



Point d'information sur le projet SYNDIÈSE

Démonstrateur de production de biocarburants de 2ème génération
à l'échelle pré-industrielle sur le site de Bure-Saudron

18 avril 2013

- Bernard BIGOT, Administrateur général du CEA
- Christian NAMY, Sénateur, Président du Conseil général de la Meuse et du GIP Objectif Meuse
- Bruno SIDO, Sénateur, Président du Conseil général de la Haute-Marne et du GIP Haute-Marne



- LE PROJET SYNDIÈSE

Démonstrateur de production de biocarburants de 2^{ème} génération

→ Le CEA et ses partenaires industriels portent depuis 2009 le projet de construction d'un démonstrateur BtL – « *Biomass to Liquid* » - de production de biocarburants de 2^{ème} génération sur le site de Bure-Saudron.

→ Ce projet, baptisé Syndièse, a pour objectif de démontrer la faisabilité technique et économique d'une chaîne complète de production BtL, sur un site unique, depuis la collecte de la biomasse jusqu'à la synthèse de carburant. L'introduction d'hydrogène dans le procédé pour optimiser le rendement massique constituera une première mondiale.

→ Ce projet s'appuie sur les atouts des départements de la Haute-Marne et de la Meuse, et reçoit le soutien financier des acteurs économiques et politiques locaux, en particulier le GIP Haute-Marne et le GIP Objectif Meuse, et le soutien financier de l'Union européenne à travers le Fonds FEDER de la Région Champagne-Ardenne.

→ Le choix du site de Bure-Saudron s'inscrit dans les engagements pris en 2006 par les acteurs de la filière nucléaire, d'accompagner le développement économique des territoires qui accueillent le laboratoire de recherche sur le stockage des déchets nucléaires en couche géologique profonde¹.

Le démonstrateur Syndièse permettra d'expérimenter une **filière complète sur un site unique de production de biocarburants de 2^{ème} génération** :

Collecte puis conditionnement de la biomasse → gazéification → traitement des gaz → conversion en carburant de synthèse via la synthèse Fischer-Tropsch.

Il fournira l'expérience indispensable à la mise en place d'une filière, tant pour l'intégration des procédés technologiques que pour la définition d'un modèle économique régional, depuis la collecte de la ressource jusqu'à la distribution de biocarburant.

***Vue d'artiste du démonstrateur Syndièse
(© CNIM-ARCHITRAV).***



Cette unité pilote est prévue pour être la première du genre en France, rassemblant en une même installation les différentes « briques technologiques » de fabrication de ce biocarburant. Le démonstrateur expérimentera à une échelle pré-industrielle la **filière BtL**, par voie « thermochimique » de production de biocarburant². Cette filière permet la production d'un biocarburant de très haute qualité, tant du point de vue du

¹ Conformément à ce qui est prévu par la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

² La voie thermochimique permet de produire du biodiesel ou du kérosène. L'autre voie de production de biocarburants de 2^{ème} génération est la voie « enzymatique », dans laquelle la cellulose de la plante (glucose) est convertie en bioéthanol, incorporable à de l'essence.

fonctionnement des moteurs que de leurs émissions de polluants, et directement commercialisables. Elle constitue l'une des réponses privilégiées par la France et l'Union européenne aux défis énergétiques des transports à l'horizon 2020.

Le projet Syndièse mise sur la conversion à terme de 75.000t/an de biomasse sèche issue de ressources forestières locales, pour une production attendue de 22.000t/an de biocarburant (diesel / kérosène / naphta).

Un enjeu technique important de la filière BtL réside dans l'amélioration des rendements massiques (quantité de matière à l'entrée / quantité de carburant en sortie). De ce point de vue, le démonstrateur de Bure-Saudron expérimentera une solution originale pour augmenter le rendement du procédé et mobiliser tout le carbone de la biomasse entrante : le ratio hydrogène / monoxyde de carbone généré lors de l'étape de synthèse du carburant sera amélioré par l'apport extérieur d'hydrogène. Cette innovation constituera une première mondiale pour un démonstrateur à échelle pré-industrielle.

Avec le projet Syndièse, le CEA apporte son expertise de R&D en systèmes énergétiques, son expérience des technologies biomasse, et ses compétences d'intégration des procédés et de gestion de projet innovant.



Exemples de la R&D du CEA sur les technologies biomasse : à gauche, installation PEGASE du centre CEA de Grenoble pour étudier les procédés de purification des gaz de synthèse (© P.Avavian/CEA). A droite, travaux sur la gazéification de la biomasse (© P.Dumas/CEA).

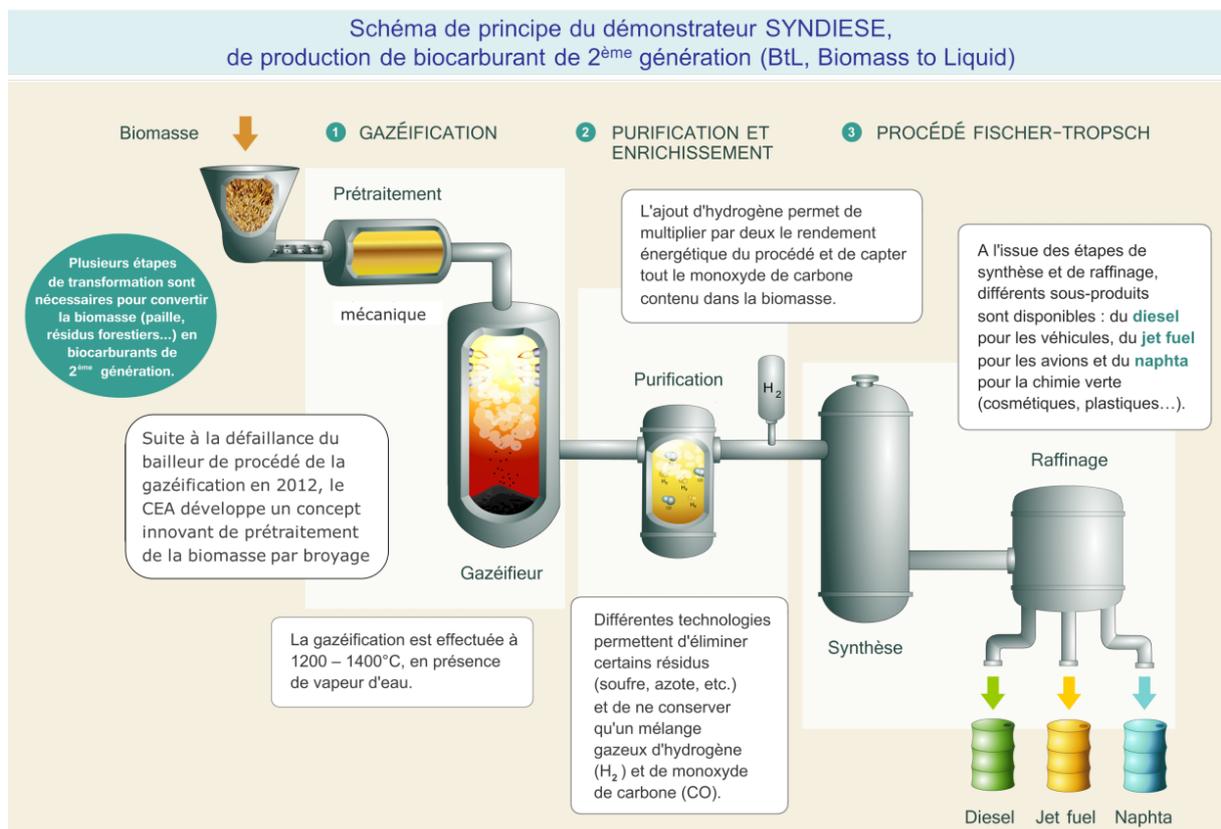
La filière d'approvisionnement

Le démonstrateur de Bure-Saudron mise sur une filière régionale, aussi bien pour son approvisionnement en biomasse que pour les débouchés du biocarburant produit. Le plan d'approvisionnement de l'installation (environ 73 000 tonnes de matière sèche / an) a été travaillé avec les acteurs locaux des filières agricoles et forestières (ONF, France Bois de l'Est, Gedefor, EMC2, Champagne Céréales, communes forestières...). Tous ces acteurs implantés sur les deux territoires de la Haute-Marne et de la Meuse ont évalué leurs possibilités de fourniture pour le démonstrateur en restant dans un rayon proche du laboratoire, et en tenant compte de leurs engagements actuels ou à venir dans d'autres projets.

La filière *Biomass to Liquid* : 4 étapes techniques

- **Prétraitement de la biomasse** : on réduit la taille et le taux d'humidité des particules issues de la transformation des plaquettes forestières, afin de faciliter leur injection dans le gazéifieur sous forme de poudre très fine. L'objectif technique est de diminuer l'énergie nécessaire à cette étape, aujourd'hui de l'ordre de 20-25% de l'énergie contenue dans la biomasse entrante, vers 10%.
- **Gazéification** : la poudre de bois est d'abord injectée sous pression dans le brûleur du gazéifieur. Avec apport d'oxygène et de vapeur d'eau, la biomasse est ensuite transformée, à haute température (1 300-1 400°) et haute pression, en un gaz de synthèse (H_2 , CO) appelé *Syngas*. Ces deux phases de transformation de la biomasse en gaz de synthèse sont aussi appelées étape BtS, pour *Biomass to Syngas*.

→ **En 2012-2013, c'est cette étape technique qui concentre les principaux enjeux.**
- **Post-traitement** : le *syngas* est débarrassé de ses impuretés et est enrichi en hydrogène pour doubler le rendement de production en biocarburant.
- **Transformation finale en biocarburant** : le *syngas* est transformé en biocarburant par une réaction catalytique de type Fischer-Tropsch.



- POINT D'ÉTAPE – 18 AVRIL 2013

2009 – 2012 → Phase d'études de conception détaillée

Les études de conception détaillée du projet Syndièse ont été lancées suite à la décision du **Comité de Haut Niveau pour l'accompagnement économique du laboratoire de Bure**, présidé par le ministre en charge de l'Énergie, du 18 novembre 2009.

La 1^{ère} étape correspondait aux études devant mener à l'avant-projet détaillé (APD) de l'unité. Il s'agissait de définir avec les partenaires industriels les grandes options de la future installation : quantités et formatage de la biomasse en entrée ; liaisons entre les briques technologiques, cahier des charges, définitions de l'investissement et du coût d'exploitation attendus.

Le CEA a assuré la maîtrise d'ouvrage (définition du besoin) de la phase d'étude.

Le groupe CNIM en a été maître d'œuvre et s'est entouré des compétences et procédés de différentes sociétés :

- La société allemande Choren pour l'étape de prétraitement et de gazéification ;
- Le groupe Air Liquide et sa filiale Lurgi pour l'ingénierie technique de la partie post-gazéification et le procédé d'apport d'hydrogène ;
- La société Lurgi pour les procédés de nettoyage/purification des gaz et Fischer-Tropsch ;
- La société UOP pour le procédé d'hydrocraquage permettant la production des bioacarbures.

Cette **phase d'études de conception détaillée est achevée.**

2012 – 2017 → Réalisation de l'étape de gazéification BtS, Biomass to Syngas

En **février 2012**, la société Choren, le bailleur de procédé pour la partie gazéification, a cessé toute activité, obligeant le CEA à ne plus retenir leur procédé de transformation de la biomasse en gaz de synthèse.

Après accord du **Comité de Haut Niveau du 27 février 2012**, le CEA a travaillé avec le groupe industriel Air Liquide à l'identification d'une **alternative technique** issue de leurs programmes respectifs de recherche et développement.

Le projet Syndièse-BtS, qui vise à valider un concept innovant de transformation de biomasse en gaz de synthèse, fait l'objet d'un accord de collaboration solide et structurant entre le CEA et Air Liquide, signé le 23 décembre 2012.

Lors du **Comité de Haut Niveau du 4 février 2013**, la ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Delphine Batho, a validé le contenu technique et le calendrier préalable de la phase 1 du projet SYNDIÈSE-BtS. Cette décision engage le CEA dans le lancement des appels d'offre pour la construction, dès l'année 2013, d'un bâtiment de développement pour l'étape de gazéification de la biomasse, à une échelle 1 tonne/heure.

Les premiers travaux (terrassement, voirie, réseaux) pour l'unité BtS débuteront en mai 2013 sur une surface de 23 hectares de la zone interdépartementale, en bordure de la départementale 175, sur les communes de Bure et de Saudron.

À partir de 2017 → Construction de l'ensemble du démonstrateur BtL Syndièse, avec intégration de l'étape BtS.

Explication technique : les différentes générations de biocarburants

Trois générations successives, des agro-carburants aux biotechnologies

La **première génération** de biocarburants a émergé il y a vingt ans. Son principe : utiliser des plantes riches en sucre (comme la betterave) ou en amidon (comme la pomme de terre) pour produire de l'éthanol. Celui-ci est ensuite mélangé à l'essence dans des proportions variables. Les plantes riches en huile (comme le colza ou le tournesol) peuvent, quant à elles, être transformées en un biodiesel qui est mélangé au diesel classique, actuellement à hauteur de 5% du volume.

Cette première génération, mature industriellement, pose problème car elle concurrence des usages comme l'alimentation et la papeterie.

Les chercheurs travaillent actuellement au développement de biocarburants, dits **de deuxième génération**, issus des parties non alimentaires des plantes. On utilise des résidus forestiers (les parties des arbres non utilisés par l'industrie du bois), des résidus agricoles (comme les tiges de maïs), des cultures à croissance rapide (comme le peuplier et l'eucalyptus), ou des déchets organiques (par exemple les boues de stations d'épuration). Cette biomasse est ensuite convertie en éthanol ou biodiesel. La filière n'est pas encore prête pour une utilisation industrielle, mais des pilotes de recherche et développement existent ou sont en projet.

Une **troisième génération** de biocarburants est encore à l'état de recherche, notamment à cause de son fort coût de production, de sa consommation énergétique élevée et de son faible rendement. Elle utiliserait non pas des plantes, mais des microorganismes photosynthétiques, capables de produire naturellement des molécules à forte valeur énergétique.

Photo prise sur la plateforme HelioBiotech du CEA de Cadarache, où on étudie les biocarburants de 3^{ème} génération (@ G.Lesénéchal/CEA).



LE CEA, UN ACTEUR CLÉ DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

Acteur majeur de la recherche, du développement et de l'innovation, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives intervient dans quatre grands domaines :

- les énergies bas carbone ;
- les technologies pour l'information et les technologies pour la santé ;
- les Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR) ;
- la défense et la sécurité globale.

Pour chacun de ces quatre grands domaines, le CEA s'appuie sur une recherche fondamentale d'excellence et assure un rôle de soutien à l'industrie. Le CEA compte près de 16 000 salariés, répartis sur 10 centres en France.

Dans le domaine des **énergies bas carbone**, les recherches du CEA concernent **l'énergie nucléaire**, avec le soutien au parc actuel de réacteurs nucléaires (2e et 3e génération) et la R&D sur les réacteurs du futur (4e génération).

Les équipes du CEA contribuent aussi à l'essor des **énergies renouvelables** et aux études sur **l'efficacité énergétique** : énergie solaire (thermique, thermodynamique et photovoltaïque), bâtiment à faible consommation d'énergie et réseaux intelligents, technologies pour le stockage de l'électricité (batteries), hydrogène, **biocarburants** de deuxième et troisième génération.

Enfin, le CEA est fortement impliqué dans la recherche sur la fusion thermonucléaire, en particulier *via* le projet international de réacteur expérimental ITER.

LE CEA EN QUELQUES CHIFFRES (fin 2012) :

- Près de 16 000 salariés sur 10 centres de recherche ;
- 4,7 milliards d'euros de budget (activités civiles et Défense) ;
- 701 dépôts de brevets prioritaires en 2012, 4 674 brevets prioritaires en portefeuille ;
- 157 entreprises créées depuis 1972 dans le secteur des technologies innovantes ;
- 40% de la R&D privée sous-traitée à la recherche publique en France, plus de 500 partenaires industriels ;
- 53 Unités mixtes de recherche (UMR) liant le CEA à ses partenaires de recherche académiques.