

ECONOMIE CIRCULAIRE

1. REVERSE METALLURGY + (MecaTech)

- a. **CISTEMEEC** : Chaînes de valeurs Industrielles, Transition Energétique, Mobilité Electrique et Economie Circulaire

Partenaires : Comet Traitements (GE) avec Hydrométal (GE), Citius (ME), Sagacify (PE), John Cockerill (GE), Reverse Metallurgy (PE), Centre Terre et Pierre Centre de Recherches Métallurgiques, ULiège GeMMe, ULiège GREEnMat, ULiège PEPS et UCLouvain

L'adoption de la mobilité électrique combinée à une transition énergétique vers une part croissante des énergies renouvelables est au cœur de l'évolution majeure vers une société bas carbone. Le vecteur de l'énergie n'est plus le carbone, mais une série de métaux technologiques comme le cuivre, le cobalt, le nickel, le lithium, les éléments de terres rares, ou encore des métaux précieux comme le platine, le palladium, le rhodium et l'argent. Cette transition soutient une demande forte de ces métaux dans le long terme, des cours favorables aux activités industrielles et la nécessité de développer de nouvelles capacités de production.

L'économie circulaire, en synergie avec le secteur minier et métallurgique primaire, permettra non seulement de sous-tendre ces augmentations nécessaires de productions, mais également d'offrir une gestion durable des équipements pourvus de batterie en fin de vie. Deux acteurs industriels wallons se sont très rapidement positionnés sur le marché du recyclage des équipements en relation avec la mobilité électrique : COMET et HYDROMETAL"

- b. **ECWALI : Economie Circulaire en Wallonie des alliages d'Aluminium et d'aciers Inoxydables**

Partenaires : Comet Traitement (GE) avec Aperam (GE), Citius Engineering (ME), Centre de Recherche en Métallurgie, Marichal Ketin (ME), Reverse Metallurgy (PE), Université Catholique de Louvain ISE, Université de Liege Centre Spatial de Liège, Université de Liege GeMMe et Université de Liege PEPS

L'objectif d'ECWALI est d'aller chercher une valeur ajoutée similaire en allant plus loin dans le tri des alliages d'aluminium et d'inox. En effet, les aluminium et inox triés par MULTIPICK ou par d'autres systèmes de tri en place chez les recycleurs de métaux non ferreux sont des mélanges de différentes nuances d'alliages généralement refondus pour des applications bas de gamme, ce que l'on appelle communément du "downcycling". Hors des études de marché ont montré une valeur ajoutée additionnelle liée au tri des alliages même dans le but de faire du "recycling". De plus le gain environnemental d'un recyclage des éléments d'alliages (Cu, Si, Mg, Mo, Cr, Ni) dans leur fonctionnalité de départ via un procédé et un circuit plus court est important.

c. PyroTeCniC : Filière industrielle de PYROMetallurgie et TEchniques de Conditionnement Intelligent pour l'économie Circulaire

Partenaires : Hydrométal sa (GE) avec Reverse Metallurgy scrl (PE), APERAM (GE) Equans (GE), FIVEN Belgium MATERIAUX CERAMIQUES S.A. (GE), Höganäs Belgium (GE) MARICHAL-KETIN (ME), PEPS Engineering (PE), Revatech (GE), CRM Group, UCLouvain - ELI-A, ULiège – GEMME et ULiège – PEPs

Le projet PyroTeCniC s'inscrit essentiellement dans la continuité de deux projets démarrés en 2015 au sein de la Reverse Metallurgy, valorisant le savoir-faire historique de la Wallonie en pyrometallurgie au service de l'économie circulaire des métaux.

d. REMADE : Matériaux recyclés pour technologies de fabrication avancées (REcycled MAterials for aDvancEd manufacturing technologies)

Partenaires : Westinghouse (GE) avec AGC Plasma (GE), Any-Shape S.A (PE), Comet Traitement s SA (GE), Diarotech (PE), Husqvarna (GE), IONics (PE), IT optics (PE), Reverse Metallurgy SCRL (PE), Marichal Ketin (ME) Wilmet SA (GE), CRM, SIRRIS, Materia Nova, ULiège-GREENMat, ULiège et UCLouvain – ELI

Concrètement, le projet REMADE vise à valoriser les métaux recyclés dans des produits à très haute valeur ajoutée en développant différentes filières de production/utilisation de poudres métalliques. Cette approche intégrée permettra, d'une part de diminuer drastiquement le prix de vente de ces poudres et de valoriser l'ensemble des granulométries de ces poudres « low cost » dans les différentes technologies d'additive manufacturing (SLM, LMD, frittage...) et de finition associées (projection thermique ou cold spray), pour la fabrication de composants durables, la réparation et la traçabilité intelligente de composants fabriqués ou réparés. D'autre part, ce projet permettra le déploiement industriel plus important de ces technologies de manufacturing émergentes en Région Wallonne. "

2. REMIND (GreenWin)

a. IRMA :

La société IPSIIS a breveté un procédé qui permet de produire des mousses isolantes et incombustibles au départ de matières minérales.

Le produit commercialisé, fabriqué via son site de production de Frameries, est obtenu à partir d'une matière première naturelle, le Metakaolin, et est destiné aux marchés des fours industriels et des alambics.

La substitution d'une partie du Metakaolin par des déchets permettrait à cette société d'aller vers des produits plus compétitifs en termes de coût. Les mousses IPSIIS pourraient ainsi trouver d'autres applications correspondant à des volumes plus conséquents dont, en particulier, l'isolation des bâtiments.

En effet, pour les bâtiments de plus de 10 m, la réglementation en matière de sécurité incendie devient de plus en plus stricte alors que, paradoxalement, les solutions techniques proposées sont limitées (laines minérales et FOAMGLAS®). IPSIIS a déjà validé la compatibilité de certains déchets (laines minérales, boues de sciage de pierre calcaire, ...) avec son procédé, grâce à des essais exploratoires.

Toutefois, les caractéristiques des mousses à base de Metakaolin, qui constituent les produits commerciaux actuels d'IPSIS, n'ont pas pu être atteintes pour les mousses intégrant ces déchets minéraux.

L'objectif du projet consistera donc à développer de nouveaux matériaux poreux (mousses) en intégrant dans les formulations IPSIS ces déchets, une fois qu'ils auront été traités. Les formulations devront être optimisées de manière à répondre aux spécifications techniques pour les applications actuelles et futures de la société.

7 partenaires sont impliqués dans la réalisation de ce projet. Ils agiront de manière complémentaire au niveau :

- de l'approvisionnement en matières minérales secondaires (Filiales de VINCI et société REMIND) ;
- du prétraitement de ces matières (CTP) ;
- de la mise au point des formulations pour l'obtention de mousses stables répondant aux exigences techniques en fonction des applications visées (IPSIS) ;
- de la caractérisation des mousses et de la mise au point des protocoles de mise en oeuvre (CSTC) ;
- de l'évaluation de la qualité des produits sur base des critères de cycle de vie et du bilan carbone (ULiège-PEPs, UCL, CSTC) ;
- de la mise sur le marché des produits (IPSIS, VINCI).

b. CIBER :

Pour faire face à la forte consommation de granulats d'origine naturelle dans le secteur de la construction, l'utilisation croissante de granulats recyclés devient une nécessité. Pour cela, Wanty et Dufour qui ont récemment développé un procédé de recyclage de flux de déconstruction, travailleront à améliorer la qualité des granulats produits pour les valoriser dans des exutoires à plus haute valeur ajoutée que sont les bétons préfabriqués pour des pièces structurelles de grandes dimensions (tabliers de pont, linteaux de soutènement, hourdis, planchers, blocs modulables déconstructibles), en collaboration avec Roosens.

Cependant, au-delà d'une utilisation dans des pièces structurelles déjà commercialisées, les partenaires chercheront également à développer de nouveaux éléments structurels de construction plus innovants se présentant sous la forme de blocs modulables de grandes dimensions, dans le but d'améliorer les modalités de mise en oeuvre et de déconstruction (concept d'éco-conception) afin de permettre leur réutilisation. Cette approche permettra ainsi d'envisager une valorisation circulaire, non seulement des granulats, mais aussi des produits finis via leur réutilisation, dans le secteur de la construction (approche Cradle to Cradle).

c. C-GROUT :

Le secteur de l'éolien offshore connaît depuis de nombreuses années une croissance importante portée par les autorités et les entreprises européennes grâce à son impact positif sur la réduction des émissions de gaz à effets de serre.

Ce marché de l'offshore a été identifié par les Partenaires du projet C-GROUT comme une réelle opportunité, d'autant plus qu'il est parfaitement en phase avec leur core business et avec leur stratégie de développement.

La nécessité du développement d'une technologie de broyage spécifique et innovante permettra également une plus-value transversale multi-sectorielle des résultats de la recherche.

Le projet C-GROUT vise le développement de bétons spéciaux circulaires pour le secteur offshore éolien. L'utilisation de matériaux recyclés en remplacement de certains composants du béton permettra un gain économique, écologique et technologique qui renforcera le positionnement des Partenaires de ce projet dans ce secteur.

e. WASTES2MAT :

Plusieurs entreprises wallonnes, dont notamment Sedisol, SWDE et IPALLE, font face à des difficultés lorsqu'il s'agit de la gestion de leurs déchets. Or, il s'avère que la mise en commun de certains de ces déchets conduit à la formation d'une phase hydraulique particulière pouvant servir de liant dans le cadre de la synthèse de matériaux à portance limitée, comme les matériaux autocompactants réexcavables (MAR) ou les matériaux de sous-fondation. En ce qui concerne plus précisément les MAR, ces matériaux ont un fort potentiel de développement puisque bien que répondant à un réel besoin, ils sont actuellement peu utilisés en région wallonne. De plus, la phase synthétisée permet de stabiliser les polluants inorganiques présents dans les déchets et de capter un grand nombre de molécules d'eau, contribuant de ce fait au raidissement des matériaux.

L'objectif de ce projet est donc de mettre au point ces éco-matériaux dont la portance est apportée par cette phase particulière. Le caractère original est encore renforcé par le fait que les réactifs permettant de synthétiser cette phase, sont tous d'origine secondaire, ce qui permettra d'éviter leur mise en centre d'enfouissement technique.

f. WASTES2CEM :

Le principal défi des cimentiers wallons est, actuellement, à la fois de rester compétitif face à la concurrence du clinker importé et d'un autre côté de respecter ses engagements en matière de réduction des émissions de CO₂. Pour répondre à ces défis, ce projet va travailler sur deux voies complémentaires : d'une part, le remplacement partiel du calcaire dans le cru de clinker par un matériau minéral secondaire, d'origine local, et d'autre part, la réduction du taux de clinker dans le ciment via l'ajout d'additions réactives issues de matériaux minéraux secondaires. Les deux matériaux minéraux secondaires étudiés sont différents et devront être traités par des techniques minéralurgiques afin de répondre aux spécifications des cimentiers. Ces matériaux constituent actuellement un gisement historique : leur valorisation en cimenterie permettra également de libérer des terrains qui seront

destinés à d'autres usages (zone économique, habitat, zone naturelle, etc.). L'étude en phase pilote de la clinkérisation sera également un atout dans ce projet.

g. CARBOC :

La croissance démographique et économique de ces dernières décennies a entraîné un surcroît de l'activité industrielle provoquant une augmentation considérable d'émissions de gaz à effet de serre (GES), responsable de changements climatiques majeurs. L'union Européenne s'est fixé un objectif de baisse nette des émissions européennes d'au moins 55 % d'ici à 2030 afin d'atteindre en 2050 la neutralité carbone.

Dans ce contexte, les partenaires industriels du projet (Ipalle, TRBa et Roosens bétons) ont logiquement identifié un intérêt convergent à utiliser la technologie de CUSC (Captage, Utilisation et Séquestration de CO₂) pour diminuer l'empreinte carbone de leurs produits via le remplacement partiel du ciment par des phases carbonatées. C'est dans ce contexte qu'ils ont sollicité l'appui scientifique du CTP et des laboratoires GeMMe et PEPs de l'Université de Liège afin d'investiguer le développement de matériaux de voirie ou de matériaux préfabriqués en béton permettant la séquestration du CO₂ industriel.

3. **PLANUM** (MecaTech) Contribution à la décarbonation du secteur aérien par la gestion industrielle de fin de vie intégrée des avions supportée par la digitalisation et une circularité avancée des éléments constitutifs de l'avion

Partenaires : Sabena Aerospace Technologies avec COMET SAMBRE, COMET TRAITEMENTS, CITIUS ENGINEERING, ULG CSL, UCL (IMAP et BSMA et Instituts IMMC et IMCN), SIRRIS, Materia Nova et Wallonie Aerotraining Network

Le projet de R&D PLANUM vise à rassembler les acteurs de la chaîne des valeurs du démontage (réemploi aéronautique ou non) et démantèlement (recyclage) d'aéronefs pour développer en Wallonie un pôle d'expertise technologique et industriel. Les axes de la recherche devront permettre aux partenaires de mettre en place de nouvelles méthodes optimisées de traitement des pièces récupérables et de recyclages de composants à destination du marché de l'aéronautique ou d'autres marchés afin de permettre aux industriels de renouveler et d'élargir leur gamme de produits et marchés associés mais surtout de répondre à une demande croissante de gestion de fin de cycle de vie de la part des compagnies aériennes

4. **NKL** (GreenWin): Production d'e-kérosène au sein de réacteurs Fischer-Tropsch alimentés à partir d'hydrogène vert et de CO₂ capturé en sortie de four à chaux.

Partenaires : RESA (Vincent BONHOMME : vincent.bonhomme@resa.be tel : 04 254 46 55 et 0472 77 77 40) , Hamon, Fluxys, Electrabel, EngieLab, Lhoist, ULiège, UMONS

Le secteur du transport aérien est un des secteurs les plus difficiles à défossiliser car il nécessite une source d'énergie très concentrée, ce qui justifie l'utilisation actuelle de kérosène, le combustible hydrocarboné liquide le plus dense en énergie. De plus, il est difficilement envisageable de changer à court terme la flotte d'avions vu les investissements

colossaux que cela demanderait. En conséquence, parmi les différentes solutions parfois envisagées pour défossiliser ce secteur comme, par exemple, les avions électriques ou encore les avions utilisant de l'hydrogène comme carburant, le kérosène synthétique (e-kérosène) apparaît comme la solution la plus crédible à court terme. Ce kérosène est produit à partir d'hydrogène, synthétisé à partir d'électrolyse de l'eau, et de CO₂ capturé dans l'atmosphère ou directement capté dans les émissions industrielles.

Par ailleurs, la Commission européenne, au travers des propositions "Fit for 55" du 14 juillet dernier, a notamment tracé les contours réglementaires du développement de la filière e-kérosène. Ce plan prévoit par exemple que, à partir du 1er janvier 2030, un minimum de 0.7% du kérosène utilisé devra être produit de manière synthétique. Ce minimum passera à 5 % en 2035 pour atteindre graduellement 28% en 2050 !

En Wallonie, le secteur du transport aérien joue un rôle économique important et est un pourvoyeur considérable d'emplois directs et indirects. La Wallonie possède une industrie aérospatiale et des infrastructures aéroportuaires reconnues internationalement qui doivent également s'engager dans la transition énergétique. Notre Région dispose enfin d'une activité économique significative provenant d'industries fortement émettrices de CO₂, notamment dans le secteur de la fabrication de la chaux, qui est un produit indispensable à la production d'acier, ou encore à la dépollution des eaux et des fumées ainsi qu'à la production d'eau potable.

Le projet NKL (Neutral-Kero-Lime) réunit des acteurs industriels et académiques majeurs en Wallonie avec l'objectif de créer des pièces technologiques importantes pour les industries de l'e-kérosène, de la chaux et de l'énergie. De manière plus spécifique, la colonne vertébrale de ce projet s'articule autour de la production d'e-kérosène au sein de réacteurs Fischer-Tropsch alimentés à partir d'hydrogène vert et de CO₂ capturé en sortie de four à chaux. Le projet NKL comprend trois blocs technologiques majeurs et innovants qui sont fortement imbriqués :

- > Un environnement de modélisation numérique permettant de d'identifier les configurations du système les plus prometteuses dans un ensemble de conditions représentatives des régimes sous lesquels l'unité et ses composants seront amenés à fonctionner ;
- > Une captation de CO₂ intégrée dans un processus industriel qui sera testée à l'échelle micropilote sur un site de production de chaux ;
- > Un réacteur Fischer-Tropsch alimenté par une réaction inverse de gaz à l'eau, dans le but de synthétiser du kérosène directement à partir d'hydrogène renouvelable et de CO₂.

Parmi les acteurs industriels, RESA et Fluxys conçoivent et gèrent l'infrastructure de distribution et transport respectivement pour les nouveaux vecteurs énergétiques (notamment le CO₂, l'hydrogène, la chaleur), Hamon possède une longue expérience en tant que fournisseur d'ingénierie et d'équipements industriels et Lhoist est un leader mondial de l'industrie de la chaux qui investit activement dans la réduction de ses émissions. Ces partenaires industriels seront appuyés par le centre de recherche EngieLab qui possède une grande expertise dans le domaine de la capture et de l'utilisation du carbone, ainsi que par les Universités de Liège et de Mons qui offrent un large éventail de compétences expérimentales et de modélisation dans les domaines du génie chimique et du développement de systèmes énergétiques innovants.

