



PROJET POLYBIOM

Résumé du projet

Développement d'une nouvelle chaudière à lit fluidisé circulant destinée à brûler une gamme étendue de combustibles renouvelables dans une plage de puissances comprise entre 1 et 10 MW

Le 17 février 2018

Etude réalisée avec le concours financier de l'ADEME

Auteurs : R. AUBRY (WEISS France), S. PREAU (ATANOR), G. MARTIN (ATANOR), P. BRENOT (CRITT CM2T), J.P. CHOBOUT (CRITT CM2T), Y. ROGAUME (LERMAB)

Coordination technique ADEME : Sylvain BORDEBEURE
Anne-Laure DUBILLY

N° de convention ADEME : 1401C0070



Programme : BIP 2014

Partenaires :

- WEISS France (leader du projet)
- ATANOR
- CRITT CM2T
- LERMAB

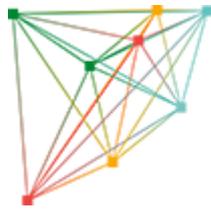
Coût total du projet : 703 623 Euros

Aide apportée par l'ADEME : 362 630 Euros

Le projet a été labellisé par les pôles de compétitivité :



Par ailleurs, le projet a été soutenu par la structure d'accélération de projets innovants pour les entreprises de la région Grand-Est



Contexte et objectifs

En France et en Europe, l'usage du bois dans les chaufferies industrielles et collectives s'est sensiblement accru depuis le début des années 2000. Bien que les ressources existent (stock de bois sur pied de plus de 10 milliards de m³ dans l'Union Européenne), le développement des utilisations diverses du bois (construction, ameublement, panneaux, début de la chimie, etc.) peut mener à des conflits d'usages, l'énergie devant être la dernière utilisation.

Face à cette situation et compte tenu du faible coût actuel des énergies fossiles, un nombre croissant d'exploitants de chaufferie cherche à diversifier les sources d'approvisionnement, ainsi que des équipements polycombustibles qui vont permettre cette diversification. Le projet POLYBIOM s'inscrit dans ce contexte et vise à développer une nouvelle génération de chaudières à biomasses de moyennes puissances (1 à 10 MW), équipées d'un foyer conçu sur le principe du lit fluidisé circulant, capables d'être alimentées par une gamme étendue de biomasses, notamment des gisements peu ou pas exploités, comme les bois très humides (H > 50 %) ou très secs, les bois adjuvantés, les déchets de bois du bâtiment, les déchets de l'agriculture et des IAA, etc., et à terme les Combustibles Solides de Récupération (CSR).

Cette nouvelle chaudière aura également des performances accrues, avec une production de NOx sensiblement moindre que celle des matériels actuels et un rendement énergétique plus élevé grâce à la limitation de l'excès d'air total.

Déroulement du projet

Le programme de travail a été organisé de la façon suivante :

- Etablissement du cahier des charges de la nouvelle chaudière. A cette fin, les combustibles que pourrait valoriser la chaudière POLYBIOM ont été caractérisés. Les objectifs en termes de performances énergétique et environnementale ont été précisés.
- Ensuite, le travail a consisté à consolider le design de chaudière établi préalablement au projet POLYBIOM, et notamment le foyer qui en est le cœur, sachant que l'enjeu pour des unités de petites et moyennes puissances (nota : les chaudières à lit fluidisé circulant sont plutôt utilisées pour des puissances supérieures à 25 – 30 MW), est d'aboutir au meilleur compromis entre la performance énergétique et environnementale d'une part, et la complexité de l'installation (et donc son coût) d'autre part.
- L'étape suivante a consisté à étudier en détail les éléments critiques de la future chaudière, en particulier l'architecture du foyer, les moyens d'introduction des airs de combustion et de recyclage des fumées, le système de dépoussiérage primaire destiné à capter l'essentiel des particules entraînées par les fumées avant que celles-ci ne pénètrent dans l'échangeur de chaleur, etc. Pour cela, il a été mis en place plusieurs outils de calcul spécifiques, afin d'établir les bilans « matière » et « énergie » pour les différentes sections de l'installation et pour visualiser l'aéroulque dans le foyer.
- L'originalité de l'étude a aussi consisté à prendre en compte le critère « choix des matériaux métalliques et réfractaires », compte tenu des caractéristiques

des biomasses ciblées, qui contiennent souvent des espèces acides, ainsi que des substances alcalines. Un comparatif technico-économique et des tests en laboratoire ont permis de définir des solutions industrielles innovantes, notamment pour les éléments stratégiques de la chaudière :

- Il en ressort une liste de matériaux pour les U-Beams, les buses et les bétons réfractaires.
 - En ce qui concerne les U-beams et ses conditions d'utilisation particulières, les matériaux sélectionnés parmi des bases « fer » réfractaires combinent une bonne résistance à l'érosion et une bonne tenue à la corrosion contre les alcalins et en atmosphère réductrice. D'autres options étudiées et documentées sont possibles en combinant des matériaux massifs mais revêtus.
 - Les buses de fluidisation sont définies pour résister à l'érosion à plus basse température que les U-beams. Les matériaux réfractaires sont donc différents et surtout adaptés à une mise en forme par coulée en fonderie.
 - Enfin, les bétons réfractaires ont été sélectionnés puis testés à la fois en situation de corrosion en respectant la norme ASTM C454-77, mais aussi en érosion selon la norme ASTM C704 pour être au plus près des conditions nouvelles d'utilisation en lit fluidisé. Les résultats permettent de réduire de 70 % l'usure des bétons.
- La dernière étape a consisté en l'étude de détail d'un démonstrateur de 5 MW. Cette étude a abouti à des plans PFD et P&ID, à des spécifications pour les équipements principaux ainsi que pour l'instrumentation, à des plans d'équipements, ainsi qu'à une ébauche d'implantation. Cette installation a également été chiffrée au niveau des investissements.

Synthèse des résultats obtenus

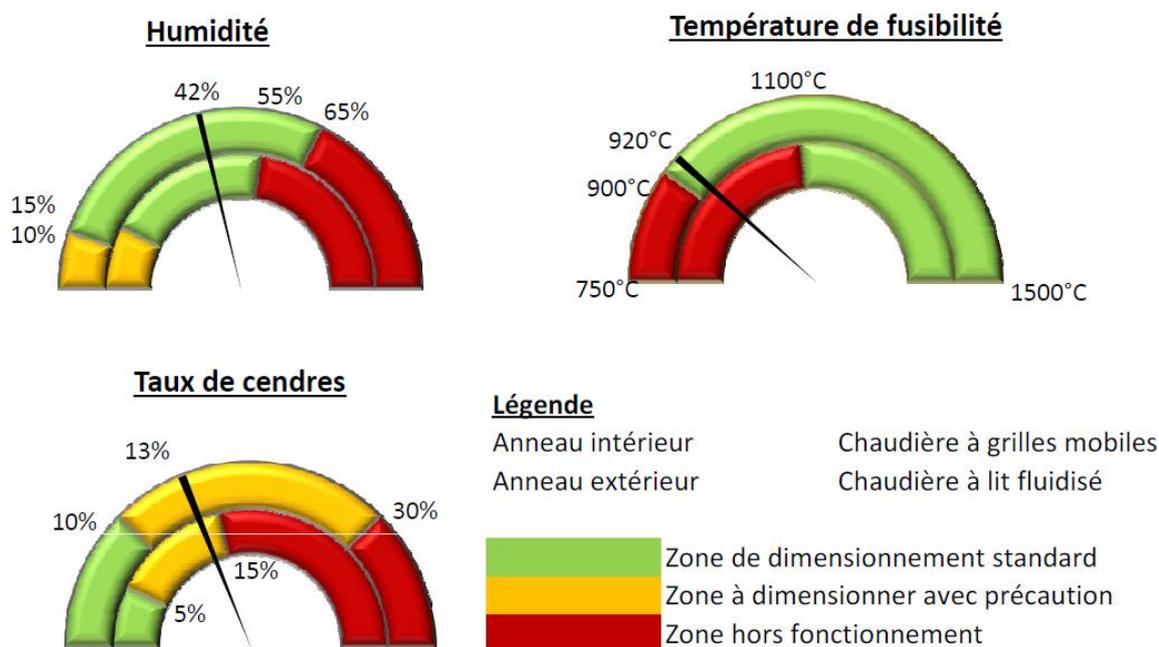
Les travaux menés dans le cadre du projet POLYBIOM vont permettre aux partenaires de dimensionner et de commercialiser des installations capables de brûler une gamme étendue de combustibles (déchets verts, agrocombustibles, refus de compostage, etc.), ayant les caractéristiques suivantes :

- Humidité comprise entre 10 et 65 %.
- Teneur en cendres jusqu'à 30 %.
- Teneur en azote jusqu'à 1,5 % sans nécessiter de système DeNOx additionnel.
- Granulométrie jusqu'à 50 mm.
- Température de fusibilité des cendres pouvant descendre jusqu'à 900 °C.



Exemple de combustibles (de g à d) balle de riz, paille, écorce de résineux et écorce de feuillus et déchets verts

Des indicateurs ont par ailleurs été développés pour synthétiser les caractéristiques du nouveau foyer développé en comparaison des techniques classiques existantes : le schéma ci-dessous présente un exemple.



Exemple d'un combustible à 42 % humidité, 13 % de cendres et 920 °C de température de fusibilité

Les bénéfices apportés par la solution POLYBIOM seraient d'une part une augmentation du rendement énergétique global de **2 à 3 points** par rapport aux solutions actuellement sur le marché pour la même gamme de puissances, et d'autre part, des émissions de polluants atmosphériques a priori nettement inférieures aux valeurs limites actuelles imposées par la réglementation :

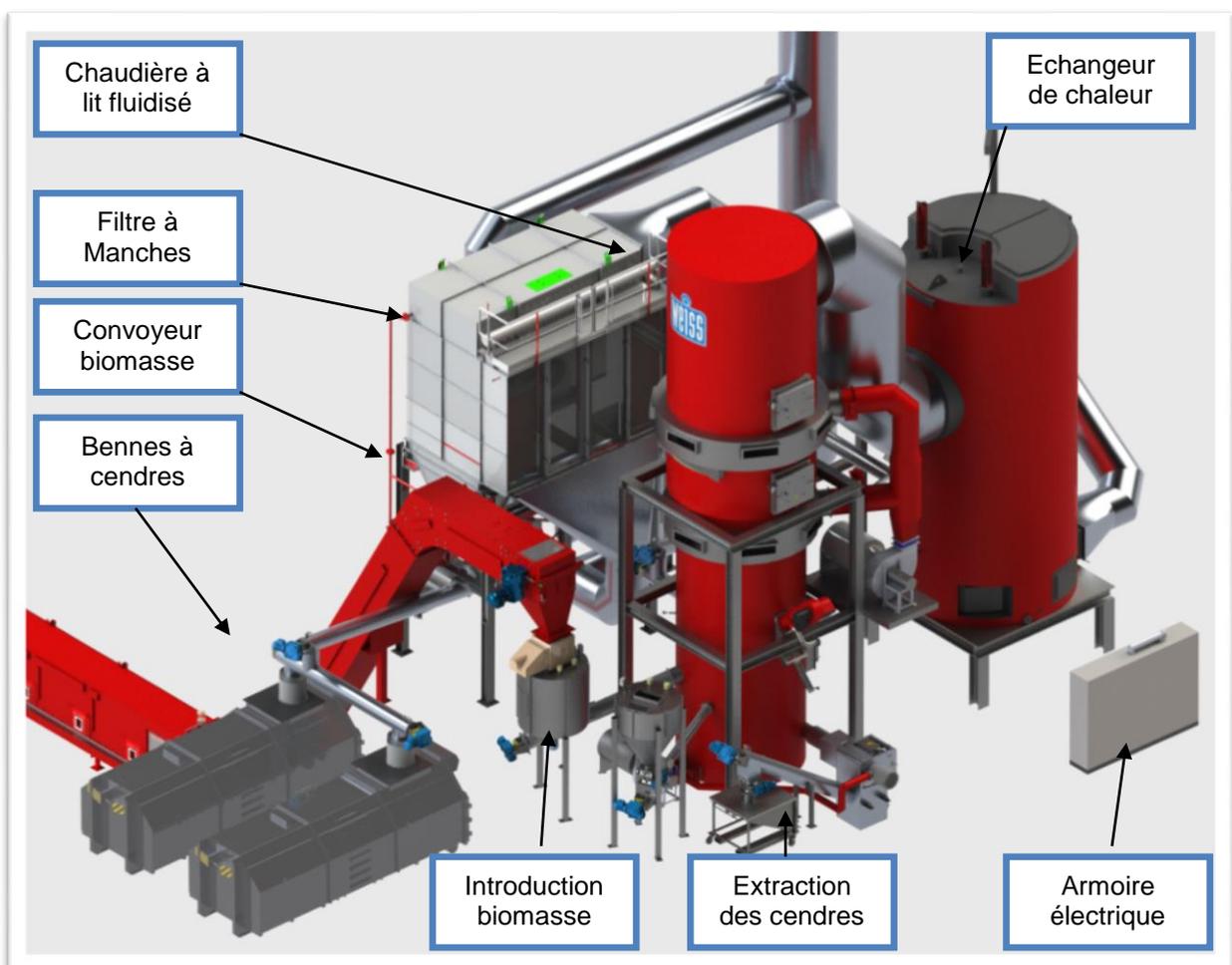
- NOx = 200 mg/Nm³ à 6 % d'oxygène contre 400.
- CO = 50 mg/Nm³ à 6 % d'oxygène contre 200.
- Poussières = 10 mg/Nm³ à 6 % d'oxygène contre 50.

Par ailleurs, la technologie POLYBIOM permettrait d'abattre jusqu'à 60 – 80 % des SOx, directement dans le foyer, sans faire appel à un traitement de désulfuration de fumées additionnel.

Suite et perspectives du projet

Lors du projet POLYBIOM, les partenaires ont mené une recherche intensive pour trouver un site sur lequel une opération de démonstration pourrait être engagée. Plusieurs pistes ont été identifiées, et actuellement, WEISS France, ATANOR et CM2T se concentrent sur deux prospects en particulier, qui ont manifesté un vif intérêt pour la nouvelle solution POLYBIOM, car elle répond pleinement à leurs besoins en énergie avec des gisements de biomasses de proximité.

Illustration : Vue 3D d'une chaudière POLYBIOM



Présentation des Partenaires



L'ENGAGEMENT
DURABLE

WEISS France conçoit et installe des chaudières biomasse pour les industriels, les bâtiments tertiaires et agricoles et les réseaux de chaleur. Son siège social est basé à Ugine, en Savoie. La société réalise un chiffre d'affaires d'environ 15 M€ et compte 40 salariés. Un deuxième établissement est localisé dans les Vosges afin d'être au plus près des clients pour la gestion SAV du parc installé.

Intégré au Groupe Roulier en 2012, groupe agro-industriel basé à Saint-Malo depuis sa création en 1959, Weiss France appuie son savoir-faire sur une histoire centenaire qui a débuté en Allemagne au début du XXème siècle. Spécialisé dans la conception et l'installation de chaudières biomasse de 1 à 15 MW tous fluides (eau chaude, eau surchauffée, vapeur, fluide thermique)

Weiss France a installé plus de 500 installations représentant 800 MWth.



La société **ATANOR** est une société de conseil et d'audit, de services en R&D et d'ingénierie pour le développement ou l'amélioration de technologies et procédés dans le domaine de l'énergie, plus particulièrement les techniques de combustion propres et économes, le traitement des polluants atmosphériques, la valorisation énergétique de la biomasse et des déchets via différents types de thermoconversion (gazéification, pyrolyse, carbonisation, torréfaction, etc.) :

- CA : Environ 2,0 M€ en 2017 avec sa filiale ATANOR Industries.
- Collaborateurs : 15.



Ingénierie CM2T est un Centre de Transfert de Technologies, labellisé CRT par le Ministère de la recherche avec une équipe de 6 ingénieurs et techniciens basé à Nancy depuis 1988. La structure associative est experte en matériaux métalliques et traitements des matériaux pour des prestations de recherche industrielle et collaborative avec un chiffre d'affaires de 600 k€.

CM2T, depuis 15 ans, développe un savoir-faire, des compétences dans l'étude, la recherche, la mise en œuvre de solutions de lutte contre la corrosion et l'usure pour l'amélioration des performances et durée de vie de pièces et outillages métalliques (forge, fonderie, traitements thermique-surface notamment). Les procédés étudiés et la mise au point par CM2T sont la projection Cold Spray, les rechargements PTA-Plasma-ESD et les traitements thermiques en four à lit fluidisé.

CM2T en lien avec les laboratoires de l'Institut Jean Lamour et du centre technique ICAR développe également des compétences en analyses/caractérisations métallurgiques et thermo-physiques pour l'expertise des matériaux métalliques et réfractaires sous fortes sollicitations.



Le **LERMAB** est un laboratoire pluridisciplinaire de l'Université de Lorraine rattaché au centre INRA de Nancy-Lorraine sous forme d'USC (Unité sous contrat). Il est localisé sur deux sites principaux, à Vandœuvre dans le cadre de la Faculté des Sciences et Technologies, et à Épinal dans celui de l'École Nationale Supérieure des Technologies et Industries du Bois.

Il compte un peu plus d'une quarantaine de permanents comprenant principalement des enseignants chercheurs, ainsi qu'une quarantaine de personnels non permanents (doctorants, post-doctorant et CDD).

Misant sur des compétences scientifiques variées telles que la biologie, la chimie, le génie des procédés, la physique, la mécanique et le génie civil, le laboratoire développe des recherches en relation avec le bois et les fibres naturelles, allant de l'échelle moléculaire jusqu'au niveau macroscopique du matériau voir des structures bois.

L'équipe « Valorisation Chimique, énergie et procédés » développe des travaux depuis près de 20 ans sur les procédés de valorisation énergétique du bois, de la biomasse et des déchets par voies thermochimiques : pyrolyse, gazéification et combustion. Le laboratoire possède de nombreux pilotes de taille semi-industrielle et de différents types (foyer volcans, lit fluidisés, four à grilles, etc.) et une très forte expérience en lien avec les industries du secteur et les acteurs institutionnels.

Contacts

Rémy AUBRY r.aubry@weiss-france.fr , Stéphane PREAU stephane.preau@atanor-sa.com