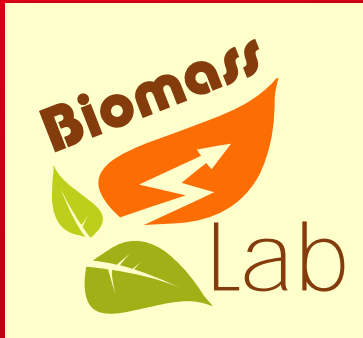


DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



liten

ANALYSE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE DE FILIERES DE PREPARATION DE LA BIOMASSE PAR PYROLYSE ET TORREFACTION DANS UNE CHAINE BTL

Guillaume BOISSONNET

Equipe Biomasse CEA Grenoble

guillaume.boissonnet@cea.fr

Journées thématiques « Combustion de biocarburants, de la biomasse et de ses dérivés » - Lille - 7 et 8 novembre 2017



PLATEFORME EXPÉRIMENTALE CEA GRENOBLE

Zone hydrothermale, Chaudière à grille,
Pyrolyse, Analyses

Zone GENEPI : Broyage, Séchage,
Torréfacteur, Réacteur à Flux
Entrainé, Pyrolyse, Analyses

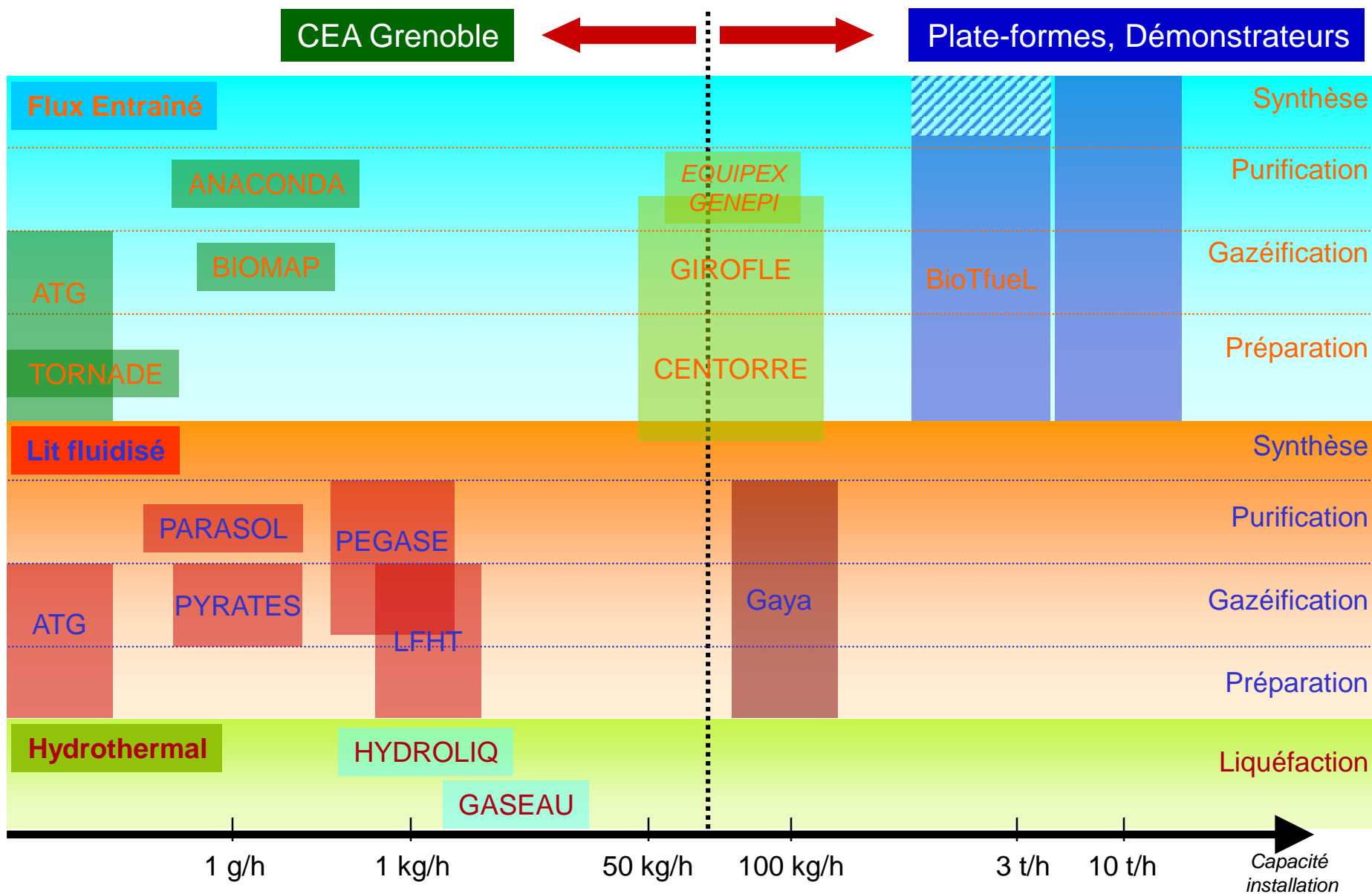
Environ 30 personnes dont 20 permanents



Zone
Pyrolyse &
Torréfaction

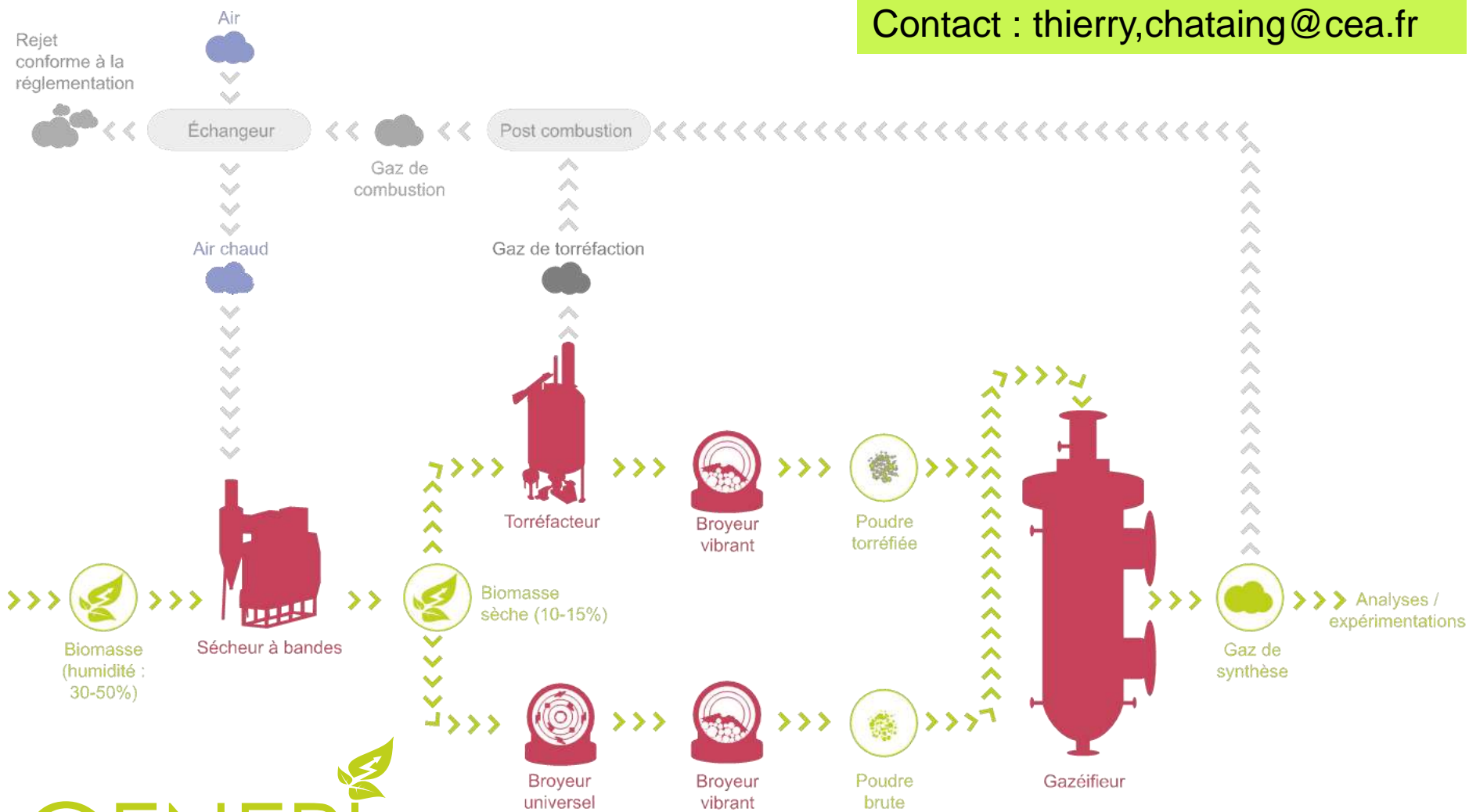
Lit Fluidisé
dense

INSTALLATIONS AU CEA GRENOBLE



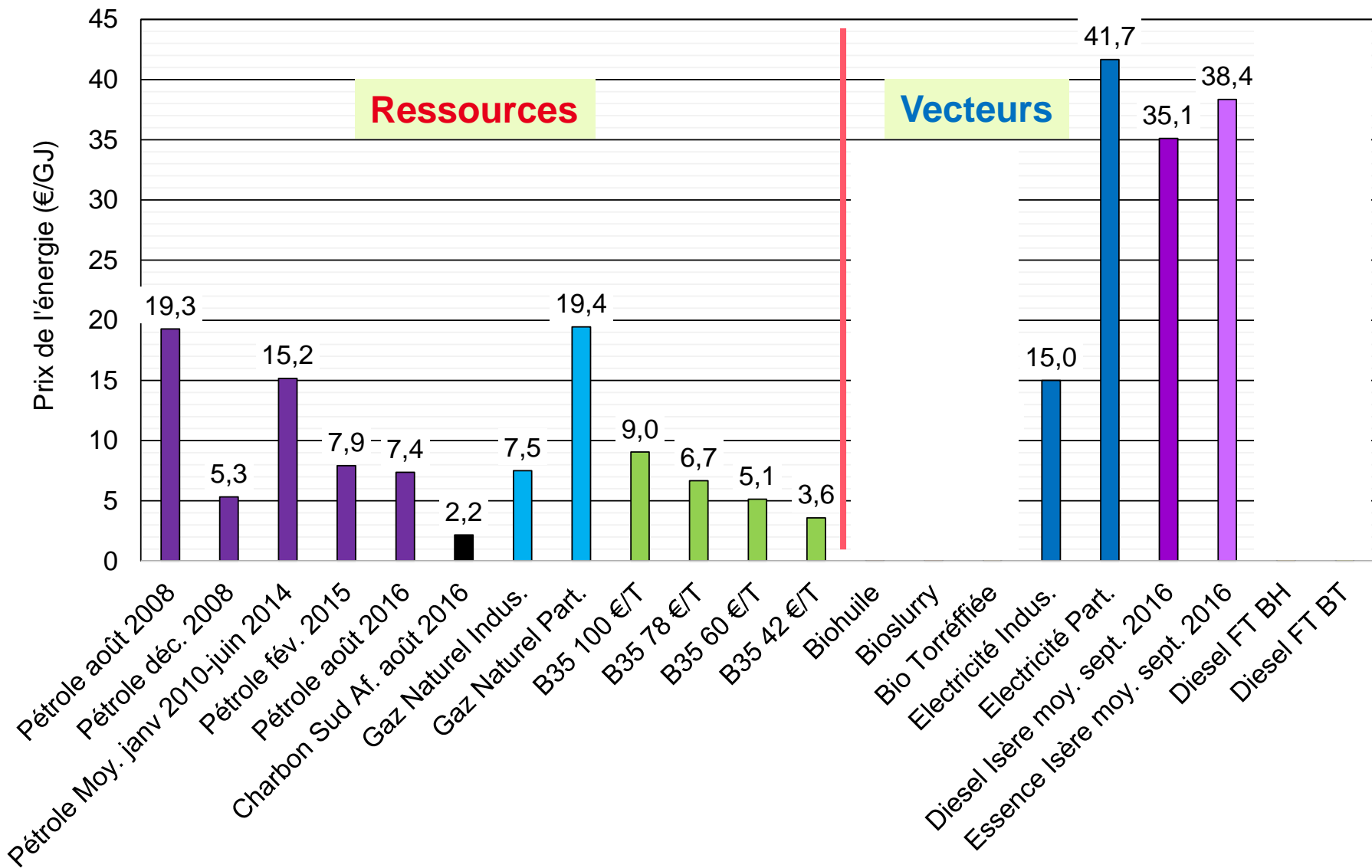
PLATEFORME GENEPI : TRANSFORMATION BIOMASSES SÈCHES (HUMIDITÉ < À 50%)

EQUIPEX 2011
 Contact : thierry.chataing@cea.fr



GENEPI

QUEL EST LE PRIX DE L'ÉNERGIE AUJOURD'HUI ? (SEPT 2016)

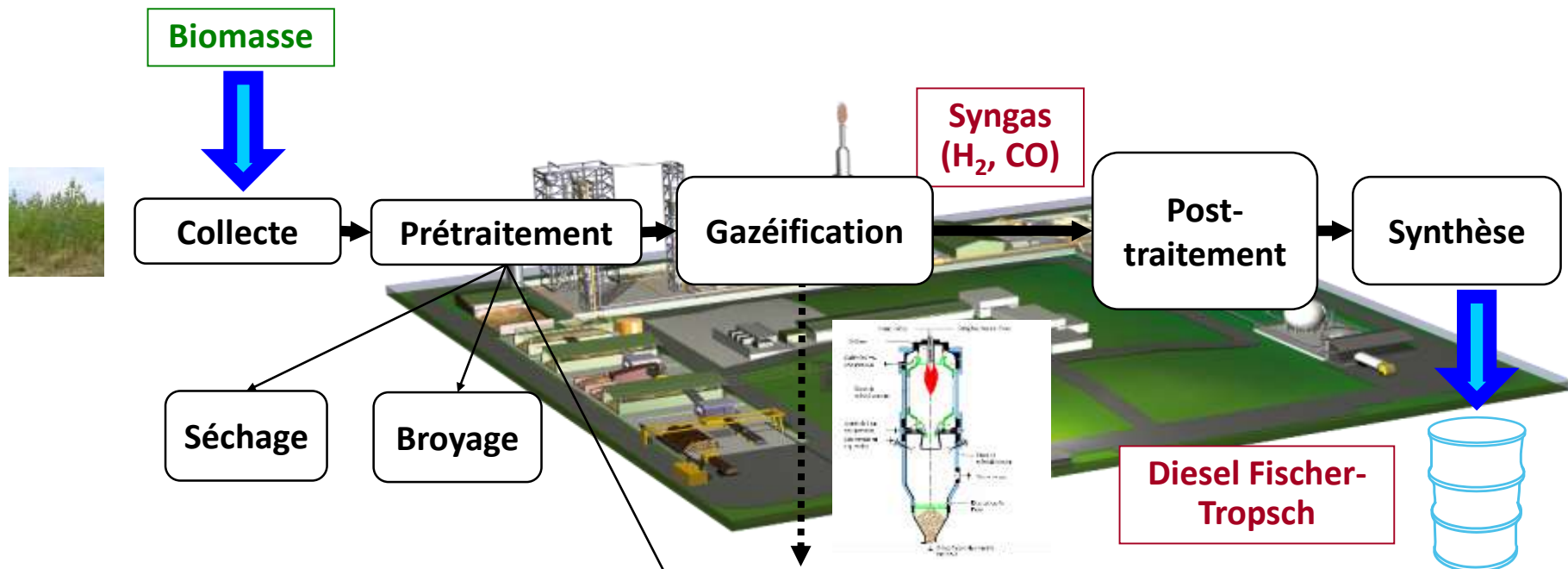


- **Quel mode de transformation de la biomasse vers quel combustible ?**
 - Torréfaction → solide
 - Pyrolyse rapide → huile, slurry

- **Quel intermédiaire dans une chaîne carburant 2G Biomass to Liquid (BtL) ?**

- **Dans tous les cas, on produit un combustible : les applications sont différentes**

PROCÉDÉ BIOMASS-TO-LIQUID (BTL)



Injection de la biomasse → un point dur en Réacteur à Flux Entraîné

Prétraitement Thermique

Température	1200-1500°C
Pressure	30-80bars
Taille particule	<0.2mm

Torréfaction

Pyrolyse rapide

➤ 250- 300°C

➤ 500-600°C

➤ Solide plus proche du charbon

➤ Liquide (huile) or mix liquide/solide (slurry)

↪ Broyage et transport pneumatique facilités

↪ Pulvérisation facilitée

- **Performances et comparaison des procédés de prétraitement ?**
 - ✓ Bilans de masse et d'énergie
 - ✓ Coûts de production

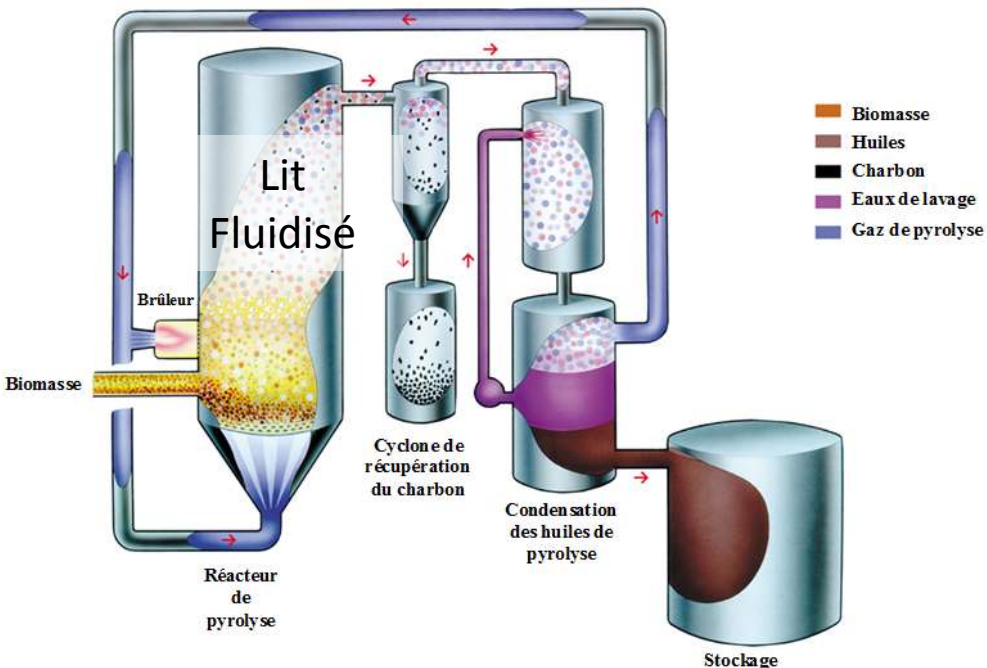
- **Existe-t-il une voie plus efficace dans un procédé BtL ?**

- **Moyens d'évaluation :**
 - Simulation (ProsimPlus) des options de prétraitement
 - ✓ Pyrolyse rapide
 - ✓ Torrification

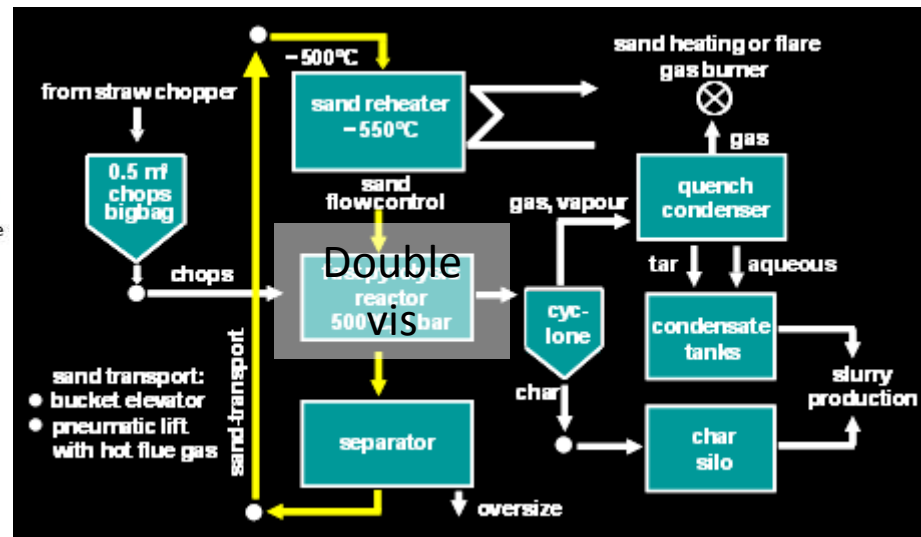
 - Simulation du procédé BtL entier

PYROLYSE RAPIDE : 2 OPTIONS

Dynamotive

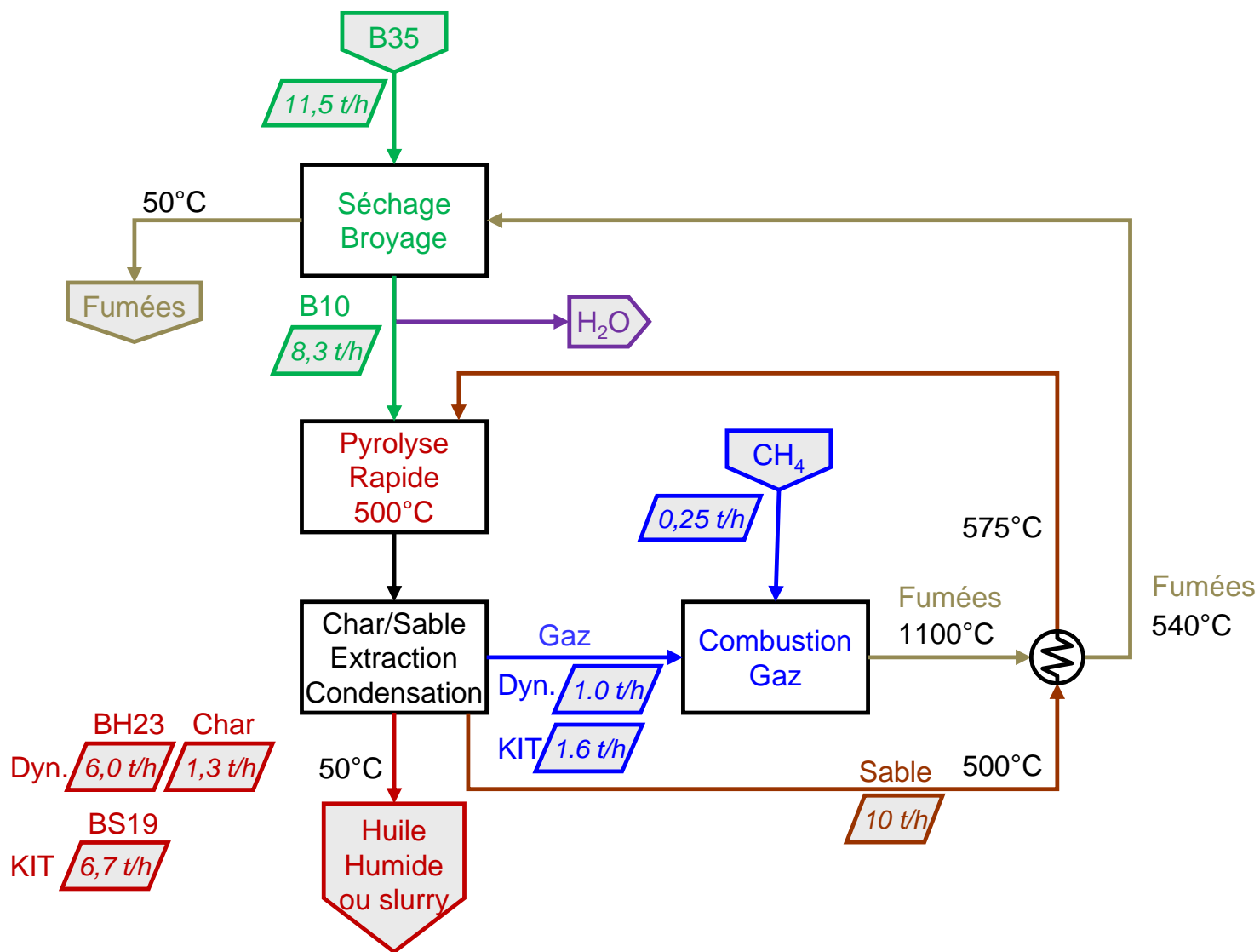


KIT



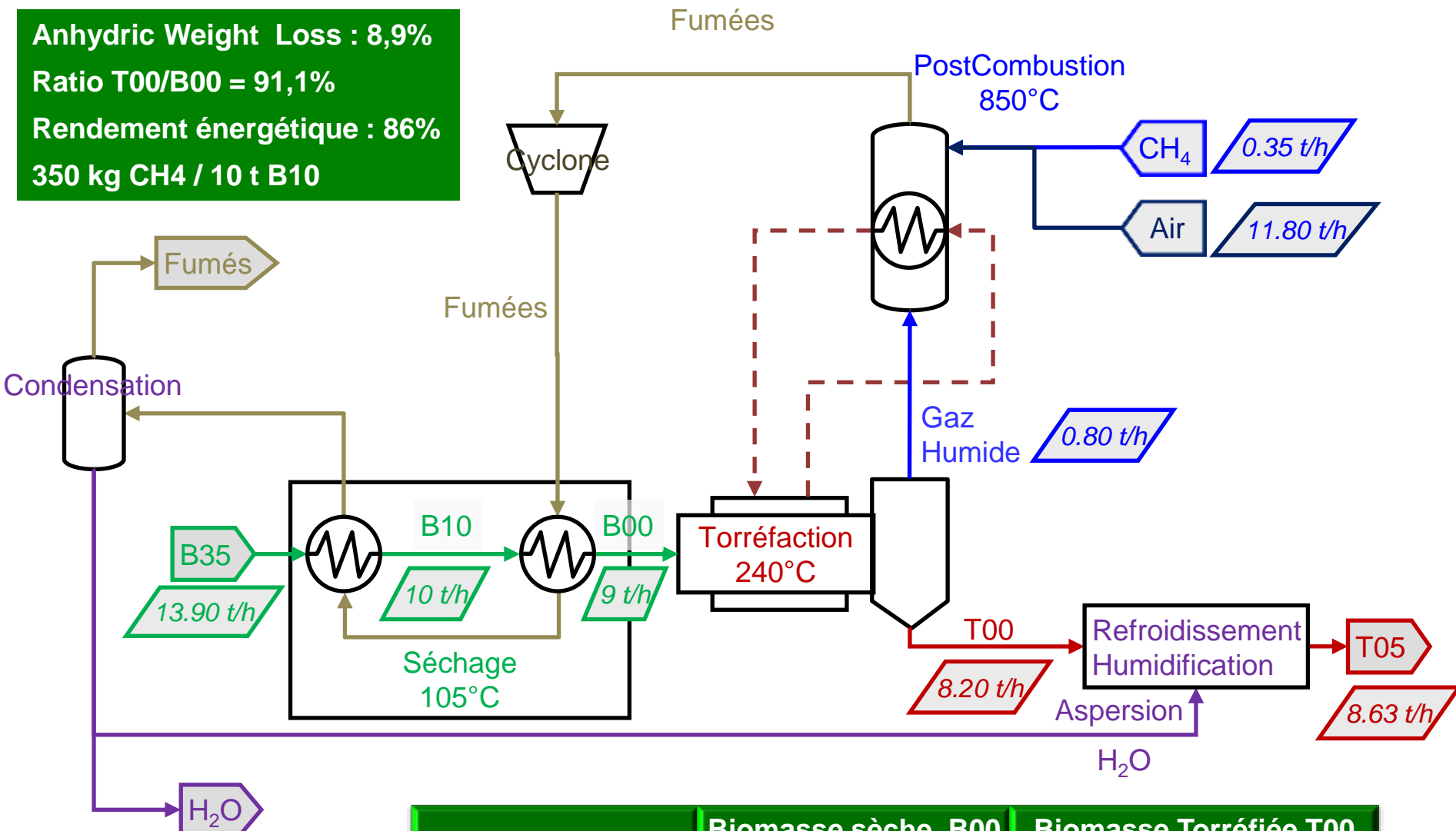
	Biomasse Sèche B00	Huile (avec eau)	Gaz	Char
PCI (MJ/kg)	17.8	14.5	7.0	27.3

PROCÉDÉ DE PYROLYSE RAPIDE



PROCÉDÉ DE TORRÉFACTION

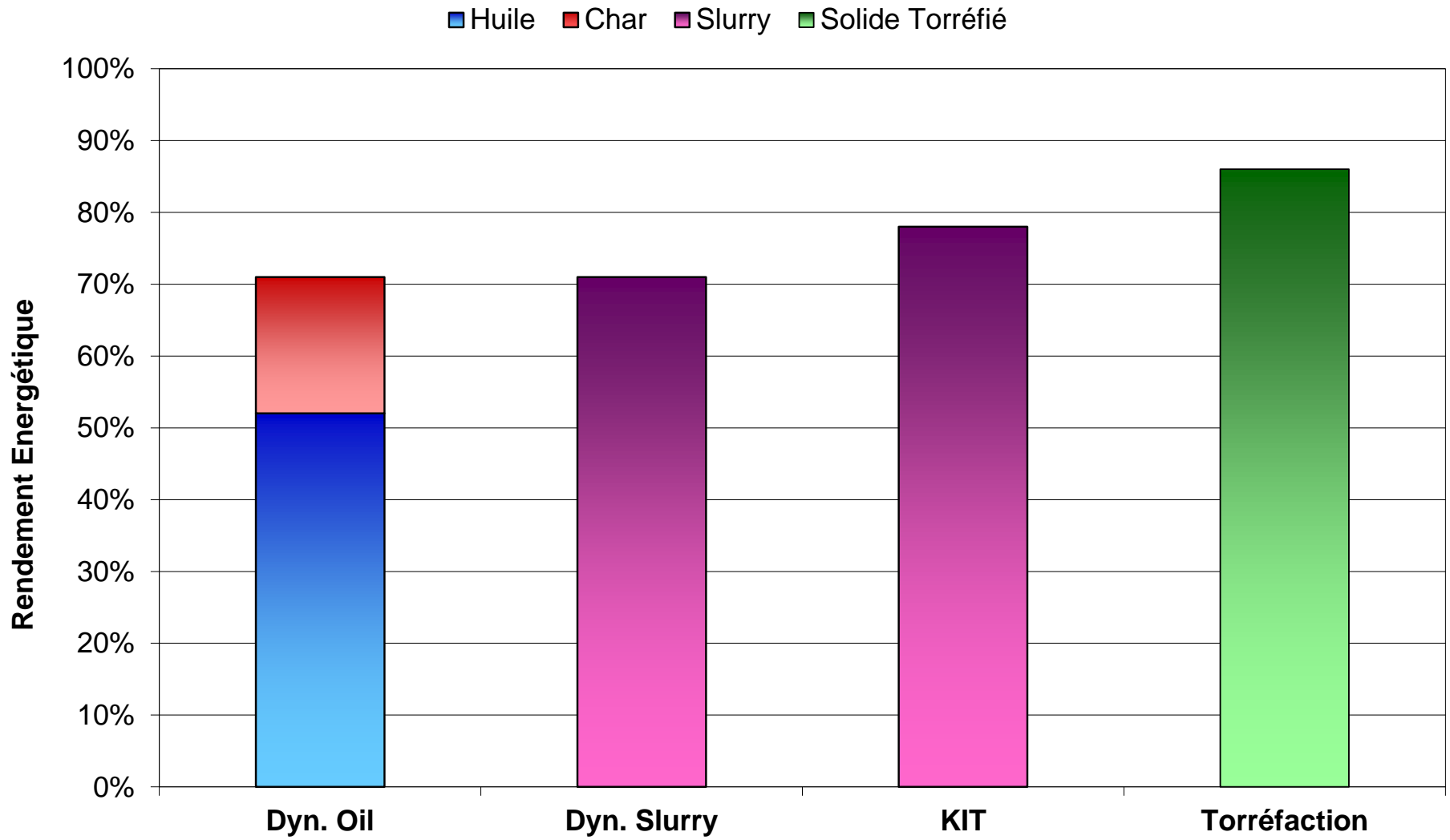
Anhydric Weight Loss : 8,9%
 Ratio T00/B00 = 91,1%
 Rendement énergétique : 86%
 350 kg CH₄ / 10 t B10



Etia, CMI, TKIS...

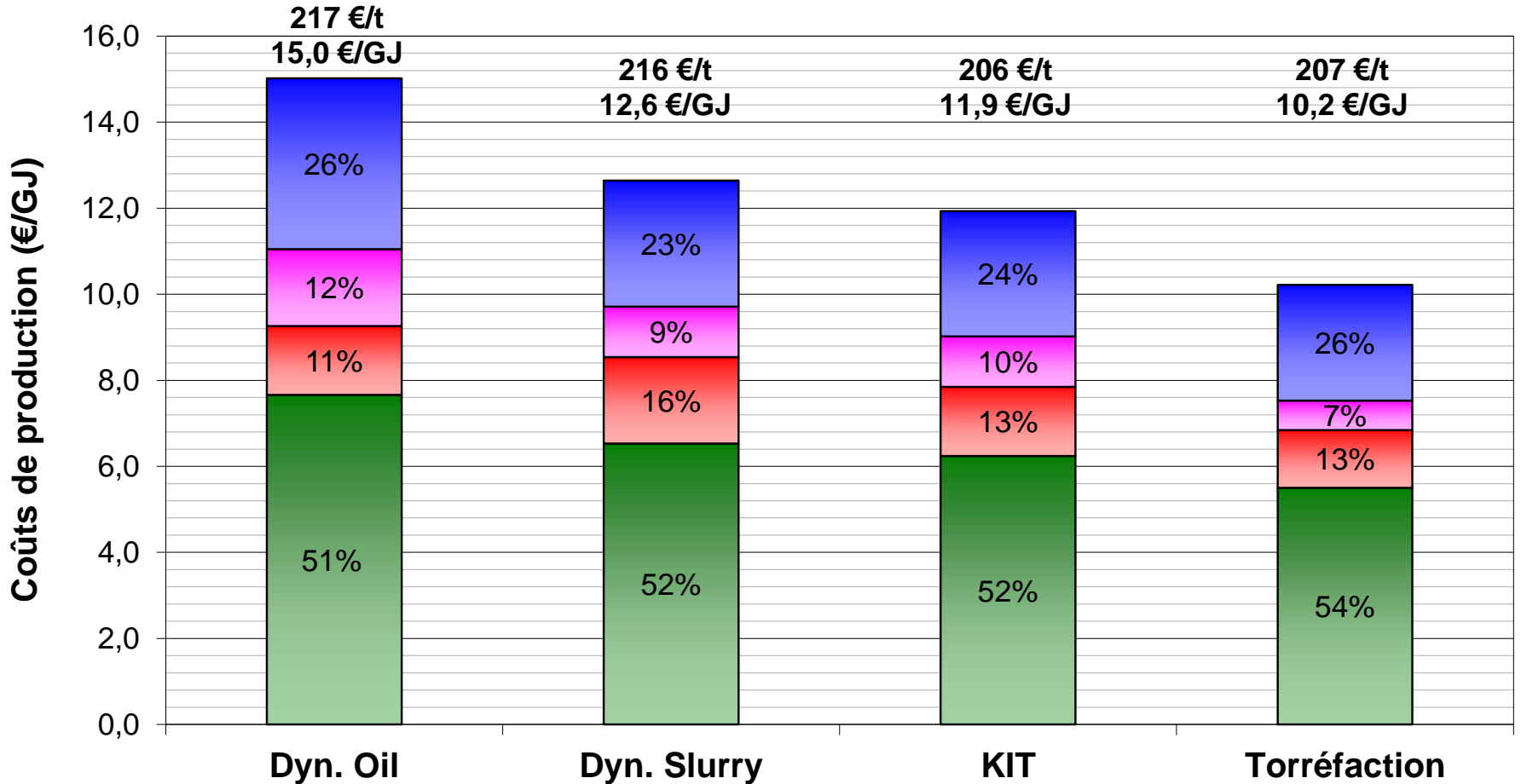
	Biomasse sèche B00	Biomasse Torréfiée T00
composition	C ₆ H _{9.1} O _{4.0}	C ₆ H _{8.5} O _{3.8}
PCI (MJ/kg)	19,4	20,2

RENDEMENTS ÉNERGÉTIQUES

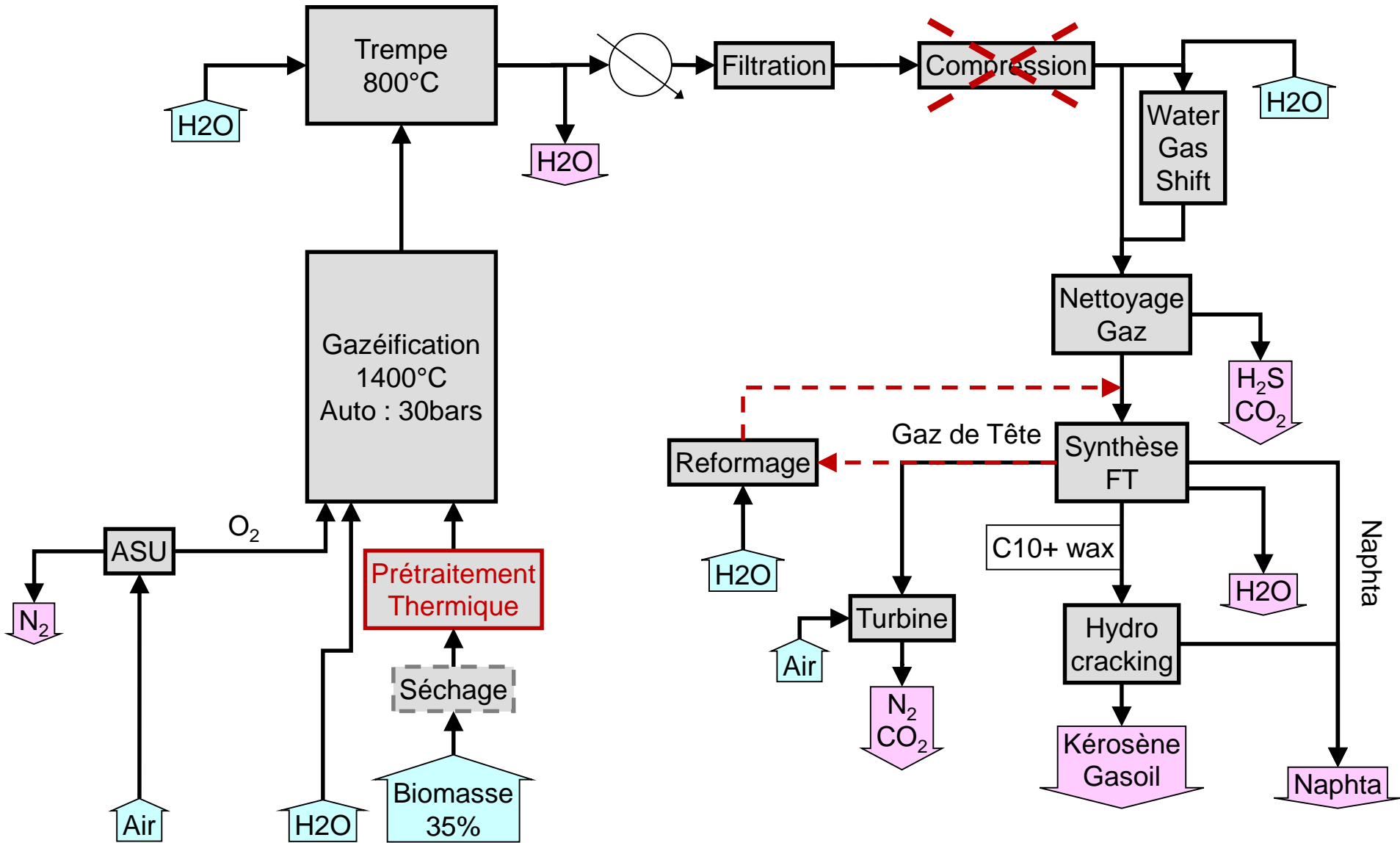


COÛT DE PRODUCTION

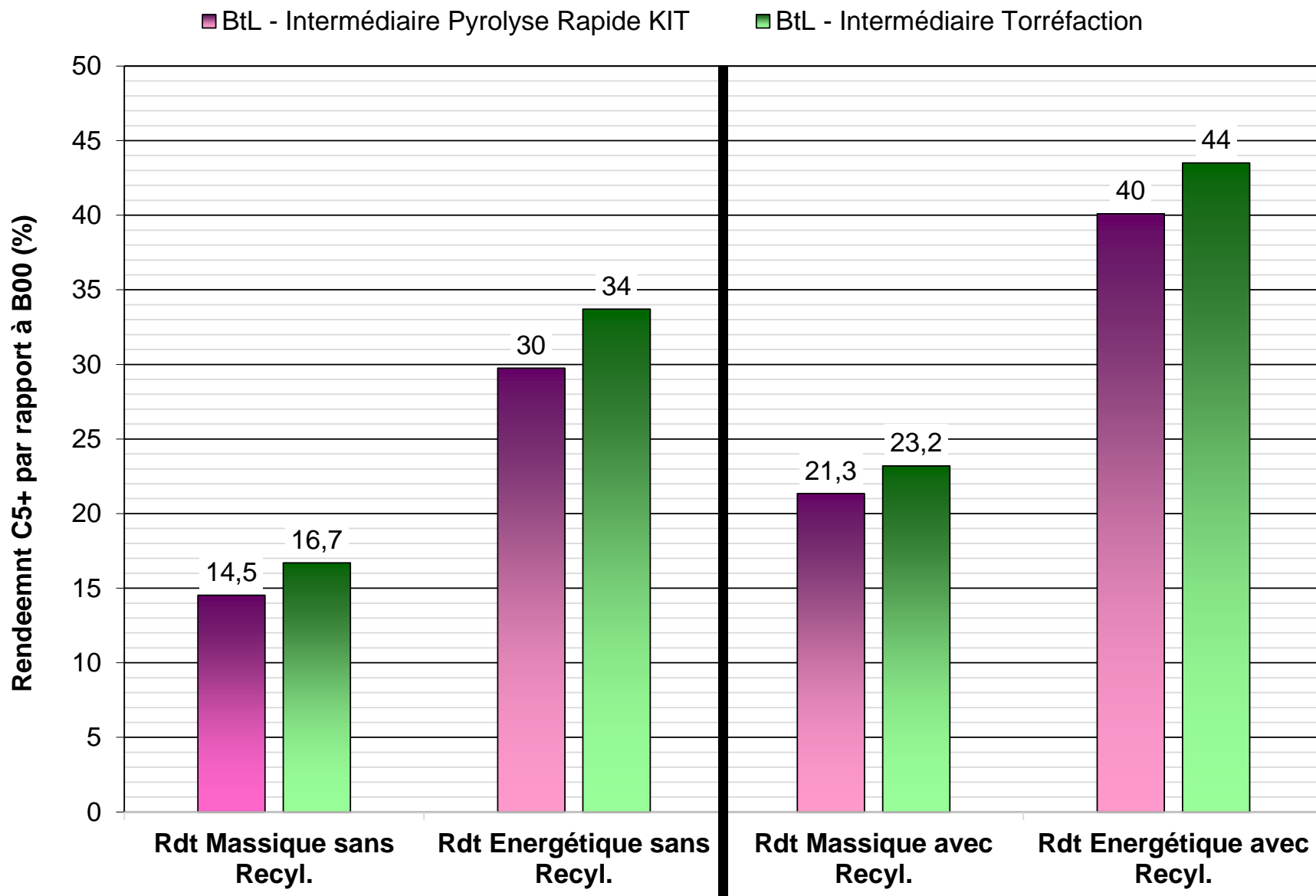
- Frais Fixes : Charges Financières (Investissement)
- Autres frais Fixes (Assurances, Taxes, Entretien)
- Autres Frais Variables : M.O., Electricity, Gaz Nat.
- Frais Variables : Biomasse



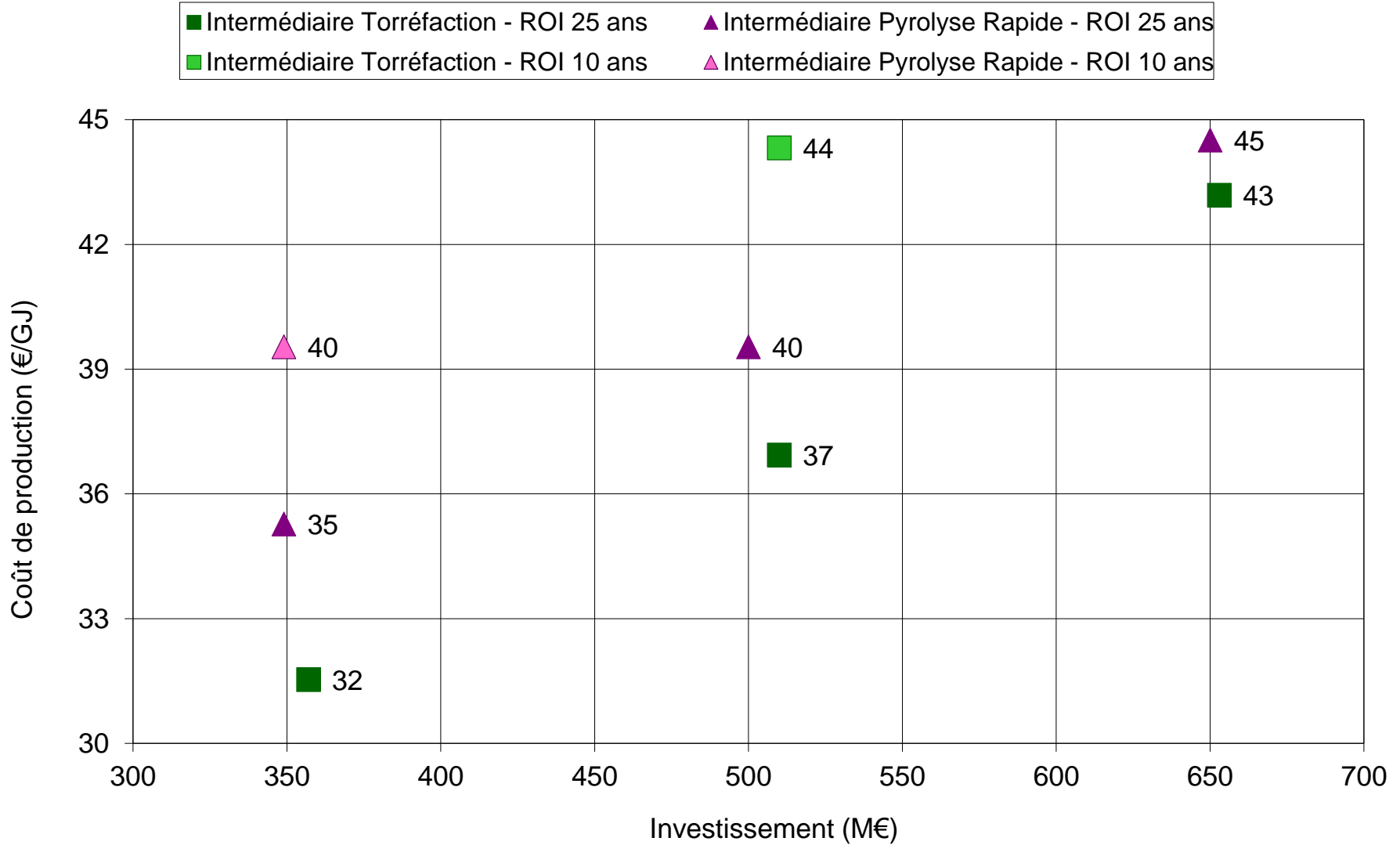
PROCÉDÉ BTL



RENDEMENTS DU PROCÉDÉ BTL



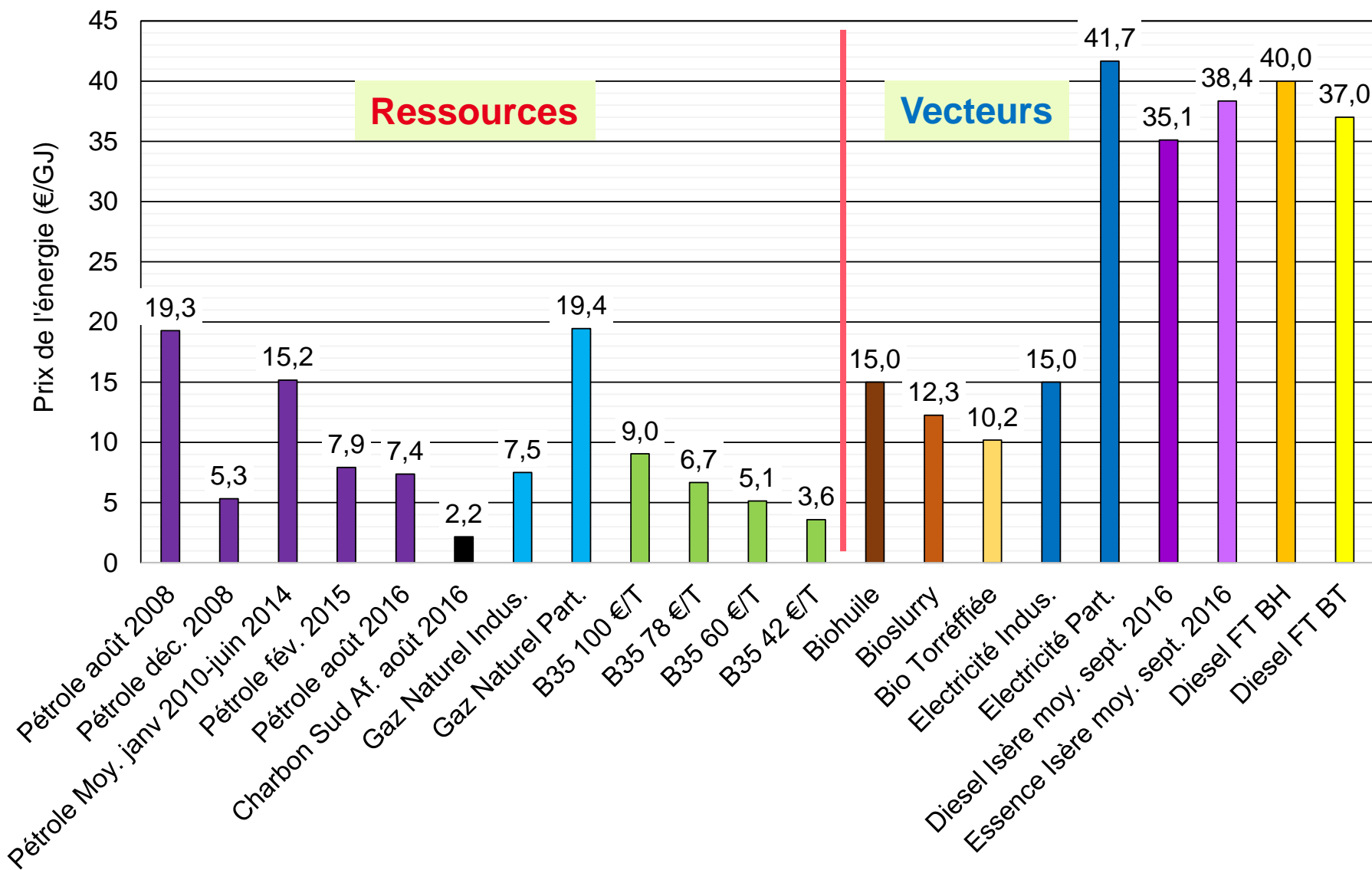
COÛT DE PRODUCTION - 3



QUEL EST LE MEILLEUR PRÉTRAITEMENT ?

- **Meilleures performances de procédé seul : torréfaction**
 - Cout de la biomasse → 50% du coût de production
- **Meilleures performances dans un procédé BtL : torréfaction**
- **Torréfaction : semble le meilleur compromis**
 - Stockage
 - Stabilité du produit
 - Techno charbon
- **Pyrolyse : performances moindres et produits plus complexes, mais ne peut pas être éliminée d'après les critères de l'étude**
 - Contexte technique, économique variable (temps et géographie)
 - Autre type de ressources
- **Incertitudes**
 - Rendement énergie
 - Prix de la biomasse
 - Investissements
- **Question : centralisation ou décentralisation ?**

PRIX DE L'ÉNERGIE ?



- **Bio-raffinerie, Chimie verte et Bio-économie.** *Récents Progrès en Génie des Procédés, Numéro 110 – 2017 ISSN: 1775-335X ; ISBN: 978-2-910239-85-5, Ed. SFGP, Paris, France*
- **Etude de systèmes énergétiques complexes : moyens et enjeux.** Enseignements tirés de l'évaluation de procédés biomasse, *La lettre de l'I-tésé (CEA) – N° 30 Printemps 2017*
- **Mémoire HDR : “de l'APPORT et des CONTRAINTES d'une DEMARCHE MULTI-ECHELLE et MULTICRITERE dans l'EVALUATION des PROCEDES Application aux procédés et filières énergétiques de transformation des BIOMASSES”.** *Grenoble: Université Grenoble Alpes- Grenoble INP. Ecole Doctorale : I-MEP2.*

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Grenoble | 38054 GRENOBLE Cedex 09
T. +33 (0)438 78 30 62 | F. +33 (0)4 38 78 52 51
Email : guillaume.boissonnet@cea.fr

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

Direction de la Recherche Technologique
Laboratoire d'innovation pour les
technologies des énergies nouvelles et les
nanomatériaux
Département Thermique Biomasse
Hydrogène