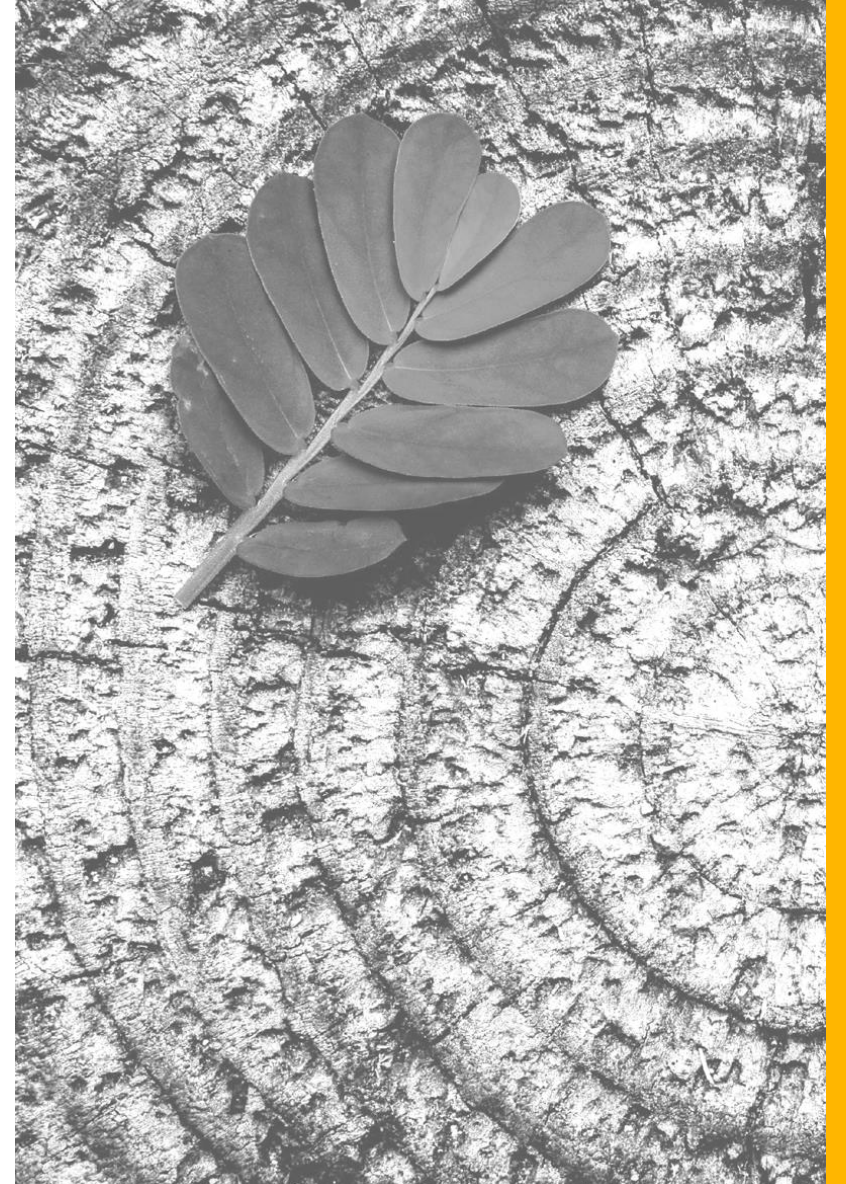

NAÖDEN

Les rdv pyrogazéification : Chaleur décarbonée



Nous sommes une société industrielle

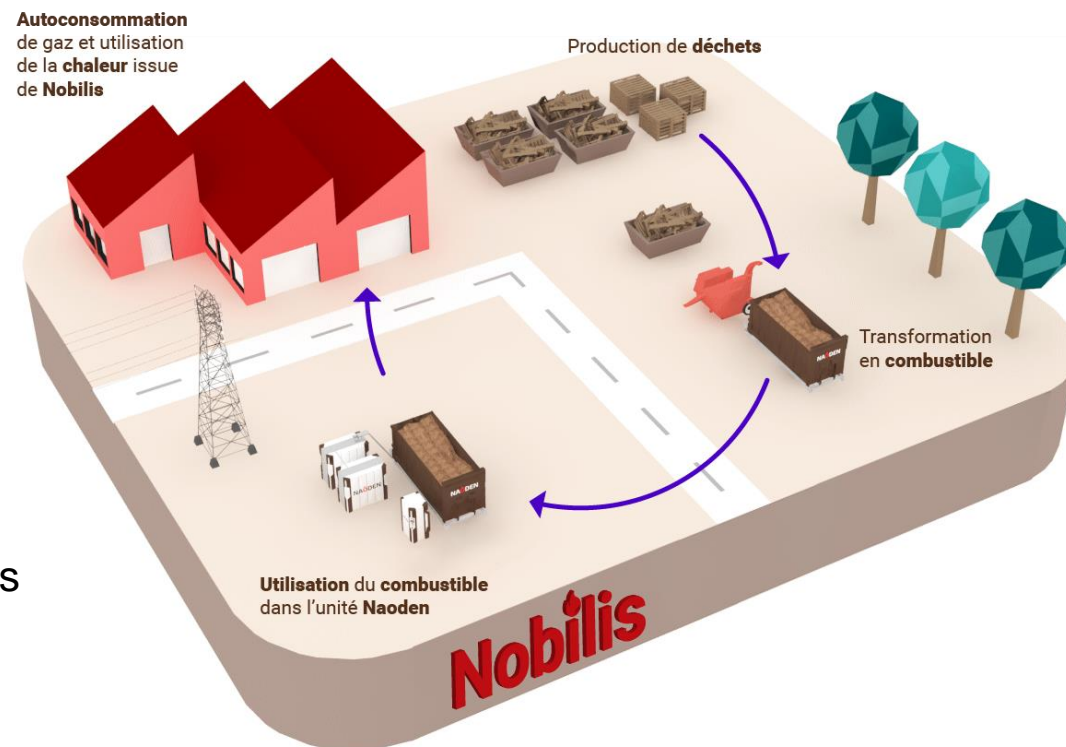
- Concepteur et fabricant de technologie de gazéification
- Portée par l'innovation technologique

dans la filière de valorisation de déchets

- Portée par la préoccupation déchets des acteurs publics et privés
- En collaboration avec nos partenaires dans un cercle vertueux

et la production d'énergie verte

- De petite production et décentralisée
- En substitution aux énergies fossiles



Evolution NAODEN

NAODEN



2017

1^{er} démonstrateur industriel – Les Côteaux Nantais (44)

2019
Revamping du gazéifieur Cogébio – Safran (40)



2021

Installation de 5 unités
1 : CCPHVA (57)
4 : Bouyer Leroux (85)

2015
Création de Naoden

Aujourd'hui
Parc installé de 3300 kW

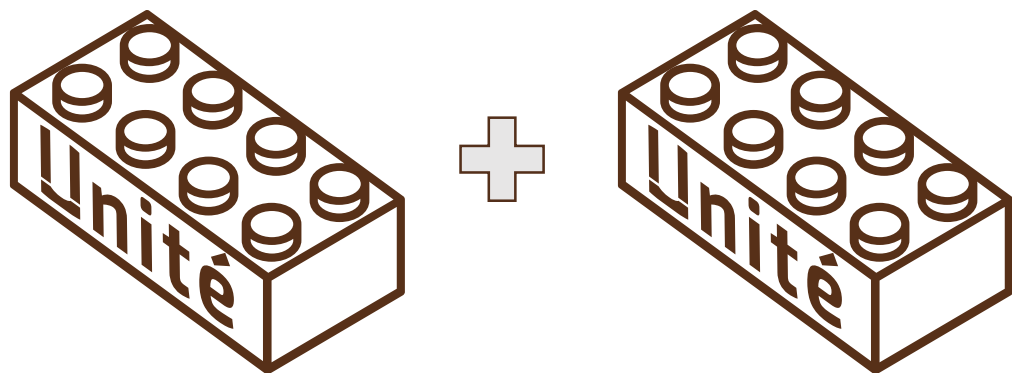
2017
1^{ère} levée de fonds :
préparation de l'industrialisation

2019
1^{ère} centrale version commerciale – Kerval Centre Armor (22)

2020
2^{ème} levée de fonds :
lancement commercialisation

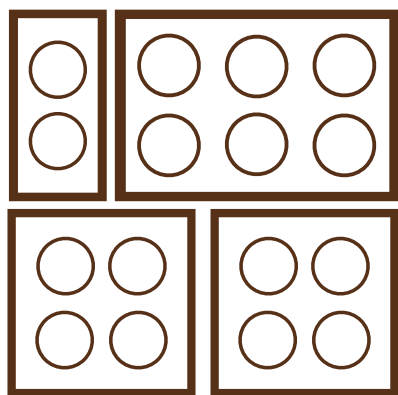


Approche Produit

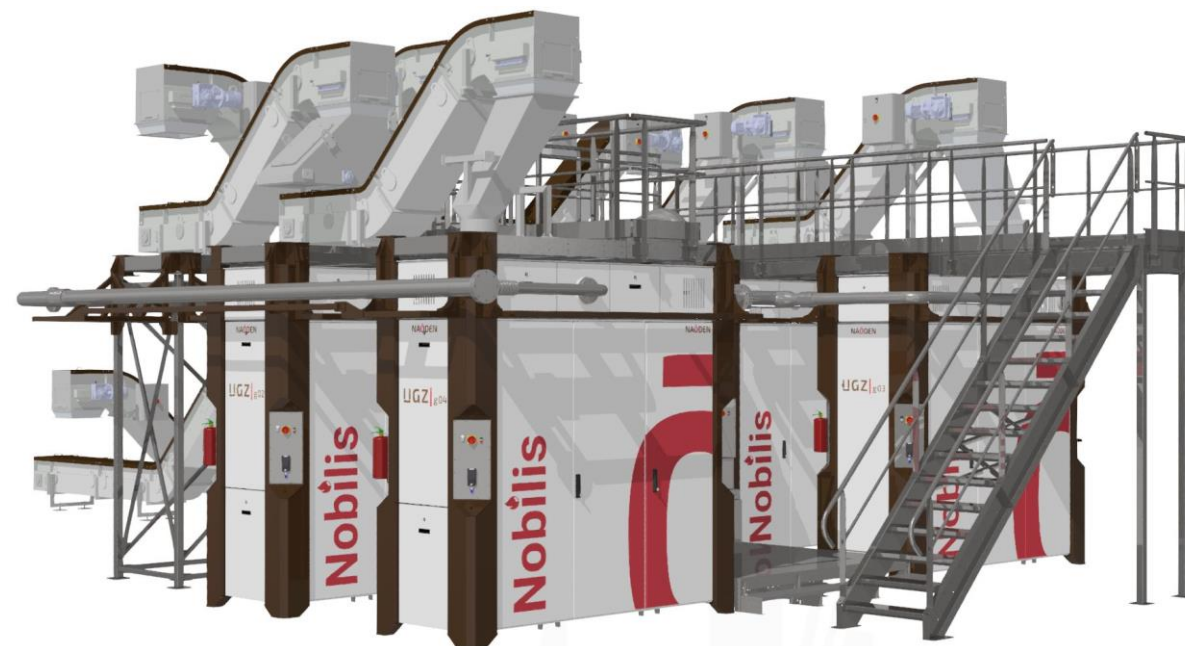


+

=



Centrale



Largeur standard unité : 1,2m
Longueur standard unité : 3,0 m
Hauteur standard unité : 3,0m

du SUR-MESURE avec du STANDARD

Moduler

Combiner

Adapter

Bénéfices

Valoriser de la biomasse et déchets de bois locaux

→ Economiser sur l'élimination des déchets



Consommation de **600 t/an/UGZ***
Pour un fonctionnement de 8 000h/an

Substituer les énergies fossiles par un gaz vert

→ Transformer les ressources en gaz



Gaz vert entre **15 et 20 €/MWh****
Hors investissement

Réduire les émissions et déchets à traiter

→ Réduire les taxes des activités polluantes (TGAP)
→ Réduire les émissions de CO₂



Diminution
de **450 tCO₂/an/UGZ***
En comparaison avec du gaz naturel

La Pyrogazéification

Les intérêts de la pyrogazéification :

- Process réactif → production instantanée
- Rendement total UGZ* de 90-92%
- Faible quantité de rejets atmosphériques
- Technologie optimale entre la combustion et la méthanisation
- Production de char variable entre 8 et 10% de la quantité entrante



* UGZ = Unité Gazéification comprenant un réacteur, un échangeur et un cyclone

◆ Nobilis

THERMIQUE : verdir l'usage du gaz pour du process thermique

300 kW thermique

Gaz valorisé sur brûleur mixte ou 100% syngaz

Process : séchage, cuisson, chaudière, eau chaude, vapeur

◆ Imperium

COGÉNÉRATION : production simultanée électricité et chaleur

Pour les projets supérieurs à 2MW électrique

Potentiellement adossé à un contrat CRE*



Matières Valorisables

Valorisables



Bois classe A

- Bois d'emballage
- Panneaux non traités



Bois classe B

- Bois issu d'ameublement
- Résidu d'exploitation forestière



Pellet



Ressources industrielles non valorisées

- Déchets composés de papier, de cartons recyclés, plastiques...



Déchets verts

- Branchages
- Fractions ligneuses



Noyaux et coques de fruits

R&D en cours



CSR et plastiques



Boues de STEP

Caractéristiques

- Granulométrie : 0 - 80 mm
- Taux d'humidité < 20%
- Taux de fines < 10%
- Masse volumique > 170 kg/m³

Références



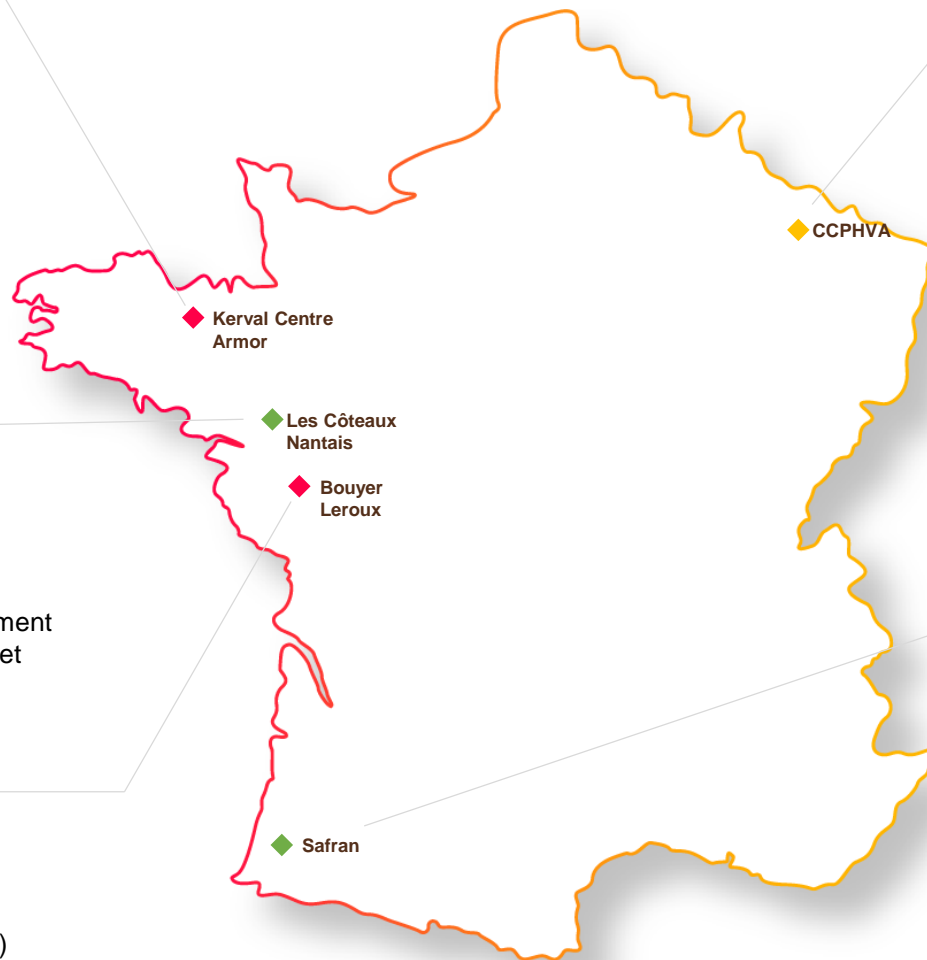
2019 - Syndicat de valorisation de déchets dans les Côtes d'Armor (22)
Client : Kerval Centre Armor
Solution : **Nobilis** – 300 kWth
Localisation : Ploufragan
Site : Centre de traitement et de préparation de déchets
Projet : Plateforme d'essais de déchets bois, CSR, plastiques, etc...



2017 – Industriel en Loire-Atlantique (44)
Client : Côteaux Nantais
Solution : **Démonstrateur** – 30 kWe / 65 kWth
Localisation : Vertou
Site : Maraichage et atelier de préparation/conditionnement
Projet : Substitution gaz naturel pour chauffage locaux et revente d'électricité



2021 – Industriel en Vendée (85)
Client : Bouyer Leroux
Solution : **Nobilis (4 unités)** – 1200 kWth
Localisation : Saint-Martin-des-Fontaines
Site : Briquetterie (production de brique de construction)
Projet : Substitution de gaz naturel dans le process de cuisson (bois de classe A puis bois de classe B)



COMMUNAUTÉ DE COMMUNES
pays HAUT VAL D'ALZETTE

2021 - Collectivité en Moselle (57)
Client : Communauté de Commune du Pays Haut Val d'Alzette (CCPHVA)
Solution : **Imperium** – 90 kWe / 160 kWth
Localisation : Audun-Le-Tiche
Site : Déchèterie communale
Projet : Valorisation de déchets biomasse locaux (bois de classe A puis bois de classe B)



2019 – Industriel dans les Landes (40)
Client : Eolyo
Solution : Gazéifieur **Cogébio** – 1500 kWth
Localisation : Tarnos
Site : Safran Helicopter Engines. Exploité par Eolyo (filiale d'Engie Cofely)
Projet : Revamping du gazéifieur et mise en service de l'installation globale. Substitution de gaz naturel à partir de bois de classe A

Bouyer Leroux



Bouyer Leroux



Bouyer Leroux

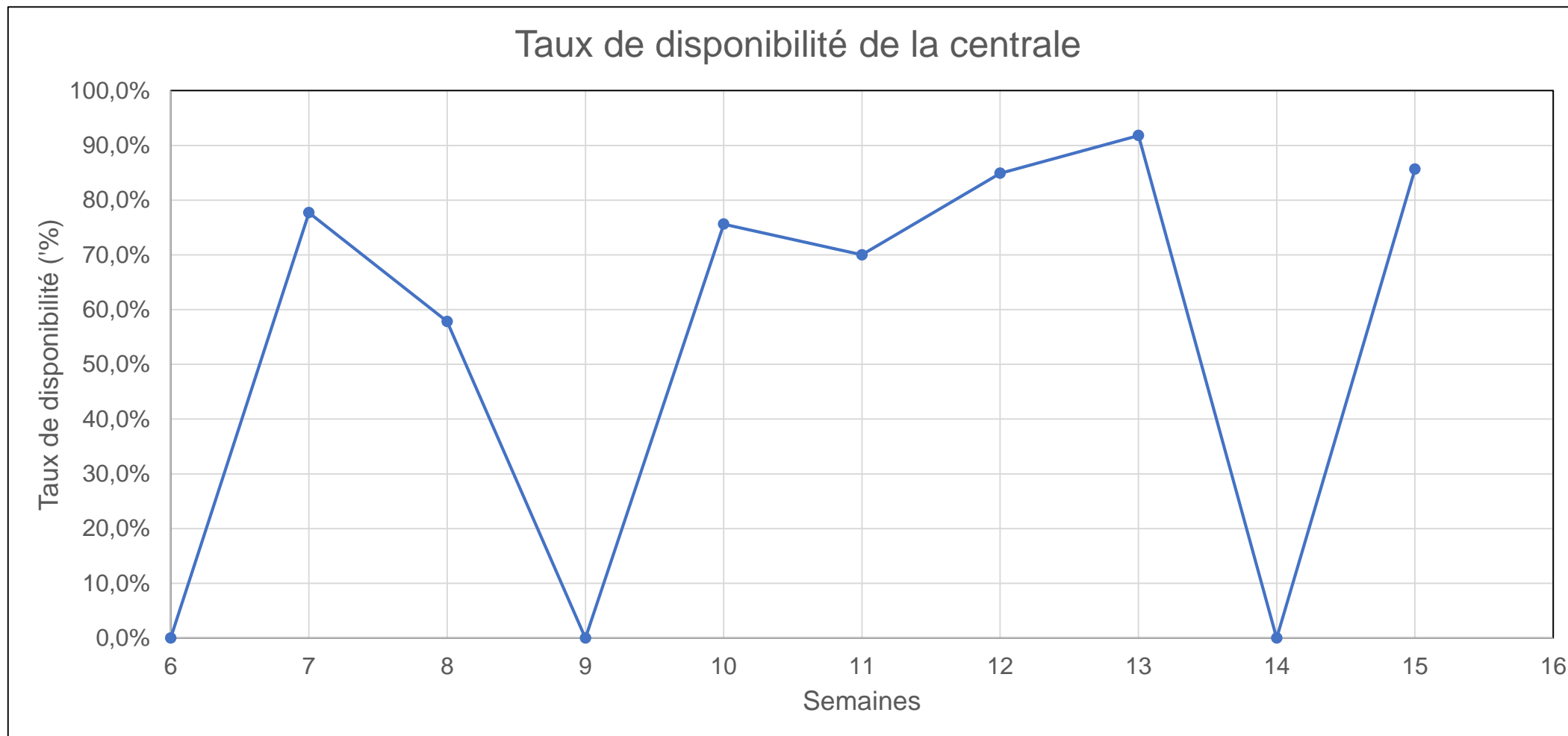


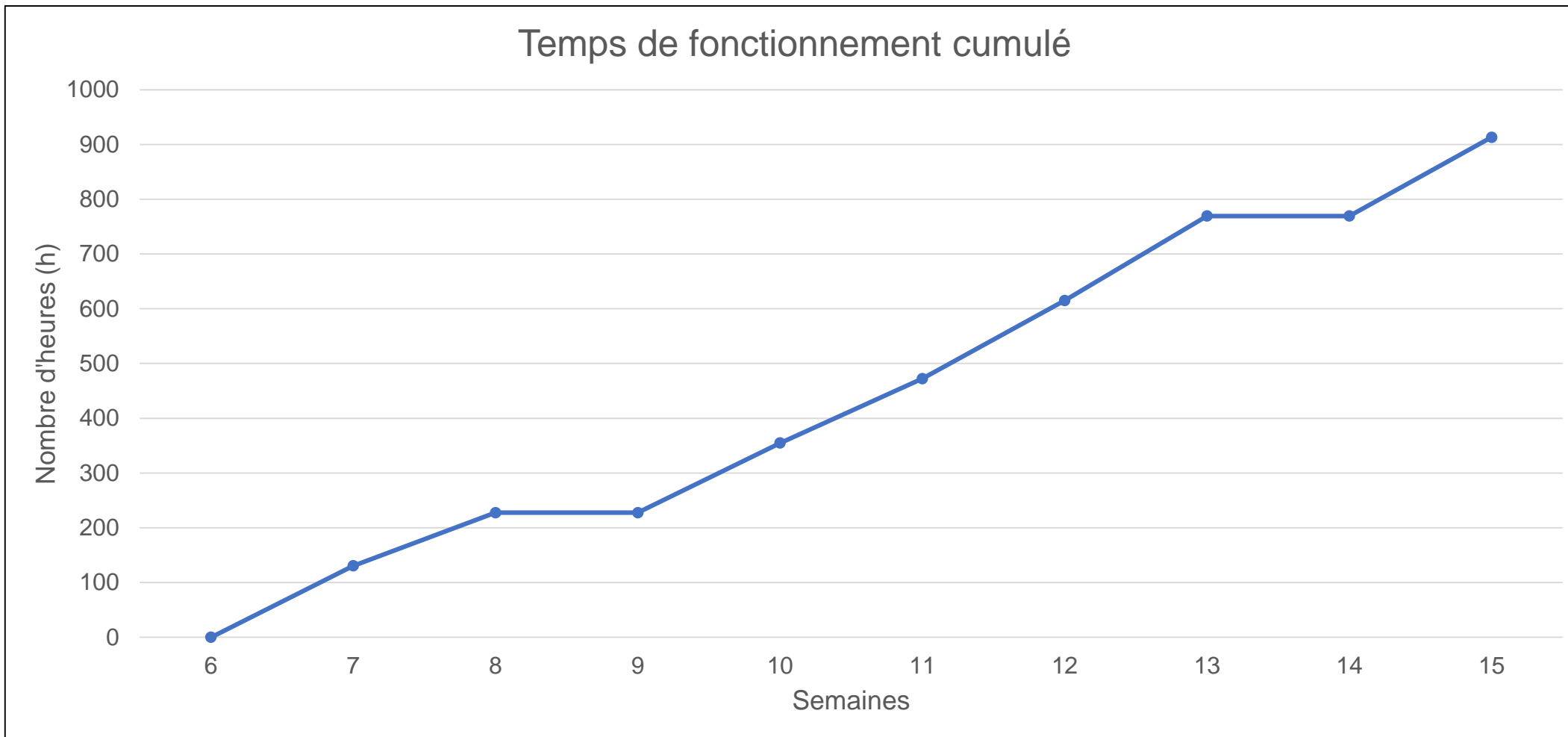
Bouyer Leroux



- Projet subventionné par l'ADEME
- Porté à connaissance validé auprès de la DREAL
- Fonctionnement à la plaquette forestière pendant la phase de mise en service
 - Sécurité de fonctionnement des gazéifieurs
 - Problématique d'élimination de corps étranger sur bois classe A
- Fonctionnement des 4 gazéifieurs en parallèle
- Commissioning validée sur la 1^{ère} zone du four
- Essais CIRAD S22 → monitoring NTE ADEME

Taux de disponibilité de la centrale





Kerval Centre Armor



Kerval Centre Armor

- Réalisation d'une campagne d'essais de valorisation de CSR en mélange du bois de classe B
- Objectifs :
 - Analyses de la composition du syngas
 - Analyses du PCI du syngas
 - Analyses de la composition du char
- Mélanges testés :
 - 75% bois classe B + 25% CSR n°1
 - 75% bois classe B + 25% CSR n°2
- Composition CSR :
 - CSR n°1 : CSR à dominante de plastiques issus du tri d'ordures ménagères résiduelles (OMR)
 - CSR n°2 : CSR à dominante de papiers et cartons



Dispositif de prélèvement et d'analyse en continu du syngas

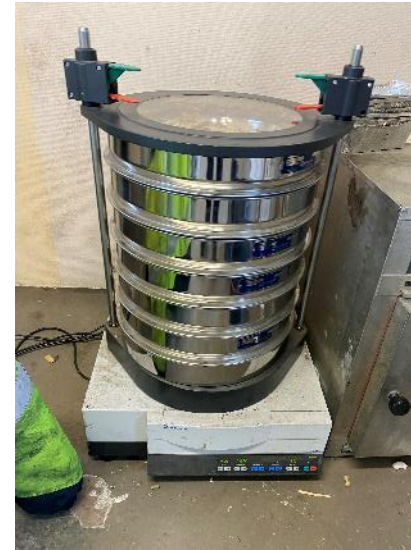
CSR n°1



CSR n°2



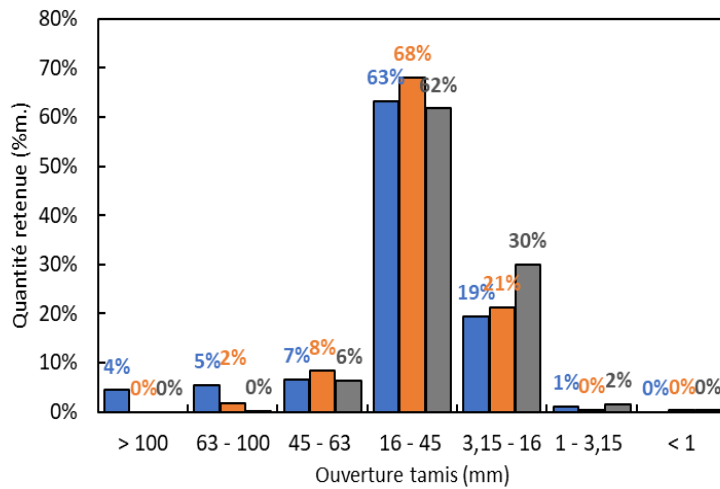
Analyses de la granulométrie



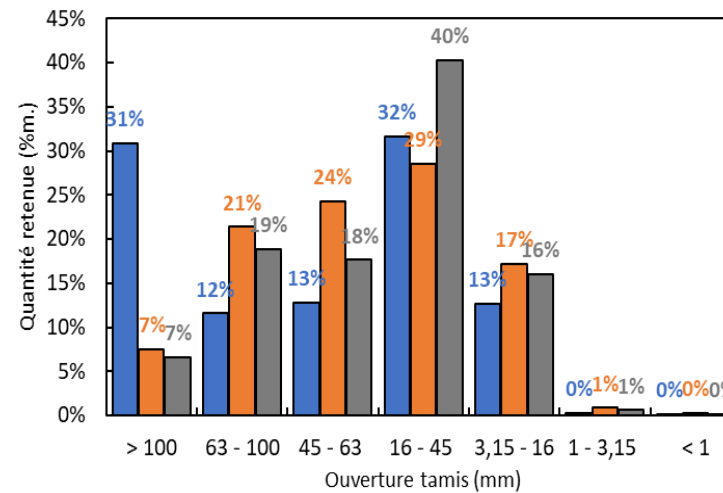
Granulomètre



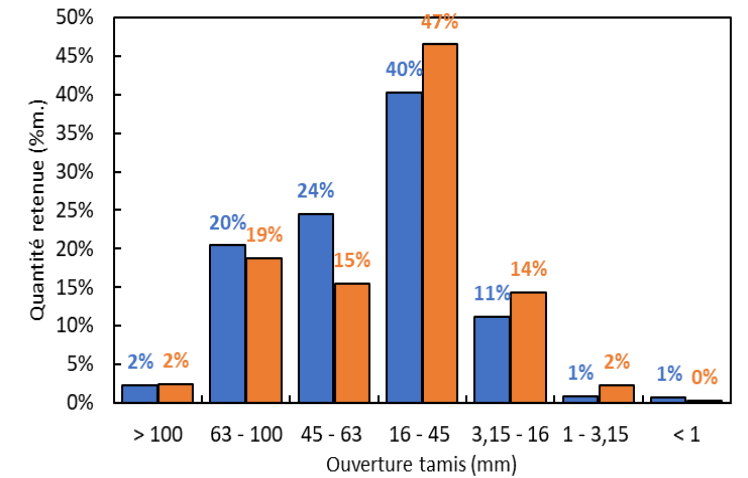
Corps étrangers retrouvés dans le bois B



Répartition granulométrique PF



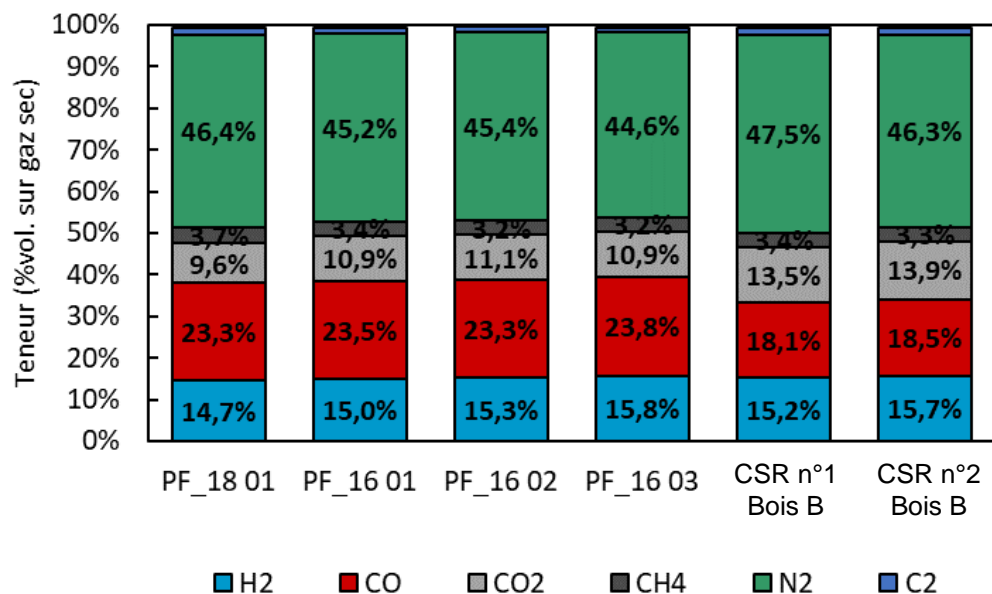
Répartition granulométrique CSR n°1 / bois B



Répartition granulométrique CSR n°2 / bois B

Analyses de composition de l'intrant

| Essais | Plaquette forestière | Bois B | CSR n°1 | CSR n°2 |
|--|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Impuretés | | | | |
| Soufre (%m., sec) | 0,014 | 0,063 | 0,491 | 0,129 |
| Fluor (mg/kg sur anhydre) | < 20 | < 20 | 100 | 30 |
| Mercure (µg/kg, ramené à la matière sèche) | < 0,1 | 0,18 | < 50 | < 50 |
| Arsenic (mg/kg, ramené à la matière sèche) | < 1 | 5,4 | 4 | < 2 |
| Cadmium (mg/kg, ramené à la matière sèche) | < 0,4 | 1 | 2 | < 1 |
| Chrome (mg/kg, ramené à la matière sèche) | < 1 | 9,2 | 72 | 33 |
| Cuivre (mg/kg, ramené à la matière sèche) | 1,3 | 23,2 | 87 | 31 |
| Plomb (mg/kg, ramené à la matière sèche) | < 1 | 64,4 | 66 | 63 |
| Zinc (mg/kg, ramené à la matière sèche) | 12 | 308 | 436 | 189 |
| Chlore (%m., ramené à la matière sèche) | 0,009 | 0,048 | 0,226 | 0,046 |
| Iode (mg/kg sur anhydre) | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 |
| Brome (mg/kg sur anhydre) | < 20 | < 20 | 130 | 320 |
| Aluminium (mg/kg sur anhydre) | 195,26 | 465,73 | 6957 | 5064 |
| Calcium (mg/kg sur anhydre) | 1340,67 | 3940,84 | 37418 | 30883 |
| Fer (mg/kg sur anhydre) | 99,91 | 626,42 | 3286 | 1805 |
| Magnésium (mg/kg sur anhydre) | 302,9 | 355,82 | 2331 | 1144 |
| Phosphore (mg/kg sur anhydre) | 121,64 | 118,74 | 411 | 212 |
| Potassium (mg/kg sur anhydre) | 757,64 | 790,57 | 1877 | 662 |
| Sodium (mg/kg sur anhydre) | 78,46 | 464,05 | 3697 | 1143 |
| Titane (mg/kg sur anhydre) | 21,97 | 635,28 | 1318 | 576 |
| Bore (mg/kg sur anhydre) | 3 | 10 | 369 | 57 |
| Cobalt (mg/kg sur anhydre) | < 0,8 | 1 | 8 | 3 |
| Manganèse (mg/kg sur anhydre) | 57 | 81 | 162 | 50 |
| Silicium (mg/kg sur anhydre) | 4399 | 2422 | 25000 | 19000 |
| Nickel (mg/kg sur anhydre) | Non analysé | Non analysé | 20 | 14 |
| Molybdène (mg/kg sur anhydre) | Non analysé | Non analysé | 2 | 1 |



Composition du syngas selon l'intrant

Analyses de composition du syngas

| Essais | Humidité intrant (%m.) | PCI (MJ/Nm ³ , sec) |
|------------------|------------------------|--------------------------------|
| PF_18 01 | 18,1% | 6,77 |
| PF_16 01 | 15,7% | 6,60 |
| PF_16 02 | 15,7% | 6,47 |
| PF_16 03 | 15,7% | 6,57 |
| CSR n°1 / Bois B | 17,7% | 6,11 |
| CSR n°2 / Bois B | 18% | 6,13 |

PCI du syngas selon l'intrant

| Essais | Plaque forestière | CSR n°1 / Bois B | CSR n°2/ Bois B |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| Impuretés | | | |
| H2S (ppmV sur sec) | 49,95 | 151,28 | 181,07 |
| Goudrons (83 molécules) | | | |
| Total (mg/Nm ³ , sur sec) | 9 522 | 16 443 | 14 144 |

Impuretés analysées dans le syngas selon les intrants

| | Plaquette forestière | CSR n°1 / Bois B | CSR n°2 / Bois B | Critère 1 ^{ère} classe EBC |
|---|----------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|
| Impuretés | | | | |
| Matière sèche (% , mesuré à 105°C sur échantillon séché à 65°C) | 93,0 | 95,4 | 94,8 | / |
| Soufre (mg/kg sur anhydre) | 390 | 3273 | 1863 | / |
| Chlore (mg/kg sur anhydre) | 377 | 9551 | 3849 | / |
| Fluor (mg/kg sur anhydre) | 46 | 114 | 80 | / |
| Iode (mg/kg sur anhydre) | < 20 | < 20 | < 20 | / |
| Brome (mg/kg sur anhydre) | < 20 | 92 | 106 | / |
| Calcium (%m. sur anhydre) | 1,65 | 6,9 | 8,04 | / |
| Aluminium (%m. sur anhydre) | 0,57 | 1,79 | 1,84 | / |
| Potassium (%m. sur anhydre) | 0,87 | 0,37 | 0,35 | / |
| Sodium (%m. sur anhydre) | 0,23 | 1,06 | 0,48 | / |
| Magnésium (%m. sur anhydre) | 0,36 | 0,74 | 0,48 | / |
| Fer (%m. sur anhydre) | 0,33 | 1,03 | 1,13 | / |
| Mercuré (µg/kg, ramené à la matière sèche) | < 100 | < 100 | < 100 | 100 |
| Arsenic (mg/kg, ramené à la matière sèche) | < 2 | 21 | 20 | 2 |
| Cadmium (mg/kg, ramené à la matière sèche) | < 1 | 1 | < 1 | 0,8 |
| Chrome (mg/kg, ramené à la matière sèche) | 46 | 368 | 109 | 70 |
| Cuivre (mg/kg, ramené à la matière sèche) | 25 | 347 | 231 | 70 |
| Plomb (mg/kg, ramené à la matière sèche) | 5 | 372 | 248 | 10 |
| Zinc (mg/kg, ramené à la matière sèche) | 41 | 2091 | 2268 | 200 |
| Phosphore (mg/kg sur anhydre) | 1259 | 894 | 931 | / |
| Titane (mg/kg sur anhydre) | 209 | 6695 | 5191 | / |
| Bore (mg/kg sur anhydre) | 21 | 239 | 69 | / |
| Cobalt (mg/kg sur anhydre) | 2 | 22 | 16 | / |
| Manganèse (mg/kg sur anhydre) | 562 | 447 | 310 | / |
| Silicium (%m. sur anhydre) | 2,4 | 7,3 | 5 | / |
| Molybdène (mg/kg sur anhydre) | 2,8 | 5,4 | 3,8 | / |
| Nickel (mg/kg sur anhydre) | 11 | 30 | 58 | 25 |

| | Plaquette forestière | CSR n°1 / Bois B | CSR n°2 / Bois B | Critère EBC 1 ^{ère} classe | Critère EBC 2 ^{ème} classe | Critère EBC 3 ^{ème} classe |
|--|----------------------|------------------|------------------|--|--|--|
| HAP | | | | | | |
| Fluoranthène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Benzo (b) fluoranthène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Benzo (k) fluoranthène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Benzo (a) pyrène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Benzo (ghi) pérylène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Indéno (1,2,3 cd) Pyrène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Anthracène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Acénaphthène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | 0,37 | | | |
| Chrysène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Dibenzo (a,h) anthracène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Fluorène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Naphtalène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | 0,73 | | | |
| Pyrène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Phénanthrène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Acénaphtylène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | 0,16 | | | |
| Benzo (a) anthracène (mg/kg sur anhydre) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | |
| Somme des 16 HAP (mg/kg sur anhydre) | < 1,60 | < 1,60 | < 2,56 | Déclaration | 4 | 6 |
| PCB congénères | | | | | | |
| Somme des 7 PCB (mg/kg sur anhydre) | < 0,3 | < 0,3 | < 0,3 | | 0,2 | |
| Dioxines et furanes | | | | | | |
| PCDD / F (ng / kg sur anhydre) | 0,36 | 10 | 23 | | 20 | |

Composés organiques polluants dans les chars

Merci !



CONTACT

- contact@naoden.com
- +33 (0)2 85 52 43 23

NAÖDEN
10, rue des Usines
44100 Nantes
France