ressources techniques** et pédagogiques (webinaires, kit de communication...)
- Participation à des événements visant à faire connaître la filière pyrogazéification.



Contact : Chourouk NAIT SAIDI
Déléguée Générale – ATEE

email: c.naitsaidi@atee.fr
Tel : 07 52 62 58 29

Merci de votre attention

Pour plus d'échange

**Le Club Pyrogazéification
est présent au STAND D24**





Production de gaz renouvelable et biochar

Christophe Serpeau

Directeur développement

Energie et CO2

La France est une consommatrice effrénée de gaz fossile

L'industrie et l'agriculture consomment **150 TWh** par an et sont responsables de 36% des GES

GazoTech

Société créée en 2019 pour substituer la consommation de gaz fossile par du gaz renouvelable et répondre à la triple équation :

- **Valoriser** des déchets
- **Décarboner** l'énergie consommée
- **Réduire** la facture énergétique

Technologie

Nous produisons du gaz renouvelable par pyrogazéification de biomasse sèche résiduelle, ainsi que du biochar, coproduit de la réaction thermo-chimique.

Nos solutions balayent une **puissance allant de 0 à 7MW thermique** avec un gazogène et 21 MW thermique en parallélisant 3 gazogènes.

Business Model

Nous pouvons intervenir comme :

- Equipementier : nous fournissons des installations clé en main au client final
- Producteur Indépendant d'Énergie : Nous exploitons la centrale et vendons la molécule de gaz au client final

Réglementation

La pyrogazéification est éligible à la prochaine relève DECARBIND du 07/03/2024



Distillerie à Limoux

Substitution du gaz naturel dans un séchoir rotatif de 1,2 MW thermique

Fonctionnement en économie circulaire avec un déchet produit localement, le marc de raisin.
Le séchoir rotatif fonctionne du mois de novembre au mois de mai

Production de 3 GWh et évitant 600 t eq.CO2

Fonctionnement en gaz chaud

400 kg/h de marc de raisin

28 kg/h de biochar





Maraicher serriste Breton

Substitution du gaz naturel dans une chaudière de 2,5 MW thermique >> chauffage des serres

Sourcing de la biomasse (déchet de bois de palette) à 20km du site

La chaudière tourne du mois d'octobre au mois d'avril

Production de 10 GWh et évitant 2000 teq.CO2

Fonctionnement en gaz chaud

400 kg/h de marc de raisin

28 kg/h de biochar





Merci

The Soler logo consists of a green, stylized arch or wave shape above the word "Soler".

Soler

Solutions for Nature

Innovative technologies for climate neutrality

Le procédé SOLER : la pyrolyse au service de la décarbonation de l'industrie

Salon Bio360 - 25/01/2024

The Soler logo features the word "Soler" in a bold, black, sans-serif font. Above the letter "e", there is a green graphic element consisting of two curved lines that resemble a stylized leaf or a checkmark.

Soler

LE GROUPE SOLER

Leader de la **production de carbone renouvelable**,
proposant une solution durable pour atteindre la **neutralité climatique**

1993

La famille Soler-My a fondé le
1^{er} **site de production** à Gyé-
sur-Seine (France).

8 brevets

12% des effectifs
dédiés à la **R&D**

+

**1 million tonnes
de CO2e évitées**

depuis 2012

*Soit l'empreinte carbone annuelle
de plus de
110 000 français*

3 bioraffineries

opérationnelles en **France** (2
à Gyé-sur-Seine
et 1 à Lacanau)

50,000 tonnes

de capacité de production de
carbone renouvelable par an

+180 salariés

En **France** et à
l'international

52,000 MWh

d'**électricité verte**
produits par an

*Soit l'équivalent de la consommation
de 20 000 foyers*



LE GROUPE SOLER

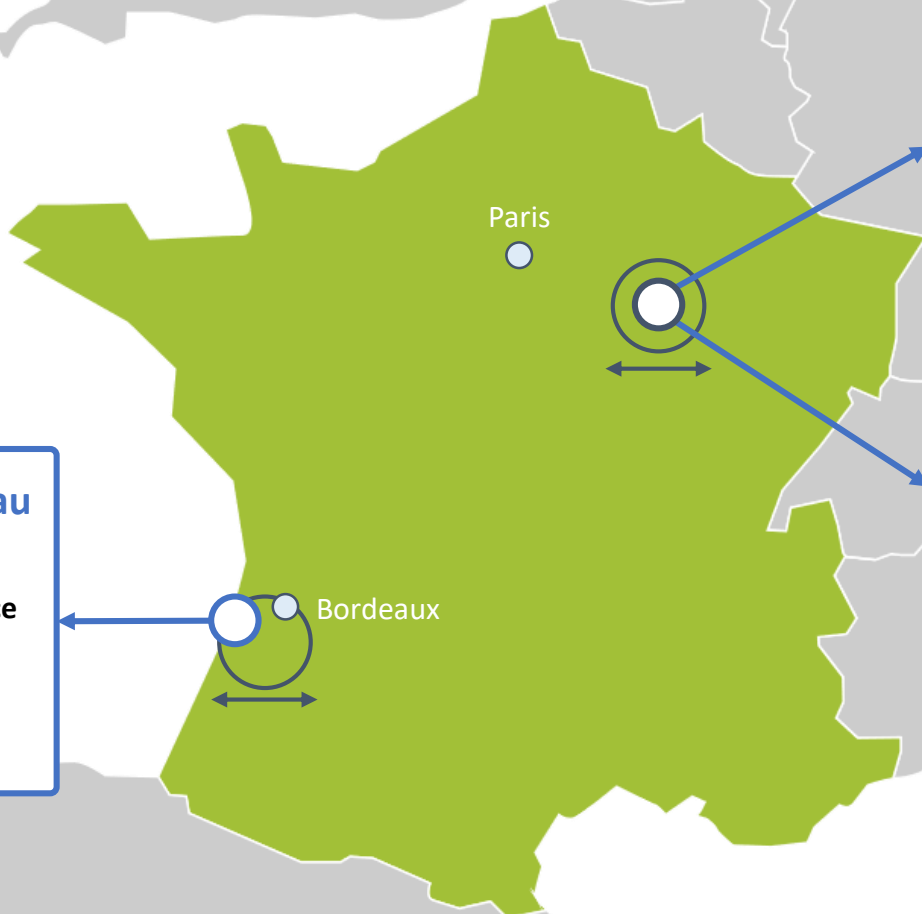
Une **technologie innovante** avec un historique de **11 ans d'exploitation à échelle industrielle**



Bioraffinerie Lacanau

I
Nouvelle-Aquitaine, France
(2021)

- 20 000 t bioC par an
- 12 000 MWh_e par an



Paris

Bordeaux



Bioraffinerie

Gyé-sur-Seine I

Grand Est, France (2012)

- 10 000 t bioC par an
- 28 000 MWh_e par an



Bioraffinerie

Gyé-sur-Seine II Grand Est, France (2019)

- 20 000 t bioC par an r
- 12 000 MWh_e par an



Zone d'approvisionnement en résidus de bois gérés durablement (100km)

LA FORÊT, AU CŒUR DU SYSTÈME SOLER

SOLER favorise la **gestion durable et intelligente de la forêt** comme fondement d'une **économie neutre pour le climat**



L'approvisionnement en résidus de bois est issu de **forêts gérées durablement** dans un **rayon de 100km** autour des sites de production



L'utilisation de résidus de bois favorise une gestion forestière au profit de la **biodiversité**, la **résilience** et d'une **meilleure séquestration du CO₂**



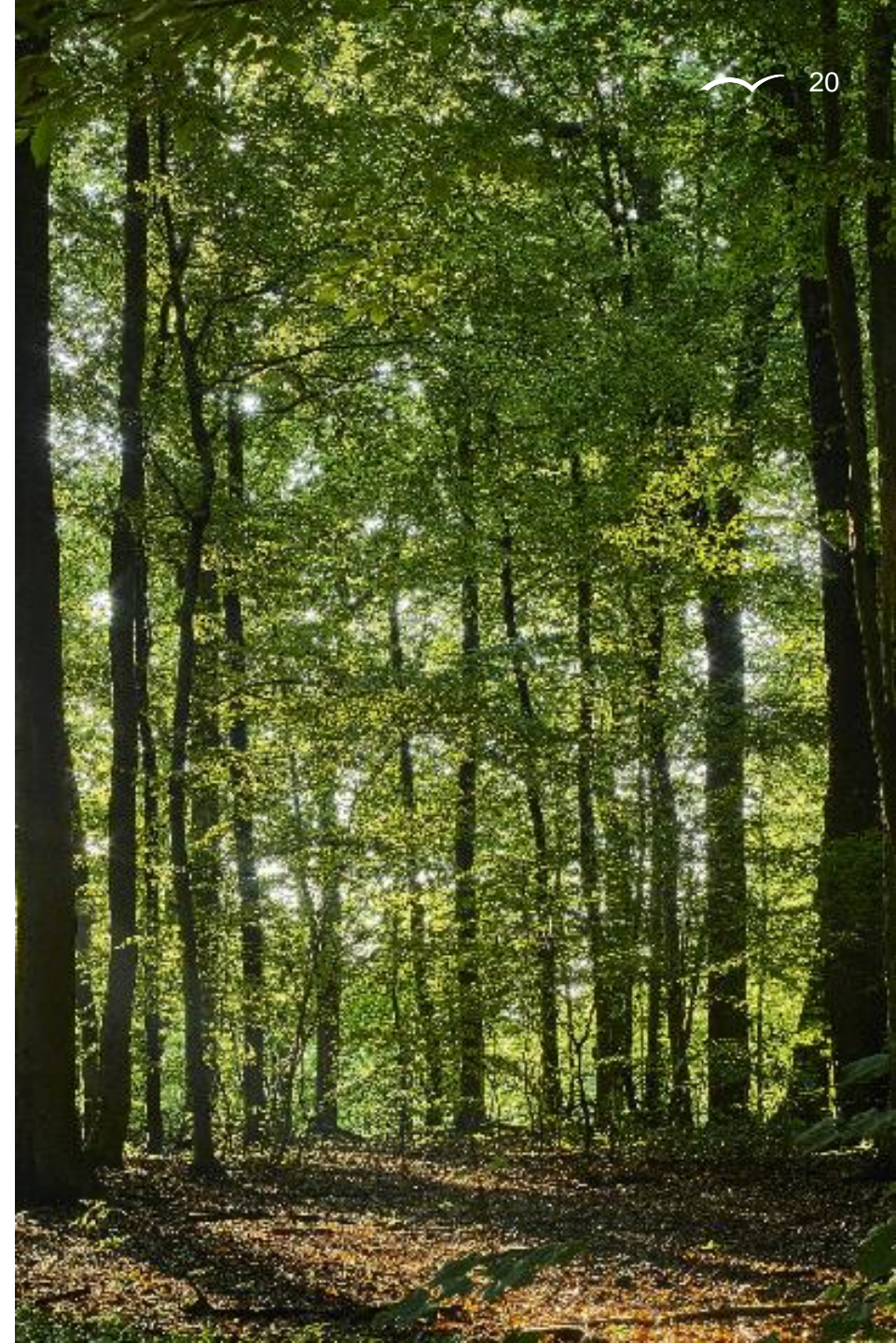
La **récupération du bois de calamité** soutient le reboisement après des incendies, des maladies ou des tempêtes et prévient les risques

+ La valorisation des résidus de bois de faible valeur en carbone et molécules renouvelables permet de **maximiser les bénéfices pour le climat en associant des solutions durables et technologiques.**



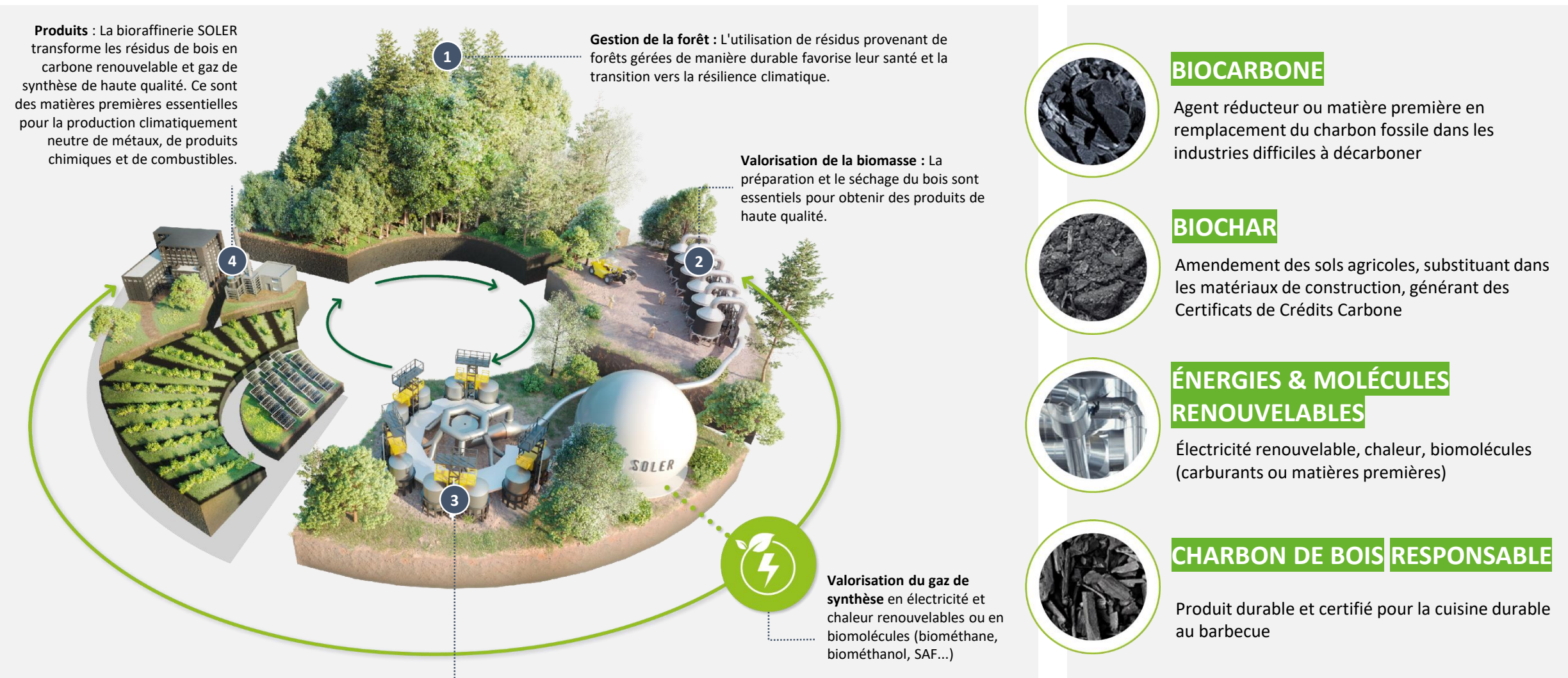
Démarche vérifiée et certifiée

Earthworm



Une **technologie de pointe unique**, développée, mise en place et exploitée par le Groupe SOLER...

... pour élaborer des produits innovants **adaptés à plusieurs marchés.**



SOLER, LA SOLUTION D'UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE RÉUSSIE

Le carbone et les molécules renouvelables sont essentiels pour **éviter et éliminer les émissions de GES** dans l'industrie



MÉTALLURGIE

Silicium, Ferroalliages, Acier...



MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Ciment, Béton, Polymères...



AGRICULTURE

Amendements des sols, Engrais, Substrats...



CHIMIE ET CARBURANTS VERTS

Biométhane, Biométhanol, SAF...



BARBECUE RESPONSABLE

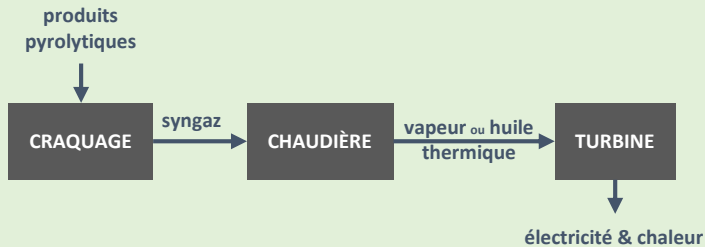
Charbon de bois, Briquettes...

Un **savoir-faire unique** permettant de développer **diverses voies de valorisation** du syngaz

UNITÉS GYÉ 1 (2012) & GYÉ 2 (2019)

> 10 ans d'expérience opérationnelle dans la valorisation des produits pyrolytiques en cogénération

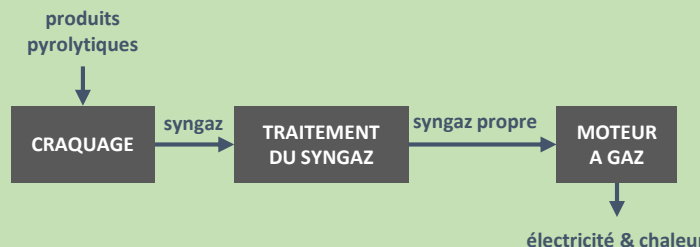
- Les produits pyrolytiques volatiles sont convertis en **syngaz** afin d'éliminer les condensats.
- La combustion du syngaz alimente une turbine à vapeur ou un ORC pour produire de la **chaleur** et de l'**électricité**.



UNITÉ LACANAU 1 (2021)

Savoir-faire acquis : qualité constante du syngaz pour répondre aux spécifications d'un moteur à gaz

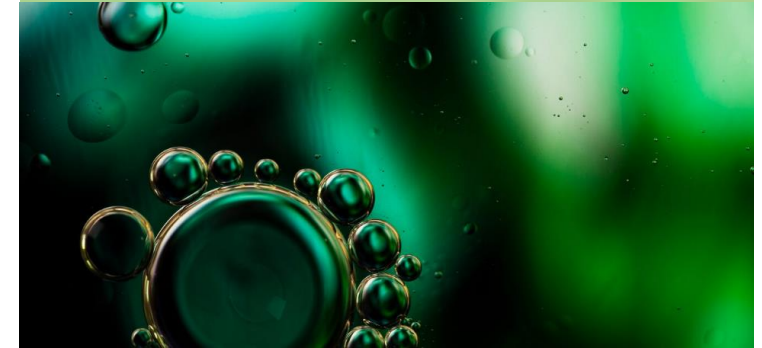
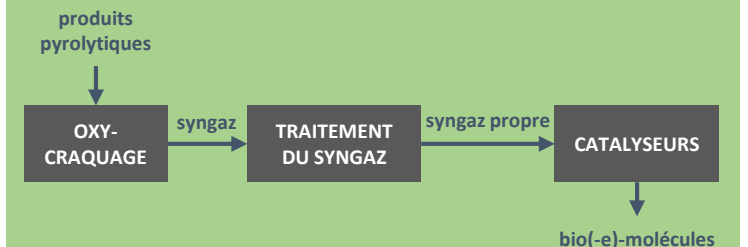
- Après craquage, le syngaz est épuré pour alimenter un **moteur à gaz** avec un rendement électrique élevé.
- L'**épuration du syngaz** permet son stockage et la production flexible d'électricité.



PROJETS EN DÉVELOPPEMENT

Production de molécules renouvelables pour le transport lourd et l'industrie chimique

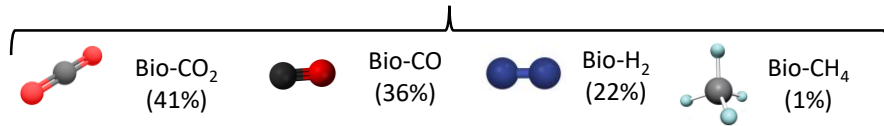
- L'oxy-craquage du syngaz de haute qualité permette de produire des **biomolécules**.
- L'**hydrogène renouvelable** issu d'électrolyse permet de maximiser l'utilisation du carbone et le rendement en molécules renouvelables.



Différentes voies possibles : freins et leviers

1. SYNGAZ CO-PRODUIT PAR SOLER




COMPOSITION DU SYNGAZ SOLER



Pour une unité SOLER de capacité 40kt/an de biocarbone :

~ 133 GWh/an de syngaz pour la production d'énergie ou de molécules

2. OPPORTUNITES DE VALORISATION DU SYNGAZ

MARCHÉS / VALORISATION	DESCRIPTION	LEVIERS	FREINS
 CHALEUR INDUSTRIELLE	Vente directe du syngaz ou production de vapeur pour une industrie voisine <i>Possibilité d'oxycombustion pour récupérer un flux de CO₂ pur et faire du CCU/CCS</i>	+ Faible risque technologique + Faible CAPEX + Contrat d'appro long-terme	– Nécessité de s'installer près d'un industriel ayant un profil stable de consommation de vapeur
 COGENERATION	Co-production de chaleur et d'électricité	+ Faible risque technologique + Possibilité de mettre en place un moteur à gaz pour optimiser le rendement électrique	– Fin des contrats CRE (PPE 2018) – Contrats long terme pour sécuriser le prix de vente de l'électricité (voire de la chaleur)
 BIO-(E)-MOLECULES	Transformation du syngaz en molécules d'intérêt (CH ₄ , MeOH, SAF, ...) <i>Possibilité d'hybridation du procédé SOLER avec l'électrolyse afin de maximiser la transformation du bioCO₂ en RFNBO</i>	+ Marchés en fort développement + Réglementation en faveur du développement (ReFuel, RED, ...)	– Projets innovants et CAPEX-intensif – Besoin d'un soutien public – Forte sensibilité au prix de l'électricité

VALORISATION DU SYNGAZ

Application chaleur industrielle : exemple d'un **cas d'usage**





Soler

www.soler-group.com



Merci pour votre attention !



Madeleine Alphen

Cheffe de projet – Business Developer

madeleine.alphen@soler-group.com

STAND K31

The logo for Soler features the word "Soler" in a bold, black, sans-serif font. A green, curved line arches over the letters "o" and "l", resembling a stylized sun or a checkmark.

Soler

.....
www.soler-group.com



Valorisation du gaz de synthèse dans des applications chaleur industrielle



Décarboner la production d'énergie

par la BIOMASSE





DÉCARBONATION DES PROCESS DE CUISSON :

DÉPLOIEMENT DES CENTRALES DE PRODUCTION DE
GAZ VERTS ISSUS DE LA GAZÉFICATION DE BIOMASSE

Sommaire de la présentation

- Qui sommes-nous ?
- Un modèle unique | Une technologie clé
- Intégration process
- En application





NOTRE MÉTIER

FOURNIR DES CENTRALES CLÉS EN MAIN POUR PRODUIRE
DES ÉNERGIES RENOUVELABLES VALORISANT LA BIOMASSE

Gaz verts

Electricité

Chaleur

Biochar



EXPLOITATIONS AGRICOLES



INDUSTRIES



COLLECTIVITÉS LOCALES



UN GROUPE STRUCTURÉ SUR TOUTE LA CHAÎNE DE VALEUR



Ingénierie
Conception

Vision globale et réponse
sur-mesure



Construction
Installation

Savoir-faire adapté et
personnalisé



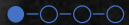
Exploitation
Maintenance

Optimisation du fonctionnement
et performance des installations



Financement

Filiale dédiée au déploiement d'actifs en fonds propres via
des sociétés de financement en contrat cPPA



UNE EXPERTISE DE LA BIOMASSE EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL

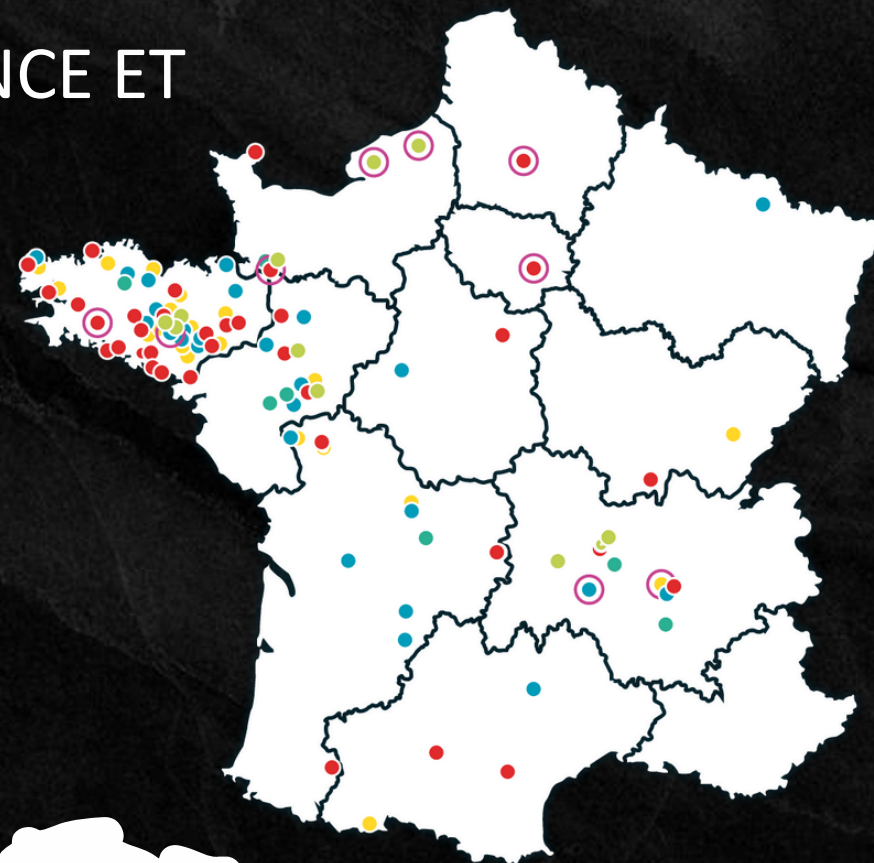


Nos réalisations

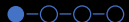
- 30 KM de réseau de chaleur
- 45 chaufferies biomasse
- 38 méthanisations et 7 projets en hygiénisation

- 6 unités de pyrogazéification en fonctionnement et en développement, en France et à l'international

- Chaufferie bois
- Méthanisation
- Hygiénisation
- Réseaux de chaleur
- Séchoir
- Pyrogazéification
- Container



Yangambi, RDC



PLUS DE 17 ANS DE SAVOIR-FAIRE DE LA BIOMASSE



DES COMPÉTENCES AU SERVICE DU TERRAIN



Un acteur **breton**

Composé de **4 filiales** pour vous accompagner tout au long des projets

Un Groupe **indépendant**, intégré dans une démarche **collaborative** et **innovante**

Une **équipe interne** experte de nos métiers

- Soudeurs, tuyauteurs, électriciens
- Ingénieurs d'études
- Techniciens maintenance



DES PARTENAIRES EXPERTS DE LA BIOMASSE





UN MODÈLE UNIQUE | UNE TECHNOLOGIE CLÉ
○●○

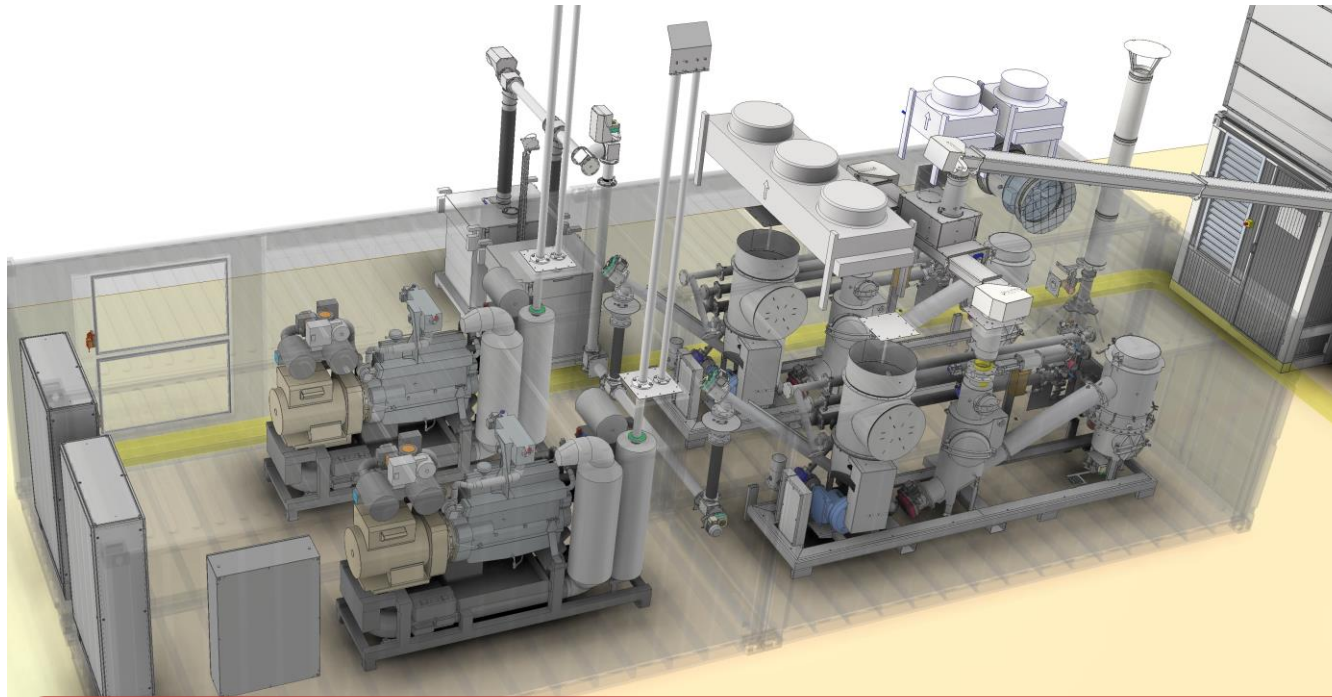
UN MODÈLE UNIQUE

- 1** Une technologie fiable et innovante : la Gazéification
- 2** Une offre intégrée avec garantie de performance : cPPA



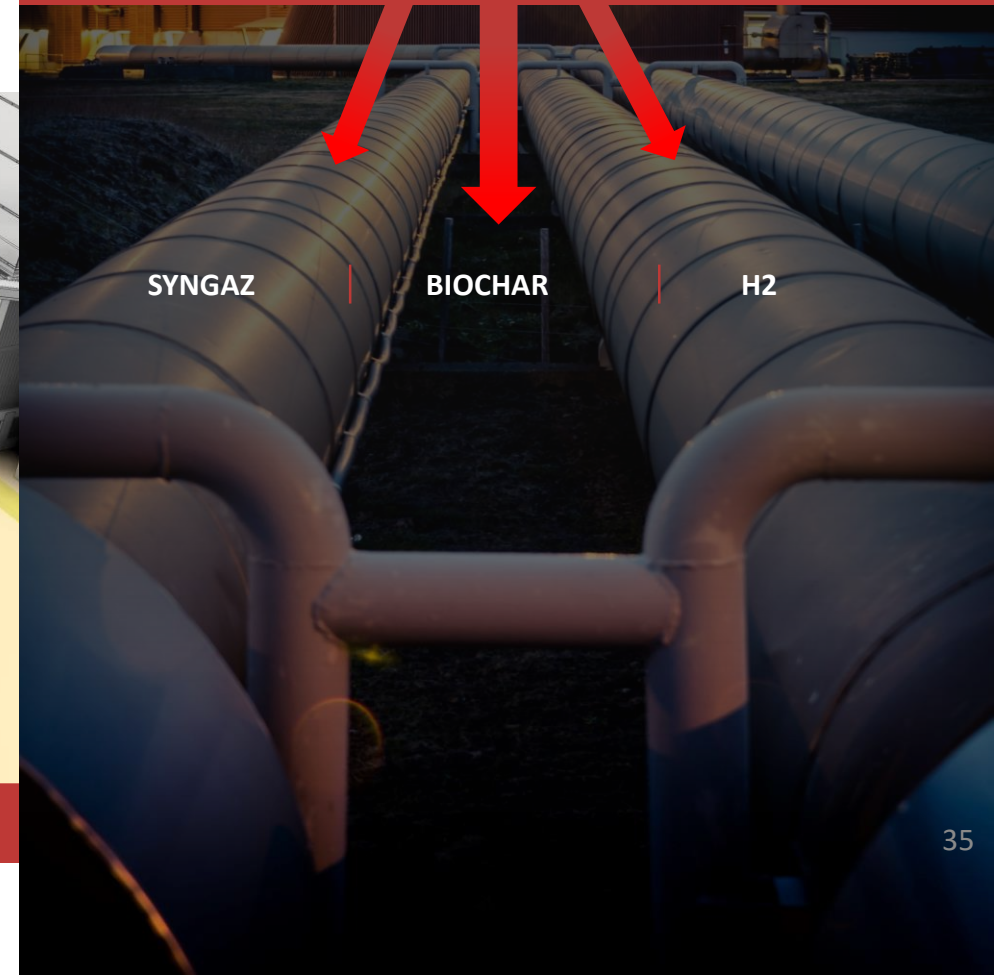
1 PYROGAZÉIFICATION

UNE TECHNOLOGIE ÉPROUVÉE À FORT POTENTIEL,



► Favorisée par un contexte haussier des prix du gaz naturel

Procédé **thermochimique**
de transformation de la biomasse
solide en syngaz contenant une part importante
d'hydrogène et de monoxyde de carbone





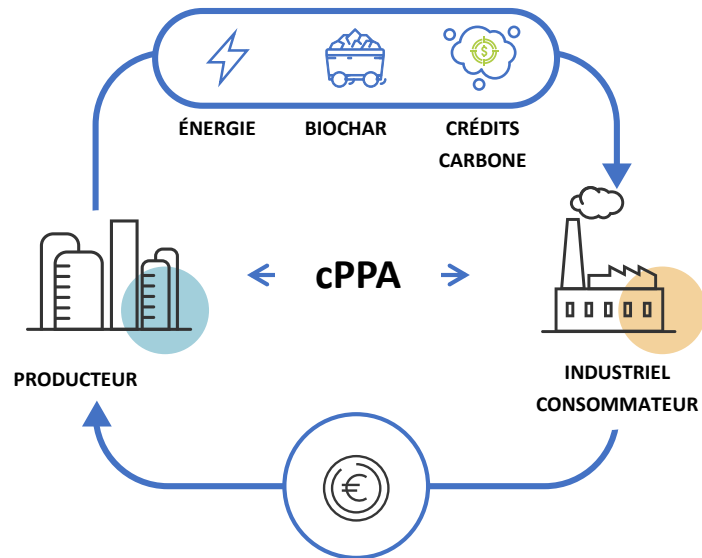
2

LE CORPORATE PPA (cPPA), UN NOUVEAU MODÈLE D'ACHAT D'ÉNERGIE RENOUVELABLE EN FRANCE

POUR COMPTE PROPRE

Qu'est ce qu'un cPPA ?

Contrat long-terme d'achat d'énergie signé directement entre le consommateur et le producteur qui construit une centrale pour fournir son client.



des avantages accélérateurs d'adoption par les entreprises



Diminution de l'empreinte carbone et réponse aux enjeux de décarbonation



Accéder à l'indépendance énergétique en s'approvisionnant en direct auprès du producteur



S'affranchir de la volatilité du marché et garantir une stabilité des prix



Pas de CAPEX à financer



Promotion d'une image écologiquement responsable auprès des parties prenantes de l'entreprise

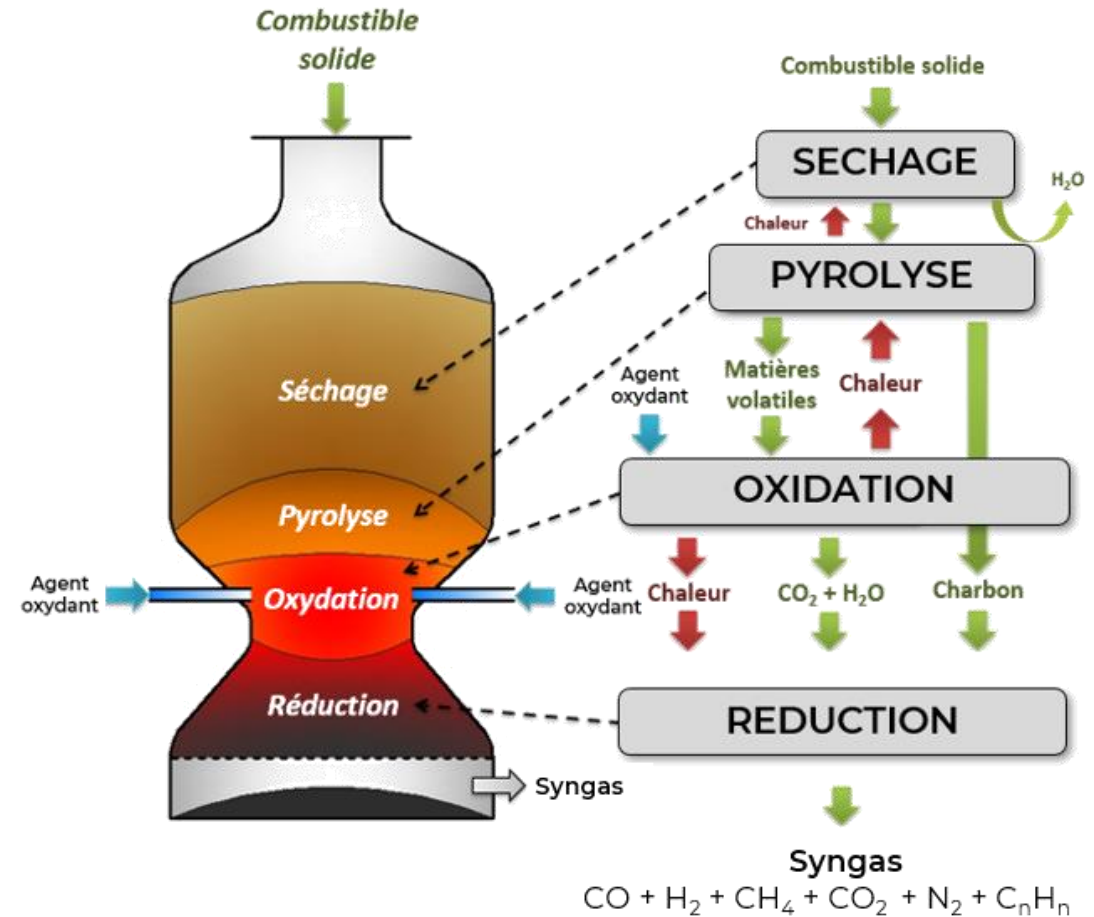


LE PRINCIPE DE LA GAZÉFICATION

La gazéification consiste à la **décomposition thermochimique** de la biomasse en présence d'une faible quantité d'**oxygène** (air, O₂, vapeur d'eau, CO₂, mélange...), afin d'obtenir un produit gazeux : **le syngas**.

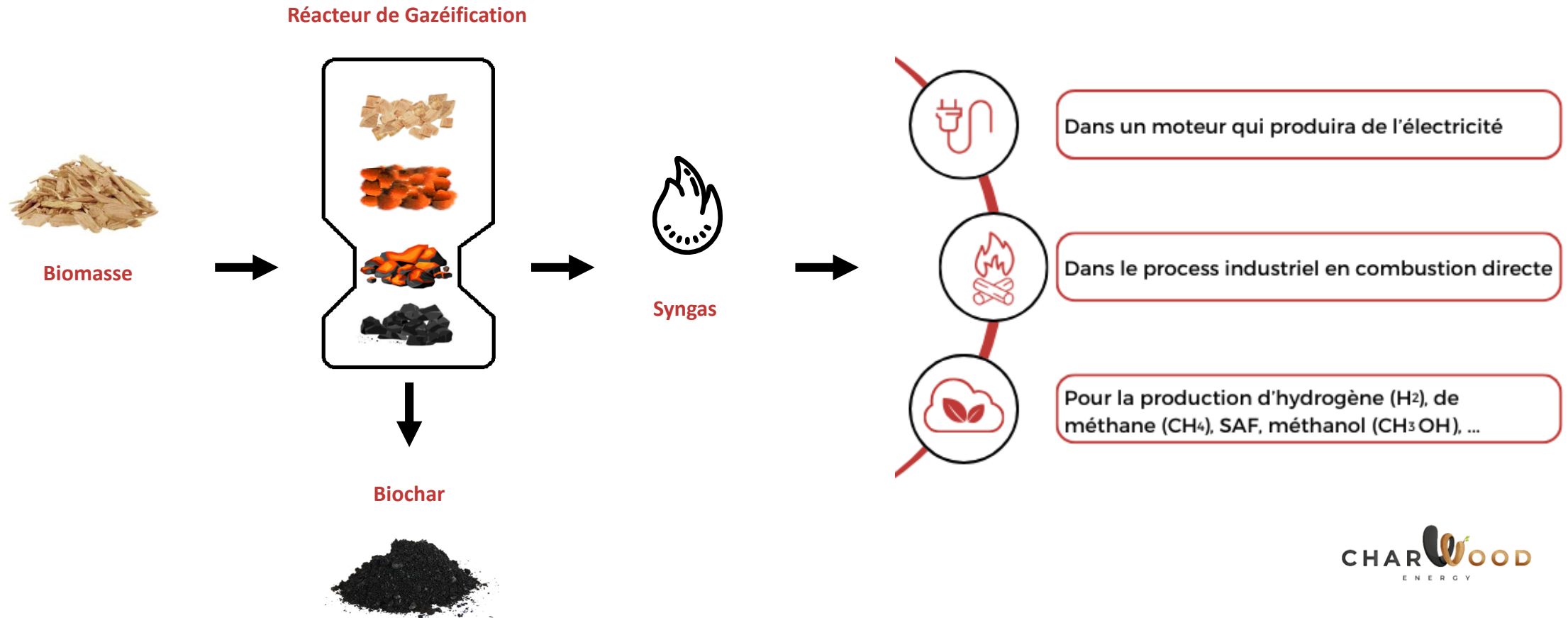
Le gaz produit est **refroidi**, puis **dépoussiéré** afin de pouvoir l'utiliser.

→ La chaleur est également **récupérée** lors du process et permet d'obtenir un rendement **de 94%** sur l'ensemble du processus.





LA VALORISATION DU SYNGAZ





LES DÉBOUCHÉS DU SYNGAZ

Cuisson 300° - 1500°	Fusion	Electricité	Mobilité / Biocombustibles
Minéraux :	Verre	Autoconsommation	H ₂
Terre cuite	Métal	Injection	Méthane CH ₄
Engrais			
Ciment			

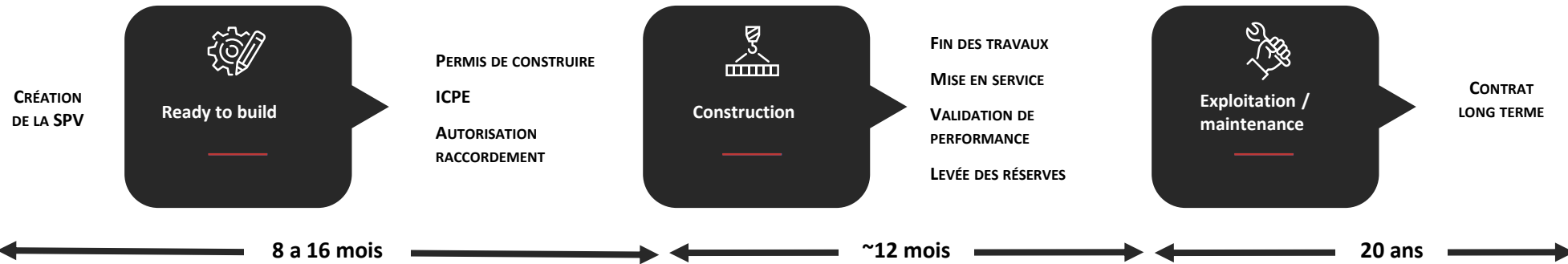


- Une solution non-intermittente pour un **process en continu 5/8**
- Une puissance de **1 MW à + de 10 MW**
- Compatible en **sites isolés** ou **industriels** : Centrale **compacte** et **autonome**
- Impact **carbone négatif**, répond aux objectifs de **neutralité carbone EU/FR**

INTÉGRER NOS SOLUTIONS DANS VOTRE PROCESS DE CUISSON (1)

POUR COMPTE PROPRE

Processus de vente et de conduite de projet d'une unité de pyrogazéification





INTÉGRER NOS SOLUTIONS DANS VOTRE PROCESS DE CUISSON (2)

UNE TECHNOLOGIE FIABLE ET ÉPROUVÉE



- Plus de 1000 unités de cogénération depuis 2007
- Une technologie éprouvée avec plus de 20 millions d'heures d'exploitation
- Des solutions modulaires de 9kWe à 3MWe



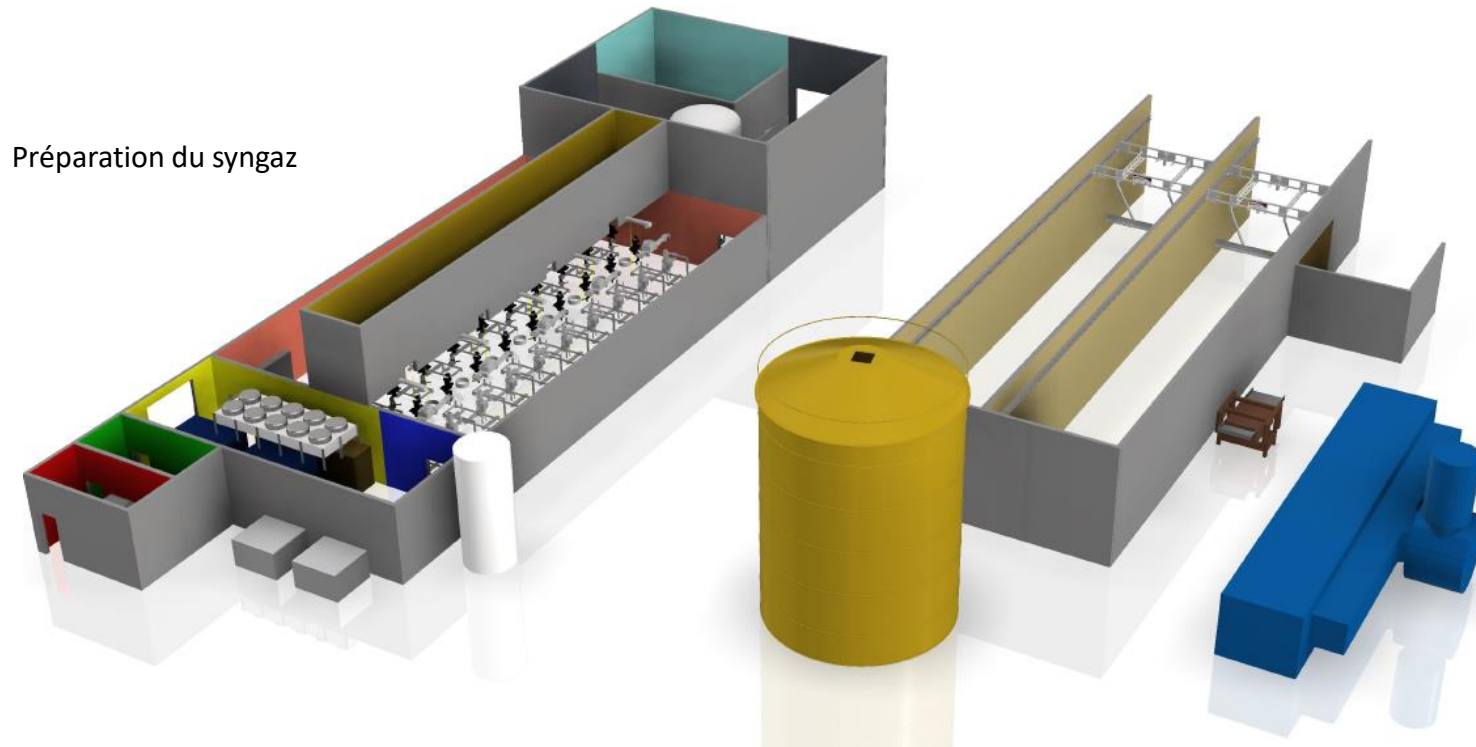
Une technologie industrialisée



Un objectif de 100% de gaz vert en 2050

INTÉGRER NOS SOLUTIONS DANS VOTRE PROCESS DE CUISSON (3)

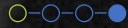
A PARTIR DE 2000 M²



Préparation du syngaz

Préparation de la biomasse :
Stockage, séchage, criblage,
convoyage

Transformation de la biomasse en syngaz par gazéification



DÉPLOIEMENT EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL



- **5 LOI** signées pour plus de **12MW thermique** et **3MW électrique**
- **2 process de cogénération** en cours de déploiement
- **2 unité de gazéification cogénération** en fonctionnement





DÉPLOIEMENT D'UNE CENTRALE DE PYROGAZÉIFICATION EN CPPA

UN INDUSTRIEL VERRIER ET CHARWOOD ENERGY SIGNENT UN PARTENARIAT POUR L'APPROVISIONNEMENT DE SYNGAZ EN SUBSTITUTION DU GAZ NATUREL



Client | Acteurs majeurs en Europe et à l'international de l'emballage alimentaire en verre



Localisation France



Process :
Fusion de verre

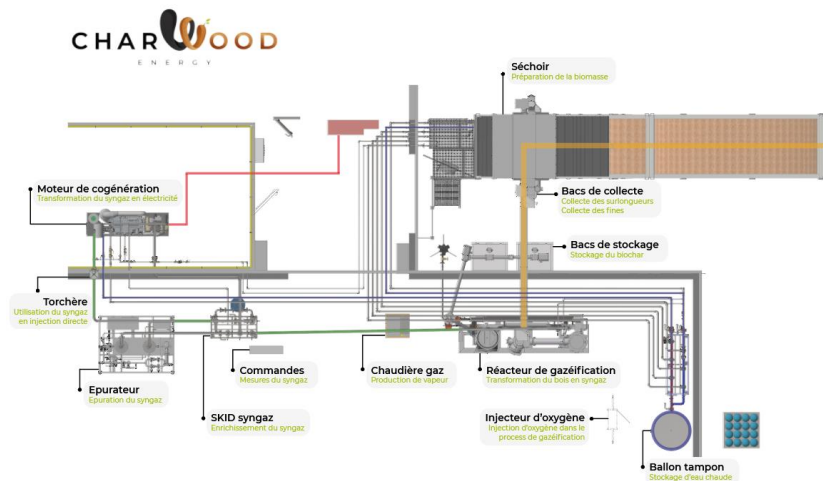


Technologie Charwood Energy : Gazéification en combustion directe



DÉPLOIEMENT D'UNE UNITÉ DANS UN CENTRE D'INNOVATION

CHARWOOD ENERGY DÉPLOIE SON PROPRE CENTRE D'INNOVATION ET MET EN FONCTIONNEMENT UNE UNITÉ QUI PERMET AU CHOIX UNE PUISSANCE DE 70 KW ÉLECTRIQUE ET 220KW THERMIQUE



Client | Charwood Energy



Localisation Colpo



Process :
Cogénération ou gaz vert



Technologie Charwood Energy : Gazéification



EXEMPLE DE RÉALISATION D'UNE UNITÉ DE PYROGAZÉIFICATION

CONCEPTION-RÉALISATION D'UNE CHAUFFERIE BIOMASSE & RESEAU DE CHALEUR



Client **CIFOR + R&SD**



Localisation **International**



Mise en service **2022**



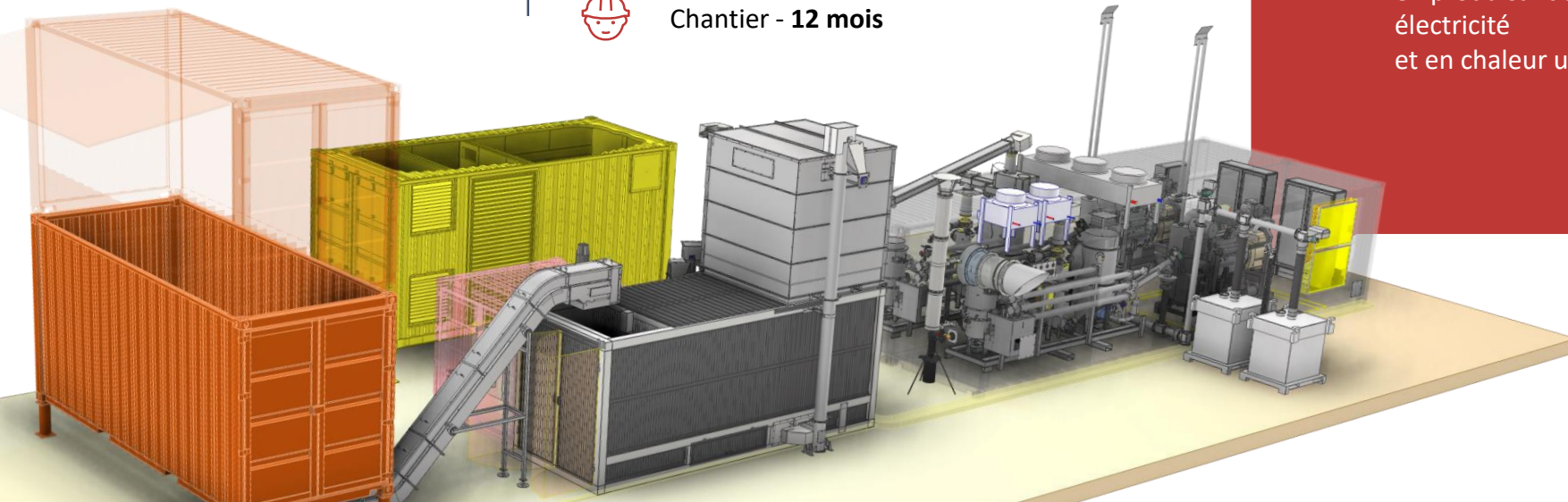
Puissance **140 KW électrique + 280 KW thermique + back up stockage électrique par batterie 200 KW**



Chantier - **12 mois**

Conception et installation d'une centrale de cogénération, issue d'un procédé de pyrogazéification du bois

- Déployé dans le cadre du projet européen de développement FORETS
- Une valorisation durable de la biomasse forestière, en produisant du syngaz, transformé à son tour en électricité et en chaleur utilisées localement.





La production d'énergie
valorisant la
biomasse
au cœur de notre ADN

Pierre DOREAU – Stand G10