



www.ce.eco
info@ce.eco



URÉE & AMMONIAC

comment pouvons-nous les produire...



01/07/2025 (dd/mm/year)

Présentation de la technologie



à propos de nous



Nous étudions et développons des systèmes, à l'échelle industrielle, capables de transformer les causes de la pollution en une source de richesse.

Nos brevets vont de la dénaturation de l'amiante au traitement de presque tous les types de déchets, de l'épuration de l'eau à la production d'aluminium sans déchets.

Quel est l'intérêt de dévaster l'environnement qui nous entoure pour collecter quelques miettes de ressources alors que nous pouvons utiliser nos technologies pour vivre bien et réaliser n'importe quoi de manière durable ?



Notre objectif

La durabilité intelligente

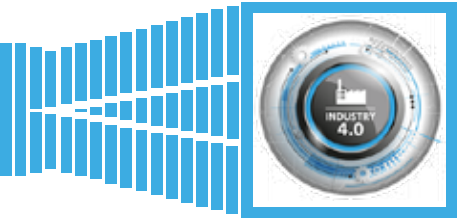
Mission:

- Progrès social
- Environnement propre
- Production de richesse
- Développement durable

Puisque nous n'avons pas de deuxième planète, nous devons rendre notre planète plus vivable sans arrêter le développement technologique !

Notre objectif est de rendre notre planète plus vivable sans arrêter le développement. C'est pour cette raison que nous avons développé des systèmes industriels qui transforment les causes de pollution en une source d'opportunités immédiatement exploitable : des matières premières à bas prix, prêtes à être réutilisées grâce à d'autres processus durables. Protégeons la nature sans arrêter le progrès !

qui nous sommes...



Nous sommes nés à proximité de la pandémie de COVID. Nous sommes immédiatement devenus un point de rencontre pour de nombreux professionnels, instituts de recherche et sociétés de production. Tout cela a commencé en Italie et s'étend désormais à d'autres pays.

Souvent nos projets précèdent les délais de plusieurs années.

Notre technologie propriétaire est totalement innovante **mais consolidée** et repose essentiellement sur : la cavitation, la gazéification et l'effet Coanda.

Après avoir mis en œuvre et rendu plus efficace ce qui précède, nous l'avons adapté à la vie quotidienne en créant des processus complets dont l'application augmente à la fois la quantité et la qualité des produits obtenus, en diminuant les besoins énergétiques mais en accordant une grande attention à la création d'un plus grand nombre d'emplois par rapport à ceux supprimés par la mécanisation.

En plus des vraies innovations, nous sommes spécialisés dans l'ingénierie puis l'application des améliorations de technologies, matures dans leur spécifique domaine, à d'autres domaines obtenant souvent, de cette manière, plusieurs véritables sauts technologiques simplement parce que nous avons eu le courage de faire ce qui était avant sous la responsabilité de tous. yeux mais personne n'a osé le mettre en pratique.

Nous développons des technologies de manière indépendante et en collaboration avec des universités (Sassari, Pérouse, Amsterdam, Algarve, etc.) ou avec d'autres institutions publiques (par exemple le Centre National de Recherche - CNR, Fundación Circe etc.).

Nous disposons d'un portefeuille de produits propriétaires vaste avec plusieurs pilotes visibles, sur rendez-vous, et plusieurs lignes de processus complètement innovantes.

Certains de nos produits ont été définis extrêmement innovants et prometteurs lors d'événements internationaux par des panels composés de scientifiques du monde entier. Notre technologie et notre site de démonstration ont été jugés valables et utilisables dans des projets Horizon Europe.

Nos brevets et innovations nous ont incités à être immédiatement désignés comme membres des fournisseurs de technologie au sein du Consortium italien du biogaz.

Nous avons un accord-cadre avec RINA Consulting - Centro Sviluppo Materiali S.p.A. qui nous permet de demander leur supervision et donc également de certifier la phase de production et d'ingénierie de nos produits là où nous choisissons de les produire. Par conséquent, nous choisir donne également accès à toute la richesse de l'expérience et de la technologie acquise en plus de 70 ans par le Centro Sviluppo Materiali qui, je me souviens à tout le monde, était depuis sa création le département de recherche et développement du IRI (Institut pour la reconstruction industrielle italienne, parmi les 10 premières entreprises mondiales en termes de chiffre d'affaires jusqu'en 1992).

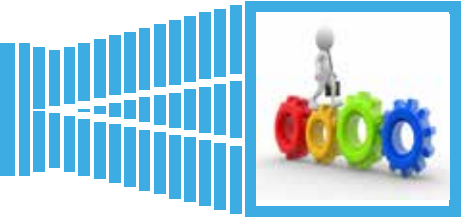
De nombreuses installations industrielles spécialisées et d'excellence ont mis à notre disposition les créneaux de production dont nous avons besoin ; nous sommes en train d'équiper d'usines propriétaires pour réaliser l'assemblage final et démarrer des productions spécifiques.

Nous sommes présents auprès d'entreprises dans de nombreux pays européens. Nous ouvrons des sociétés dans plusieurs pays africains et en Asie. Nous avons des projets en cours dans divers pays européens, africains et asiatiques.

Notre personnel international représente notre essence : des personnes motivées, possédant une riche expérience personnelle, qui croient en ce qu'elles font et qui viennent de nombreux pays différents. Dans chaque nation dans laquelle nous intervenons, nous respectons les coutumes et les traditions locales, en apportant un peu d'italianité au lieu et en « volant » une partie de leur culture pour garantir que personne ne soit **En terre étrangère**.

Dr. Bruno Vaccari
Bruno Vaccari

... ce que nous faisons



- ➔ **BIOZIMMI**
- ➔ **EMPOWERING DEVICE**
- ➔ **ZEB**
- ➔ **BIODIGESTEURS**
- ➔ **FROM HEAT TO ENERGY**
- ➔ **PANNEAUX THERMOÉLECTRIQUES**
- ➔ **DÉNATURATION AMIANTE**
- ➔ **GAZÉIFICATION & PLASMA**
- ➔ **DEEE**
- ➔ **URÉE & AMMONIAC**
- ➔ **PROCÉDÉS ALIMENTAIRES**
- ➔ **ÉQUIPEMENT HOSPITALIER**
- ➔ **LAVAGE DES SOLS**
- ➔ **TRAITEMENT DE L'EAU**
- ➔ **WTE & WTC**
- ➔ **DESSALEMENT**

PLASTICE

Closing the *loop*
in the plastic lifecycle

Don't miss the latest developments on plastic.eu

Funded by the European Union

The EU-funded PLASTICE project tackles the plastic waste challenge with innovative recycling technologies:

combined enzymatic hydrolysis, catalytic gasification and chemical post-treatment, hydrothermal liquefaction and microwave assisted pyrolysis. The project aims to efficiently process diverse plastic and textile waste, ensuring high quality results across varying complex feedstocks. Digital tools with artificial intelligence will complement PLASTICE technologies to increase their performance.

Consortium

OBJECTIF PRINCIPAL: respect de l'environnement et des conditions de travail

4



notre équipe



Bruno Vaccari

CEO



Sabrina Saccomanni

LAWYER



Fabrizio Di Gennaro

CMO



Antonio Demarcus

CTO



Paolo Guastalvino

CIVIL WORKS



Gianni Deveronico

LEAD ELECTRICAL ENGINEERS



Faris Alwasity

ENGINEERING



Massimiliano Magni

ENGINEERING



Antonio Piserchia

COMMUNICATIONS EXPERT



Barbara Spelta

LAB



Papa Ndiame Sylla

COO SENEGAL



Gianluca Baroni

HOSPITAL STUFF



Noel Sciberras

COO MALTA



Diambu Nkazi

MARKETING



Appiah Fofie Kwasi

COO GHANA



Sarr Alioune Badara

MARKETING



Eugen Raducanu

COO ROMANIA



Jérémie Saltokod

CCIMRDC ITALIE



Awa Khady Ndiaye Grenier

COO GUINÉE-BISSAU



Giorgio Masserini

MARKETING



Pantaleo Pedone

ITALIAN ENERGY-INTENSIVE



ammoniac



|||||

L'ammoniac est un produit chimique de base qui a de nombreuses applications dans l'industrie, de l'agriculture à la production d'engrais et de produits chimiques. L'économie mondiale de l'ammoniac est donc étroitement liée à la performance des secteurs économiques qui utilisent cette substance.

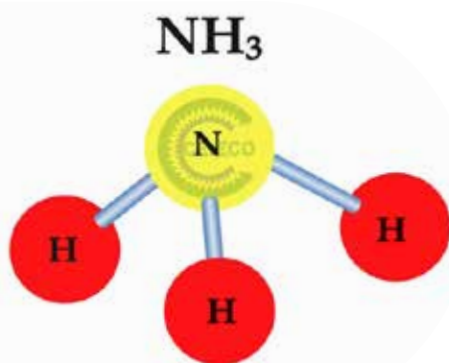
Selon un rapport de 2020 de la Banque mondiale, la production mondiale d'ammoniac a augmenté régulièrement au cours des dernières décennies, passant d'environ 120 millions de tonnes en 2000 à plus de 180 millions de tonnes en 2018. Les plus grandes productions sont enregistrées en Asie (notamment en Chine et en Inde) et au Moyen-Orient, même si les États-Unis restent l'un des principaux producteurs mondiaux d'ammoniac.

Le marché de l'ammoniac est très compétitif, avec de nombreuses entreprises opérant à l'échelle mondiale. Le prix de l'ammoniac est fortement influencé par la demande de l'industrie, mais aussi par le coût des matières premières actuellement utilisées pour sa production, comme le gaz naturel. En résumé, l'économie mondiale de l'ammoniac est en constante évolution et dépend de la dynamique du marché mondial des produits chimiques et de la performance des secteurs industriels qui utilisent cette substance. Mais il faut surtout comprendre qu'elle peut constituer un vecteur valable de stockage et de transport d'énergie.

Aujourd'hui, l'ammoniac est principalement utilisé comme engrais dans l'agriculture, mais ses propriétés chimiques en font également une possible source d'énergie alternative. Les progrès technologiques poussent à son utilisation pour remplacer les combustibles fossiles comme l'e-fuel : en effet, il s'agit d'une énergie renouvelable, comme l'éolien ou le solaire, évitant ainsi la dépendance aux ressources fossiles. De plus, l'ammoniac a une densité énergétique élevée, c'est-à-dire qu'il a une teneur énergétique élevée par unité de volume ; cela signifie que sa combustion peut fournir une quantité d'énergie nettement supérieure à celle d'autres sources d'énergie alternatives telles que l'hydrogène.

L'utilisation de l'ammoniac comme carburant contribuerait également à réduire les émissions de gaz à effet de serre : étant composé uniquement d'azote et d'hydrogène, sa combustion ne produit que de la vapeur d'eau et de l'azote, sans rejeter de dioxyde de carbone.

Les inconvénients à éliminer avant son utilisation massive sont le dégagement d'oxydes d'azote polluants et le fait que, étant hautement toxique, il peut causer de graves dommages à la santé en cas d'exposition. Ils nécessitent donc l'adoption de mesures de sécurité particulières lors de son stockage, de sa manutention et de son transport.



L'ammoniac renouvelable peut être produit grâce à trois technologies différentes.

La **première** repose sur une expansion de la production actuelle d'ammoniac de Haber-Bosch via la compensation et la séquestration du CO_2 . La **seconde** oriente le procédé Haber-Bosch vers des sources renouvelables d'hydrogène, comme la gazéification des déchets ou de la biomasse. Tandis que le **troisième** implique une conversion électrochimique directe du N_2 en NH_3 . De plus, cette troisième technologie peut être mise en œuvre à n'importe quel niveau d'échelle de manière hautement distribuée.



|||||

La **première technologie (GEN 1)** implique le recours au captage ou à la compensation du CO₂ pour ramener à zéro l'impact environnemental net de la production d'ammoniac. C'est ce qu'on appelle « l'ammoniac bleu », suivant la palette de couleurs souvent utilisée dans la production d'hydrogène. Cette capture ajoute du coût et de la complexité à l'installation en plus de la technologie Haber-Bosch préexistante. Elle ne doit donc être considérée que comme une solution transitoire utile principalement pour étendre l'utilisation de l'ammoniac au-delà des industries chimiques et des engrais.

Les usines modernes Haber-Bosch produisent de l'ammoniac avec un coût énergétique d'au moins 8 MWh par tonne. Le pouvoir calorifique inférieur (PCL) de l'ammoniac est de 5,2 MWh par tonne : cela représente une efficacité énergétique de 65 %. Cette valeur n'inclut cependant pas les coûts énergétiques résultant du processus de séquestration du CO₂.

La **deuxième technologie (GEN 2)** revêt une importance significative à long terme en termes d'économies d'ammoniac, mais est limitée par la non-évolutivité et les investissements importants requis dans les usines. La deuxième technologie est basée sur la technologie Haber-Bosch mais utilise de l'hydrogène renouvelable ou bleu plutôt que des combustibles fossiles. Cela présente l'avantage de pouvoir convertir les systèmes Haber-Bosch existants rapidement et sans coûts d'installation importants.

Le coût inclura également l'équipement pour l'électrolyse de l'eau ou, en adoptant la technologie PEM, le coût sera considérablement réduit en raison des densités de courant intrinsèquement plus élevées pouvant être obtenues > 1 A cm⁻². L'efficacité du pouvoir calorifique dépasse 75 % et il est plausible d'émettre l'hypothèse d'améliorations supplémentaires.

Toujours dans le cadre de la deuxième technologie, il sera probablement possible à l'avenir d'opter pour l'électrolyse des oxydes solides (SOE) à haute température en exploitant la chaleur issue du procédé Haber-Bosch. Cette variante aura une efficacité énergétique globale de plus de 70 %. En plus de générer du H₂ avec une efficacité proche de 100 %, les SOE peuvent être utilisés pour générer du N pur à partir de l'air en remplaçant les unités de séparation d'air traditionnelles, réduisant ainsi le coût énergétique final de l'ammoniac. A ce jour, la variante SOE est encore en développement et il faudra d'abord trouver comment stabiliser les électrolyseurs lors d'un fonctionnement de longue durée à 700°C-900°C ainsi que comment les harmoniser avec un fonctionnement en mode intermittent provoqué par la puissance. approvisionnement à partir de sources renouvelables.

En fait, le procédé Haber-Bosch fonctionne idéalement en continu, ce qui ne se combine pas bien avec le cycle jour-nuit du photovoltaïque ou avec l'intermittence du vent, créant le besoin d'une solution intermédiaire pour le stockage d'énergie avec de nouvelles augmentations de coûts.

La **troisième technologie (GEN 3)** fait référence à l'électroréduction de N₂ en ammoniac par des moyens directs ou médiés : le procédé Haber-Bosch n'est plus nécessaire et la source de H est l'eau.

La réaction électrochimique de réduction de l'azote (eNRR) dans laquelle un électrocatalyseur permet l'ajout direct d'électrons et de protons à la molécule N₂ qui peut être remplacé par des mécanismes indirects ou médiés dans lesquels un médiateur rédox tel que Li⁺ ; il est d'abord réduit puis régénéré grâce à une série de réactions. La configuration physique des cellules eNRR a beaucoup en commun avec la technologie de séparation de l'eau et utilise donc des principes de conception et de construction similaires. Le procédé eNRR, en principe, a le potentiel de fonctionner avec des rendements énergétiques plus élevés que les procédés GEN 2 et GEN 1. Cependant, au niveau électrochimique, il convient de souligner que les procédés eNRR, qu'ils soient directs ou médiés, nécessitent plus de surtensions : ils nécessitent une énergie supérieure à l'énergie thermodynamique minimale.



Synthèse de l'urée

L'urée est synthétisée industriellement en adaptant le procédé Bosch-Meiser à l'environnement de gazéification et post-gazéification développé par nos soins. Le procédé Bosch-Meiser est basé sur la synthèse du carbamate d'ammonium, à partir de dioxyde de carbone et d'ammoniac, et sur la réaction ultérieure de décomposition du carbamate qui donne de l'urée et de l'eau selon la formule suivante :



La chaleur est fournie par gazéification.

Globalement, la formation d'urée à partir des éléments est un processus exothermique avec $\Delta fH^\circ < 0$ (la décomposition est donc endothermique) et exergergonique avec $\Delta fG^\circ < 0$. Le processus de synthèse de l'urée est divisé en six sections :

1. Synthèse et récupération haute pression.
2. Épuration et récupération moyenne pression.
3. Purification et récupération basse pression.
4. Concentration sous vide.
5. Traitement des condensats de process.
6. Finition : perlé.

Le procédé conduit à une solution d'urée à environ 70% en poids, suivie d'une phase de finition pour obtenir le produit solide, en granulé ou en granulés.

Bien que simple en soi, la réaction présente plusieurs aspects complexes :

- La réaction est régie par un équilibre qui nécessite l'élimination et le recyclage des réactifs non transformés en urée.
- Les températures et pressions requises sont assez élevées.
- Les solutions sont très corrosives.
- Les caractéristiques physiques et chimiques de l'urée solide sont fondamentales.
- Une usine d'urée mal gérée peut être une source de pollution de l'air et de l'eau.

Grâce à notre technologie nous avons complètement résolu tous les problèmes listés ci-dessus en apportant des solutions de haute qualité qui sont les points forts du procédé développé. Haute efficacité du processus (faible consommation de matières premières, faible besoin énergétique, pas besoin de chaleur supplémentaire pour le processus).

Essentiellement, grâce à notre processus, nous obtenons une pollution environnementale pratiquement nulle et un produit utilisable de haute qualité.

urée : processus innovant



L'ammoniac nécessaire à la synthèse de l'urée est synthétisé via une réaction électrochimique assistée par lithium, les cellules sont équipées d'électrodes en nickel et à l'aide d'une solution à base de graphène et de LiNTf₂ - bis(trifluorométhane)sulfonimide.

La réaction démarre directement à partir de l'azote atmosphérique et de l'eau et est alimentée par une énergie renouvelable avec un système de stockage à base de CO₂.

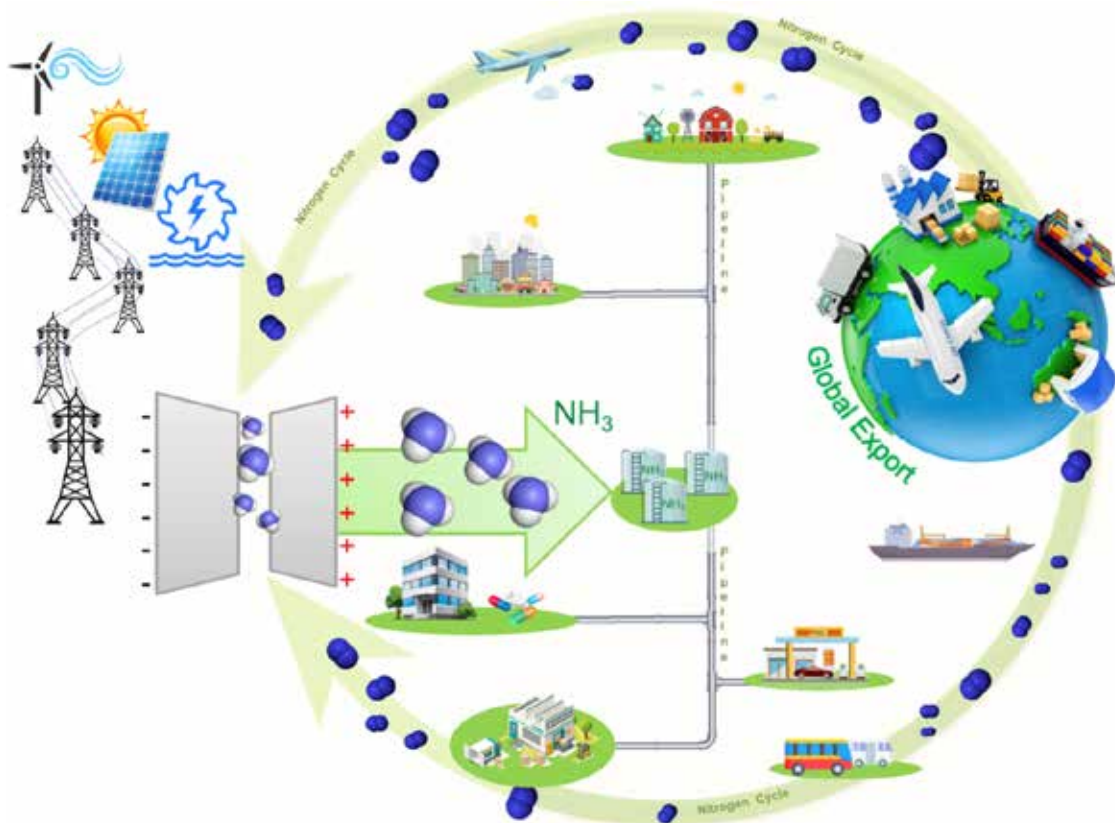
Une fois l'ammoniac produit, l'urée est synthétisée selon le procédé Bosch-Meiser. Ceci est basé sur la synthèse du carbamate d'ammonium à partir de dioxyde de carbone et d'ammoniac et sur la réaction de décomposition ultérieure du carbamate fournissant de l'urée et de l'eau :



La formation d'urée à partir d'éléments est un processus exothermique avec $\Delta fH^\circ < 0$ et un processus exergonique avec $\Delta fG^\circ < 0$.

Le processus implique deux réactions d'équilibre :

1. dans la première phase, l'ammoniac liquide réagit avec le dioxyde de carbone pour produire du carbamate d'ammonium,
2. dans la deuxième phase, il y a une réaction d'équilibre dans laquelle le carbamate d'ammonium se décompose en urée et en eau.





|||||||

Dans la première phase, l'ammoniac réagit avec le CO_2 stocké dans le système d'accumulation, tandis que dans la deuxième phase, nous disposons d'un réacteur à lit fixe avec un système de membrane pour capturer l'eau de réaction, déplaçant ainsi toute la réaction vers la droite.

De plus, un système de séparation de l'urée est prévu avec les composés n'ayant pas encore réagi : ceux-ci seront réintroduits dans le cycle de production.

La réaction présente plusieurs aspects complexes :

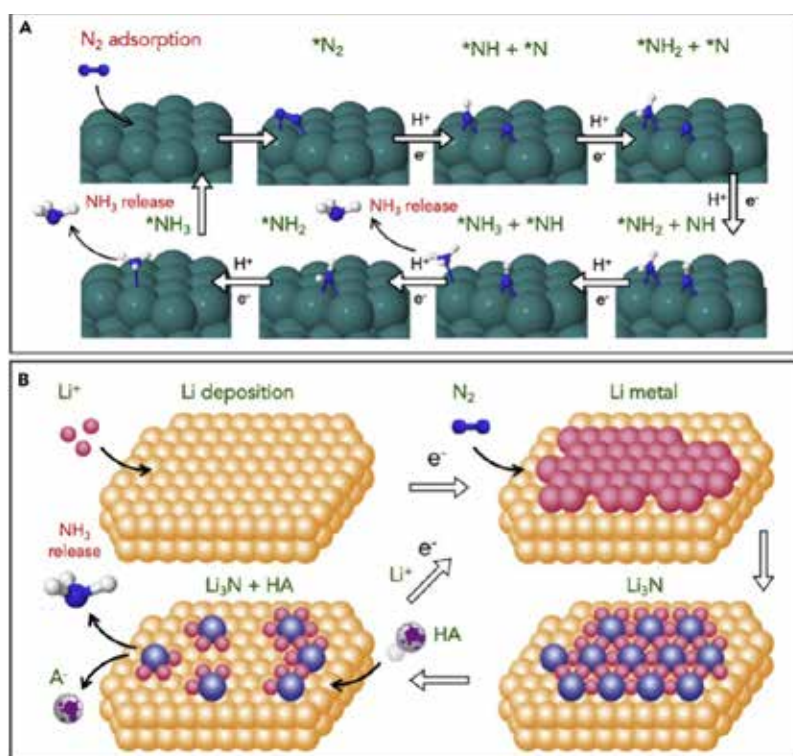
- La réaction est régie par un équilibre qui nécessite l'élimination et le recyclage des réactifs non transformés en urée.
- Les températures et les pressions sont assez élevées.
- Les solutions sont très corrosives.
- Les caractéristiques physiques et chimiques de l'urée solide sont fondamentales.
- Une usine d'urée mal gérée peut devenir une source de pollution de l'air et de l'eau.

Grâce à notre technologie, tous les problèmes énumérés ci-dessus sont constamment surveillés et gérés en fournissant des solutions de haute qualité.

Le stripping de l'ammoniac a lieu à l'intérieur d'un réacteur spécial à cavitation contrôlée capable d'améliorer considérablement le processus de production et d'empêcher la reformation du carbamate d'ammonium.

Haute efficacité des processus (faible consommation de matières premières, faible besoin en énergie). Pollution environnementale durable et produit de haute qualité.

De plus, grâce à ce procédé innovant que nous avons développé, les systèmes peuvent être extrêmement compacts, éliminant ainsi le besoin de structures de production méga centralisées. Un autre point fort de ce système est qu'il ne produit pas de gaz à effet de serre mais consomme au contraire des quantités considérables de dioxyde de carbone avec pour conséquence une production d'eau. L'impact environnemental de ce système est **inférieur à zéro** et peut donc être pleinement qualifié de respectueux du climat : la production nette de dioxyde de carbone ou d'autres gaz à effet de serre est inférieure à zéro compte tenu de la consommation de dioxyde de carbone pour le processus.





2 Synthèse électrochimique de l'ammoniac

La principale méthode industrielle de production d'ammoniac est le procédé Haber-Bosch (HB) couplé au vaporeformage des hydrocarbures. Bien qu'elle ait été optimisée au fil du temps, ses importantes émissions mondiales de gaz à effet de serre ont poussé l'industrie à rechercher des technologies de production plus durables.

Notre technologie est basée sur l'électroréduction du N₂ en ammoniac directement, le procédé HB n'est plus nécessaire et la source de H est représentée par l'eau. La particularité de ce processus est la réaction électrochimique de réduction de l'azote (eNRR) dans laquelle un électrocatalyseur permet l'ajout direct d'électrons et de protons à la molécule N₂, et des mécanismes indirects ou médiés dans lesquels un médiateur rédox tel que Li⁺ est d'abord réduit puis, grâce à une série de réactions, de l'ammoniac est produit et le médiateur est régénéré. La configuration physique des cellules eNRR a beaucoup en commun avec la technologie de séparation de l'eau et utilisera donc des principes de conception et de construction similaires. Dans notre système, l'ammoniac nécessaire à la synthèse de l'urée est obtenu par une réaction électrochimique assistée par le lithium, avec des cellules à électrodes en nickel et avec une solution à base de graphène et de LiNTf₂ (bis(trifluorométhanesulfonyl)imide de lithium).

La réaction part directement de l'azote atmosphérique et de l'eau, le tout alimenté par des énergies renouvelables ou par un gazogène et avec un système d'accumulation de CO₂, pour la synthèse de l'urée.

Une fois l'ammoniac produit, l'urée est synthétisée selon le procédé Bosch-Meiser qui repose sur la synthèse du carbamate d'ammonium, à partir de dioxyde de carbone et d'ammoniac, et sur la réaction ultérieure de décomposition du carbamate qui fournit de l'urée et de la cascade :



Globalement, la formation d'urée à partir des éléments est un processus exothermique avec $\Delta_f H^\circ < 0$ (la décomposition est donc endothermique) et exergeronique avec $\Delta_f G^\circ < 0$.

Le processus implique deux réactions d'équilibre :

1. dans la première phase, l'ammoniac liquide réagit avec la neige carbonique pour donner du carbamate d'ammonium,
2. dans la deuxième phase, il y a une réaction d'équilibre dans laquelle se produit la décomposition du carbamate d'ammonium en urée et en eau.

Dans la première phase, l'ammoniac réagit avec le CO₂ du système d'accumulation, tandis que dans la deuxième partie, nous disposons d'un réacteur à lit fixe avec un système de membrane pour capter l'eau de réaction, déplaçant toute la réaction vers la droite. De plus, il existe un système de séparation de l'urée avec les composés n'ayant pas réagi, qui seront réintroduits dans le cycle de production.

La réaction présente plusieurs aspects complexes :

- La réaction est régie par un équilibre qui nécessite l'élimination et le recyclage des réactifs non transformés en urée.
- Les températures et les pressions sont assez élevées.
- Les solutions sont très corrosives.
- Les caractéristiques physiques et chimiques de l'urée solide sont fondamentales.
- Une usine d'urée traditionnelle peut être une source de pollution de l'air et de l'eau.



||||||||||||||||||||

Grâce à notre technologie, nous avons complètement résolu tous les problèmes énumérés ci-dessus en fournissant des solutions éco-durables et sûres, capables de réaliser une production de haute qualité et à faible coût.

Les points forts de notre technologie sont donc l'efficacité élevée des processus (faible consommation de matières premières, faible besoin énergétique), un niveau de pollution environnementale pratiquement nul et un produit de haute qualité.

3 Synthèse bioplastique

Grâce à **notre technologie**, la biomasse résiduelle a été valorisée comme source naturelle de fractions cellulodiques extraites par hydrolyse acide. Des suspensions aqueuses de différentes fractions ont été utilisées pour générer des films et leurs propriétés structurales et fonctionnelles ont été caractérisées afin de sélectionner les matériaux les plus prometteurs pour diverses applications, minimisant ainsi les étapes de traitement afin d'obtenir des matériaux plus respectueux de l'environnement et économiquement durables. La réduction des étapes de purification réduit non seulement les coûts de production et l'impact environnemental, mais produit également des matériaux biopolymères à base de cellulose haute performance capables de remplacer les polymères traditionnels. Notre procédé nous permet de produire de la cellulose pour la production de bioplastiques avec un rendement de 30 %.

Notre processus est né de l'idée d'appliquer la cavitation hydrodynamique (**EMPOWERING DE-VICE**) pour la production de cellulose à la production de bioplastiques. De gros efforts se concentrent actuellement sur le développement de biopolymères, également appelés bioplastiques, dans le cadre des principes de l'économie circulaire, c'est-à-dire le modèle de production et de consommation durable pour la planète et basé sur les 3 « R » : Réduire Réutiliser et Recycler.

Le processus de production comprend différentes étapes ::

1. Isolement cellulodique.

- Délignification. La biomasse est lavée des impuretés telles que des pierres ou autres, puis coupée en petits morceaux et le processus de délignification ultérieur a été réalisé à l'aide d'hydroxyde de sodium, le tout étant cavité. Le mélange a été lavé jusqu'à un pH neutre.
- Processus de blanchiment. Le résidu neutre a été blanchi en utilisant de l'hypochlorite de sodium à 6 %, avec quelques minutes de cavitation. Ensuite, il a été lavé jusqu'à atteindre un pH neutre.
- Hydrolyse acide. Le résidu neutre a été hydrolysé en utilisant de l'acide sulfurique à 30 % et mis en cavitation, puis lavé jusqu'à ce qu'un pH neutre soit atteint.

2. **Préparation de microcellulose.** Préparation de microcellulose à l'aide de notre cavitateur pendant quelques minutes en milieu aqueux.

3. **Identification.** Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier FTIR.

En chronométrant les temps de réaction, il est possible d'obtenir une nanocellulose pure soit avec des résidus de lignine, soit avec des résidus de lignine et lipidiques, cela donne des caractéristiques différentes au film plastique, le rendant plus ou moins résistant ou plus ou moins pressable à l'oxygène, lui donnant diverses caractéristiques. applications pour l'emballage ou le conditionnement alimentaire. De plus, du graphène ou de l'oxyde de graphène peuvent être ajoutés au plastique comme charge, augmentant ainsi ses caractéristiques de résistance ou pour une utilisation dans la purification de l'eau.

Notre procédure est très simple, elle évite des étapes comme le traitement Soxhlet, pour valoriser la biomasse résiduelle. Des films cellulodiques ont été produits en dispersant des fractions cellulodiques dans de



engrais à action non rapide



La prochaine frontière de la fertilisation est représentée par les engrais dits « à action non rapide » : ces engrais innovants sont capables de libérer les nutriments qu'ils contiennent au fil du temps, s'adaptant ainsi au mieux aux besoins des cultures.

Un engrais peut être défini comme « à action non rapide » s'il répond aux exigences suivantes, dans des conditions définies dont une température de 25°C :

- pas plus de 15% libérés en 24 heures,
- pas plus de 75% libérés en 4 semaines,
- au moins 75 % sont libérés dans des délais bien définis.

Le reste sera libéré progressivement au cours des semaines suivantes.

Ces nouveaux engrais permettent également de ne pas avoir de systèmes de fertirrigation coûteux et d'éviter de devoir procéder à de nombreuses fertilisations ultérieures avec des engrais « prêts à l'emploi », réduisant ainsi les coûts associés.

De plus, en accompagnant la croissance de la végétation, ils permettent d'augmenter le rendement ainsi que de contenir, voire d'éliminer l'impact sur l'écosystème.

Il suffit de rappeler que l'azote est l'élément nutritionnel qui affecte le plus les rendements des cultures et celui qui est le plus sujet aux pertes dans l'écosystème.

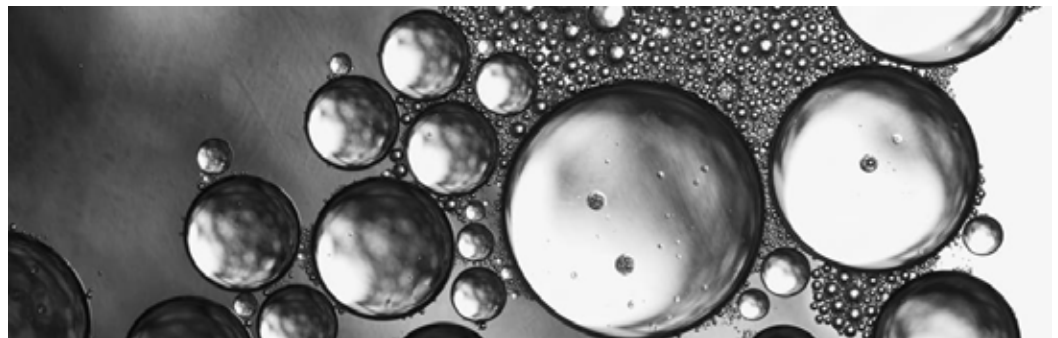
Bien que diverses solutions existent déjà sur le marché, nous pensons que la nôtre peut rapidement gagner une marge de marché importante.

C'est un engrais enrobé : un mélange interne dont la composition peut varier de l'urée et des déchets végétaux issus de la transformation de la cellulose à l'urée, des déchets végétaux issus de la transformation de la cellulose, du potassium, du phosphore et tout autre élément nutritionnel, le tout recouvert d'un film de plus ou moins souvent que le bioplastique cellulosique qui agit comme une véritable membrane permettant à l'eau de pénétrer à l'intérieur et donc d'obtenir une libération lente et contrôlée.

Des engrais « rapides » encapsulés qui deviennent « non rapides » grâce à un film biopolymère qui, compte tenu de son caractère extrinsèque, est non seulement biodégradable mais qui va également contribuer à la formation d'humus en se décomposant.

Dès que le granulé d'engrais entre en contact avec le sol et avec un minimum d'humidité, il commence à absorber la vapeur d'eau à travers les microporosités présentes à la surface de la membrane bioplastique.

Compte tenu des caractéristiques du bioplastique utilisé, à basse température (<5 °C), le rejet est nul, même en présence de niveaux élevés d'humidité dans le sol, évitant ainsi des pertes inutiles de produit



pendant les mois d'hiver. De même, le rejet est nul même en présence de températures élevées s'il s'accompagne de l'absence d'humidité.

herbe napier



L'utilisation de matériaux ligno-cellulosiques comme les restes forestiers, les déchets agricoles et les herbes énergétiques, entre autres, présente un grand potentiel pour générer de la bioénergie. Ces ressources sont largement disponibles dans le monde entier et répondent également aux préoccupations concernant les pénuries alimentaires associées aux biocarburants de première génération produits à partir de matériaux comestibles.

L'herbe Napier, également connue sous le nom d'herbe à éléphant, est une herbe fourragère productive et polyvalente originaire d'Afrique et d'Asie du Sud-Est. En raison de son rendement élevé, il est largement utilisé comme aliment pour le bétail et dans les applications bioénergétiques.

Bien qu'il s'agisse d'une culture énergétique relativement nouvelle en Inde, les agriculteurs thaïlandais la cultivent depuis plus de 30 ans, avec plus de 130 variétés. Cette graminée vivace à croissance rapide peut atteindre une hauteur de 10 à 15 pieds et peut être récoltée 5 à 6 fois par an.

La première récolte a lieu quatre mois après la plantation, suivie des récoltes suivantes tous les deux mois pendant sept ans maximum. L'herbe Napier est classée comme biomasse lignocellulosique et contient 30,40 % de lignine, 36,34 % de cellulose et 34,12 % d'hémicellulose.

Les meilleures conditions de réduction en pâte étaient de 9,00 % de CaO pendant une période de 2,73 h, ce qui a donné lieu à 74,99 % de délignification et 66,58 % de cellulose. Les meilleures conditions pour le processus de blanchiment étaient un pH 12 et du peroxyde d'hydrogène à une concentration de 4,2 % pendant 6 h, à une température de 40 °C, ce qui donnait 90,98 % de délignification et 99,21 % de cellulose.

Avec un rapport production/apport énergétique d'environ 25:1, elle apparaît comme l'une des cultures énergétiques les plus prometteuses pour la création de systèmes bioénergétiques rentables et efficaces.

Les conditions idéales pour la croissance de l'herbe à éléphant sont : des températures comprises entre 25 et 40°C, un apport en eau égal à





1 500 millimètres/an, des sols meubles et humides mais bien drainés.

En Inde, le rendement annuel déclaré de l'herbe Napier varie de **400 à 500 tonnes** par hectare par an, ce qui est nettement plus élevé que celui d'autres graminées énergétiques comme le miscanthus et le panic raide.

Cependant, certaines variétés spécifiques ont montré des rendements encore plus élevés. Mahendra Thakur, microbiologiste et agriculteur, a atteint une productivité de biomasse de **900 à 1 000 tonnes** par hectare par an en cultivant une variété hybride appelée Super Napier dans le district de Gondia, dans le Maharashtra.

En raison de sa teneur importante en cellulose et en xylane, l'herbe Napier est prometteuse en tant que source viable pour la production de biogaz. Lorsque sa structure subit une hydrolyse, elle se décompose en sucres monomères qui peuvent être utilisés comme substrats pour l'activité microbienne. Elle présente de nombreux attributs favorables en tant que culture énergétique, notamment un cycle de croissance court, une teneur en méthane relativement élevée et un niveau élevé d'efficacité d'utilisation de l'eau.

De plus, l'herbe Napier promet une teneur élevée en matière organique facilement digestible, ainsi que des rendements élevés et la capacité de résister aux conditions de sécheresse. Ces qualités en font une excellente matière première pour les procédés de digestion anaérobie.

En outre, l'utilisation de l'herbe Napier comme matière première peut aider à résoudre le problème de l'approvisionnement incertain en matière première, dans la mesure où l'approvisionnement continu et fiable des usines de biogaz dépend souvent de parties externes.

Pour aller de l'avant avec le développement d'un système bioénergétique centré sur l'herbe Napier, il est impératif de garantir sa durabilité en s'attaquant efficacement à l'énigme de la nourriture contre le carburant. Cela implique la mise en œuvre de stratégies prudentes d'utilisation des terres, la promotion de méthodologies agricoles à haut rendement et la priorisation délibérée des terres marginales ou dégradées pour la culture de l'herbe Napier, atténuant ainsi l'empiètement sur les terres arables traditionnellement dédiées à la production alimentaire.

Autre avantage, pour protéger la biodiversité : les graines produites par la deuxième génération des hybrides sont stériles, il n'y a donc aucun risque que la plante devienne envahissante.



bioplastique



Ces dernières années, des polymères biodégradables issus de ressources renouvelables, à savoir les biopolymères, ont été développés.

Bien que la cellulose présente des propriétés intéressantes pour les applications d'emballage alimentaire, son traitement par hydrolyse acide digère les domaines amorphes, produisant de la nanocellulose ou des nanocristaux de cellulose hautement cristallins. Ces nanocristaux présentent de nombreuses propriétés telles que la biocompatibilité, une grande surface spécifique, un module d'élasticité élevé, une stabilité thermique élevée et une excellente transparence optique, qui ont été exploitées pour améliorer les propriétés d'autres matrices biopolymères, telles que le poly(acide lactique) (PLA), polyhydroxyalcanoates (PHA), polyisoprène et amidon de pois. En plus de leur utilisation comme nanocharges, les mêmes nanocristaux de cellulose peuvent être utilisés pour produire des films à haute barrière.

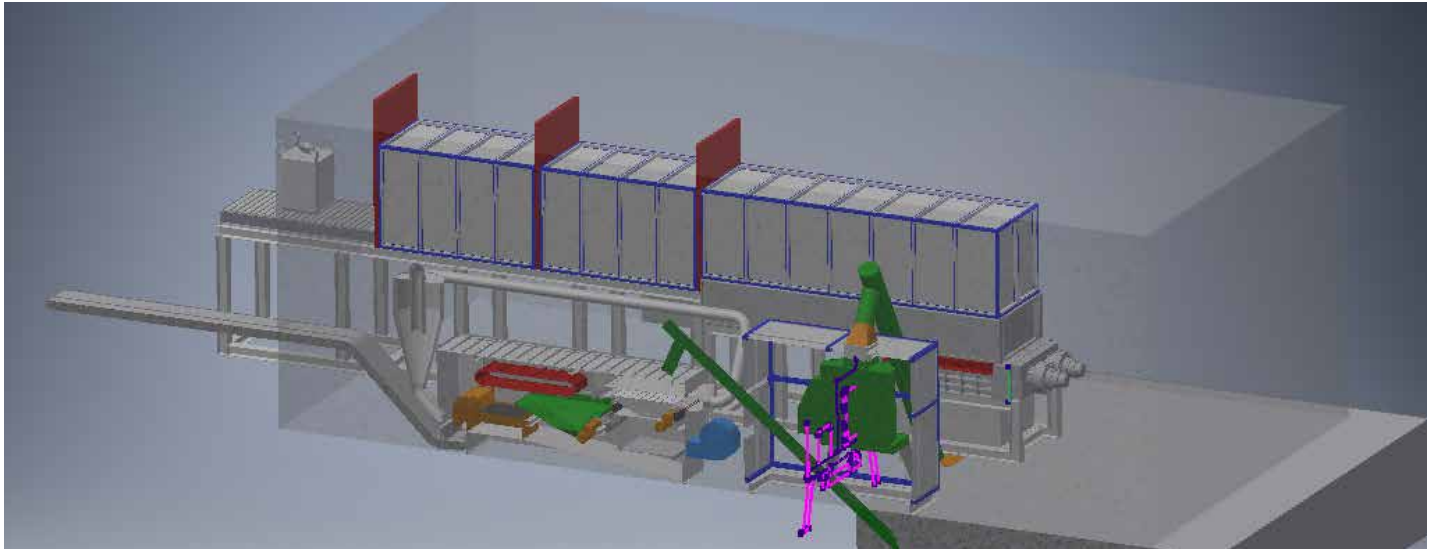
Grâce à notre technologie, la biomasse est valorisée comme source naturelle de fractions de cellulose et de nanocristaux extraits par hydrolyse acide, en explorant la possibilité de supprimer les phases de traitement du processus de purification. Des suspensions aqueuses de différentes fractions et nanocristaux ont été utilisées pour générer des films et leurs propriétés structurales et fonctionnelles ont été caractérisées afin de sélectionner les matériaux les plus prometteurs pour les applications d'emballage alimentaire, en minimisant les étapes de traitement pour obtenir des matériaux plus respectueux de l'environnement et économiquement durables. La réduction des étapes de purification réduit non seulement les coûts de production et l'impact environnemental, mais produit également de nouveaux films biopolymères à base de cellulose haute performance, capables de remplacer les polymères à base de pétrole dans les emballages alimentaires. Notre procédé nous permet de produire de la nanocellulose pour la production de bioplastiques avec un rendement de 30 % et avec un traitement plus avancé 14 % de nanocellulose pure comme charge pour les plastiques.

Notre procédé est né avec l'idée d'appliquer la cavitation hydrodynamique pour la production de nano et micro cellulose à utiliser comme épaississant alimentaire ou pour la production de bioplastiques.

En chronométrant les temps de réaction, il est possible d'obtenir une nanocellulose pure soit avec des résidus de lignine, soit avec des résidus de lignine et lipidiques, cela donne des caractéristiques différentes au film plastique, le rendant plus ou moins résistant ou plus ou moins pressable à l'oxygène, lui donnant diverses caractéristiques. applications pour l'emballage ou le conditionnement alimentaire.

Notre procédure est très simple, elle évite des étapes comme le traitement Soxhlet, pour valoriser la biomasse résiduelle. Les films cellulotiques sont produits en dispersant des fractions cellulotiques ou des nanocristaux cellulotiques dans l'eau. Les suspensions aqueuses sont filtrées et la fraction solide restant dans le filtre est utilisée pour la production de films, à l'aide d'une machinerie couramment utilisée dans le secteur.

Notre technologie améliore considérablement les propriétés mécaniques et barrières des films obtenus à partir des fractions, tandis que les nanocristaux extraits permettent de produire des films aux propriétés considérablement améliorées, surpassant la plupart des biopolymères de référence. Les lipides initialement présents dans les fractions traitées par lumière, ne sont pas complètement digérés par le traitement d'hydrolyse, ce qui a un impact positif sur la perméabilité à la vapeur d'eau des films (jusqu'à 63% de baisse), bien qu'il ait un impact négatif sur la perméabilité à l'oxygène (augmentation 20 à 30 fois). Au contraire, certaines hémicelluloses présentes dans les fractions les moins purifiées, interagissant fortement avec la cellulose, sont restées dans les nanocristaux extraits, conduisant à des propriétés mécaniques améliorées (résistance à la traction 45 % plus élevée et allongement à la rupture multiplié par 2), mais la barrière à l'eau il est plus efficace (perméabilité jusqu'à 70% supérieure aux nanocristaux de cellulose pure) grâce à son caractère hydrophile.



Phases du processus

delignation

avec la cavitation, une solution aqueuse est obtenue. Dans chaque cycle nous mettons un réactif ou de l'eau réutilisée
on stocke plusieurs cycles complets sur un réservoir, puis on ajoute un deuxième réactif
nous envoyons le réservoir plein dans un séparateur solide-liquide pour éliminer la lignine
après centrifugation on obtient 7,5% de solide sans lignine que l'on mélange avec de l'eau
l'eau utilisée avec le réactif sera stockée pour être réutilisée tout au long de la journée en profitant des produits chimiques présents dessus.

whitening

Nous ajoutons de l'ozone sur la cavitation pour une solution aqueuse. Nous utiliserons de nombreux cycles de cavitation jusqu'à ce que le réservoir précédemment rempli soit vide.
on stocke plusieurs cycles complets sur une cuve, puis on ajoute un réactif
nous envoyons le réservoir plein dans un séparateur solide-liquide pour éliminer l'eau et les substances colorantes
après centrifugation, on obtient 65% incolore de la fraction solide que l'on mélange avec de l'eau et un réactif
l'eau utilisée avec le réactif sera stockée pour être réutilisée pendant un cycle d'une journée complète

acid hydrolysis

après cavitation, une solution aqueuse est obtenue. Nous stockerons plusieurs cycles dans le même réservoir jusqu'à ce qu'il soit rempli
nous stockons plusieurs cycles complets sur un seul réservoir
nous envoyons le réservoir plein dans un séparateur solide-liquide pour tout éliminer sauf la nanocellulose pure
après la centrifugeuse, on obtient 13,44 kg de bioplastique

l'eau utilisée avec le réactif sera désactivée avec les autres eaux usées et stockée avant d'être réutilisée

tous les 2 jours on nettoie le bioplastique en ajoutant de l'eau et du réactif, puis on utilise un séparateur solide-liquide

Il n'est pas nécessaire de procéder à une nouvelle valorisation de l'eau car les substances chimiques introduites s'annulent.



||||||||||||||||||||

est particulièrement flexible, cela lui permet de traiter de multiples matériaux et les cendres produites sont vitrifiées et inertisées grâce à un plasma qui les transforme en lave. En plus d'éliminer le problème des cendres, cela purifie le gaz de synthèse et augmente le pourcentage d'hydrogène présent grâce au reformage à sec du méthane présent dans le mélange.

Le lit est fluidisé par la rotation du cylindre et par la géométrie particulière du système qui fournit le comburant aux réactions qui, exploitant l'affection Coanda, crée un vortex qui en plus de pousser le gaz vers l'avant, offre un contact plus intime avec le comburant lui-même et, par conséquent, une meilleure efficacité du système. Le tambour rotatif et le distributeur garantissent la fluidité du système, assurant l'homogénéité de la température ; en effet, les gradients de température pourraient créer de graves problèmes tels que la création de substances nocives comme, par exemple, les dioxines et les furanes.

Contrairement à d'autres systèmes pouvant être utilisés pour les traitements, ce sont des systèmes de dimensions résolument petites mais avec une très haute efficacité énergétique : en effet la combinaison de divers sauts et l'utilisation de turbines à haut rendement, ainsi que l'utilisation de notre système thermoélectrique pour la récupération de la chaleur perdue permet d'obtenir un rendement électrique allant jusqu'à 65 %.

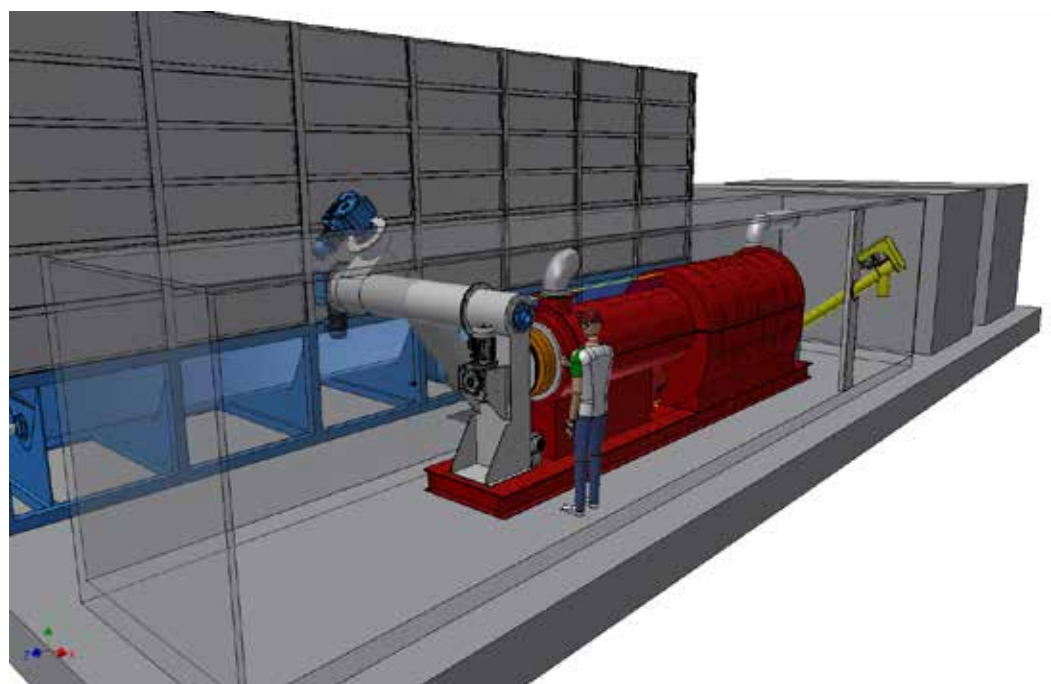
Les petites dimensions, loin de représenter une limitation du four rotatif, sont un de ses points forts : les systèmes étant modulaires, seul le matériel nécessaire au traitement sera utilisé.

Le système que nous avons développé présente de nombreux avantages par rapport à d'autres systèmes. Tout d'abord, chaque usine est conteneurisée et donc modulable et extensible selon les besoins de traitement ; cependant, il peut en même temps être utilisé pour de petites quantités de matériaux, tout en conservant un rendement élevé, tant du point de vue énergétique qu'environnemental. Lors des réactions chimiques, nous disposons d'un contrôle très élevé qui garantit la formation de molécules indésirables.

Les gazéificateurs profitent de la dissociation moléculaire, appelé pyrolyse, utilisé pour convertir directement les matières organiques présentes dans les déchets en gaz, par chauffage, en présence de petites quantités d'oxygène.

Les matériaux traités sont complètement détruits car leurs molécules sont dissociées.

Ce processus permet, si on le compare à la combustion directe, un cer-





|||||

tain nombre d'avantages significatifs:

- Facilité d'utilisation accrue du carburant;
- Utilisation de solutions technologiques relativement simples et éprouvées;
- Efficacité énergétique accrue;
- Destruction définitive de ces déchets;
- Pas de contributions dans des décharges spéciales;
- Pas d'émissions nocives;
- Production de vapeur, puis d'eau déminéralisée à partir de sa condensation, additionnable facilement avec des additifs de charge d'une solution saline pour la purification de l'eau;
- Production possible de produits chimiques, principalement du méthanol, utilisables dans les moteurs automobiles ou vendus sur le marché;
- Faible impact visuel.

Le gaz de synthèse, même lorsqu'il a un faible pouvoir calorifique, une fois filtré et purifié, peut être utilisé pour l'alimentation d'un cogénérateur, améliorant ainsi le pouvoir calorifique de la matrice organique utilisée et pouvant contenir des coûts produisant simultanément de l'énergie électrique et thermique, ou il peut être utilisé pour la production de produits chimiques réutilisables.

Nous avons également des **gazéificateurs de petite taille**, avec une capacité de système inférieure à celle d'un seul réacteur standard. Ceux-ci représentent la taille idéale pour les besoins de **l'économie dite circulaire**. Nos gazéificateurs ont été développés en collaboration avec le RINA Consulting - Centro Sviluppo Materiali S.p.A., filiale du groupe RINA, sur la base de leurs études précédentes. Dans leur zone industrielle à Rome - Italie -, il y a un pilote qui peut être visité, entièrement équipé également d'une torche à plasma.

Notre système de gazéification implique l'utilisation de systèmes de séchage pour prétraiter le matériau ou la matrice entrant. Le sècheur est alimenté par la chaleur du procédé et permet de ramener l'humidité d'entrée de la matrice de la valeur de transfert (généralement entre 70% et 30%) à environ 10%.

La matrice est ainsi séchée, est transportée à l'intérieur du réacteur, où elle est portée à des températures allant de 400 à 650°C, en récupérant la chaleur générée par le même gaz de synthèse et par le même processus de gazéification qui a lieu dans la dernière partie du réacteur où la température monte jusqu'à 1200°C. La matrice/les déchets sont ainsi soumis, rapidement, à un séchage total, une pyrolyse et une gazéification conséquente.

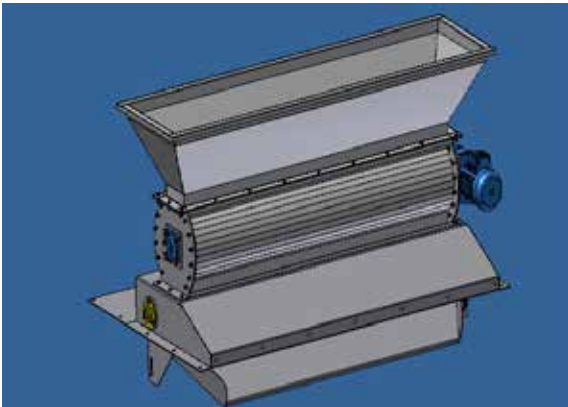
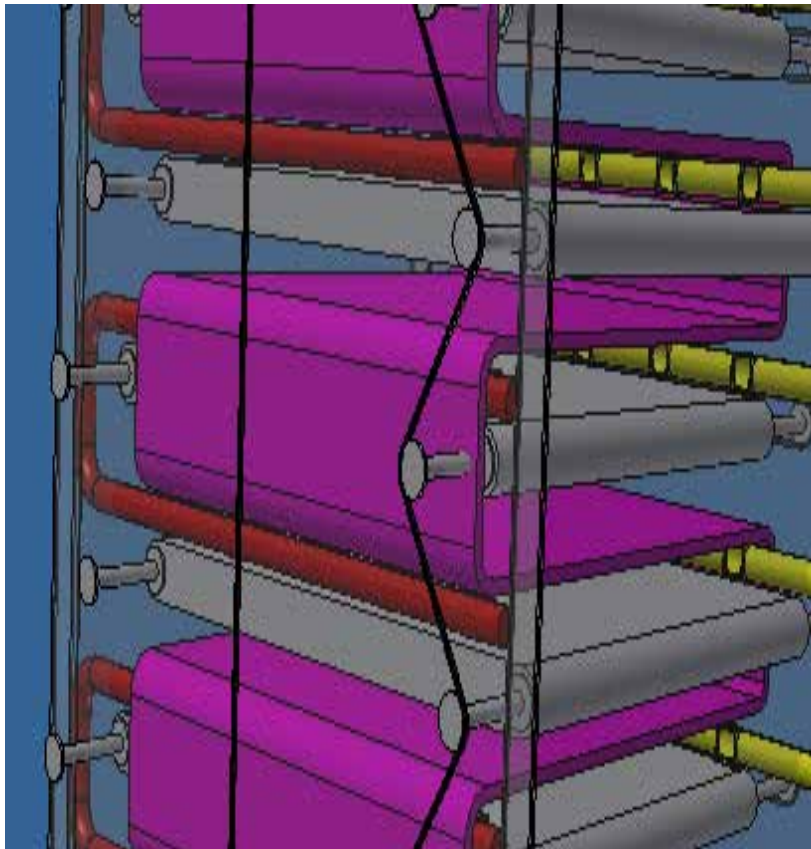
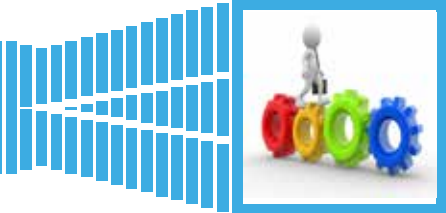
Ledit gaz produit (syngas) sera envoyé, après avoir été correctement lavé et purifié, vers la turbine et/ou vers les moteurs endothermiques. En l'absence de torche à plasma, il n'est pas possible d'atteindre le niveau d'émission zéro mais, dans tous les cas, ceux-ci seront inférieurs aux niveaux autorisés par les différentes réglementations nationales.

L'utilisation du gaz de synthèse produira des kW thermiques et des kW électriques. Une partie de l'électricité produite sera utilisée pour le procédé.

L'énergie thermique peut à son tour être partiellement transformée en électricité.

Une fois le processus de gazéification terminé, le seul déchet résultant est la cendre, en moyenne environ 5 à 10% de la matrice entrant dans les gazéificateurs.

La partie des cendres traitées dans la torche à plasma sera transformée en un matériau pouvant être destiné à des usages utiles sans risques environnementaux.



L'EMPOWERING DEVICE



L'**EMPOWERING DEVICE**, a été entièrement conçu, développé et mis en œuvre par notre équipe et est capable de gérer simultanément différents types de cavitation contrôlée dont 5 de nature différente mais qui coexistent de manière harmonieuse au point qu'aucune vibration significative n'est détectée.

La somme des effets produits par chaque cavitation met en œuvre l'efficacité des processus chimiques, physiques et biologiques qui se déroulent dans l'appareil, ce qui entraîne une réduction ultérieure de la consommation d'énergie déjà faible ainsi qu'une forte réduction des temps de traitement.

Un prototype avec une configuration spéciale, préparé pour l'expérimentation et de taille 1: 1, a été utilisé par nous depuis début 2017 pour effectuer les tests requis sur les échantillons de matériaux de nos clients.

Nos machines sont équipées de certificats de test et de certifications internationales de fonctionnement avec différents types de liquides sur différents processus chimiques, physiques et biologiques.

Ce qui rend notre système, aujourd'hui, unique par rapport à ce que le marché propose dans le domaine de la cavitation contrôlée est le fait que bien qu'il soit déjà extrêmement difficile de contrôler une cavitation, dans notre système il existe de nombreux et différents types de cavitation contrôlée, dont au moins un est sonique. Le corps de la machine a un élément, avec les fonctions d'un mélangeur statique, appelé par nous "Le Cèdre" pour la conformation particulière des "feuilles" qui composent sa conception.

Ce mélangeur monobloc spécial, en présence de processus impliquant la formation d'éléments chimiques cristallins, a la capacité de favoriser la formation de germes de cristallisation, avec une accélération supplémentaire des réactions chimiques.

Une autre amélioration notable par rapport à ce qui a existé jusqu'à présent est représentée par les baisses de pression plus faibles évidentes par rapport aux machines équipées de moteurs de puissance installée similaire avec des économies d'énergie conséquentes au cours de l'année: l'**EMPOWERING DEVICE** ne consomme qu'une fraction de l'électricité requise par les autres cavitateurs.

Cela est dû au fait que le corps de machine du **EMPOWERING DEVICE** est structuré pour former un véritable "diffuseur", avec la récupération conséquente d'un pourcentage de la pression de





sortie.

En outre, il a été conçu pour être facilement et rapidement reconfiguré en fonction de l'utilisation: certaines de ses pièces peuvent être enlevées si des liquides très denses et / ou visqueux doivent être traités et / ou avec une granulométrie importante ou ils peuvent être ajoutés, en entrée ou en sortie, éléments accessoires adaptés à presque toutes les utilisations.

De plus, en présence de matière organique, la cavitation entraîne la déstructuration physique partielle qui en résulte, une lyse des parois cellulaires et la libération conséquente du contenu intracellulaire.

Cette action se traduit par une plus grande disponibilité des sucres cellulaires, une accélération des processus d'hydrolyse et, par conséquent, une accélération du processus de digestion anaérobie dans son ensemble.

Dans notre cavitateur, basé sur des expériences menées et certifiées par des tiers, le taux de dégradation bactérienne peut accélérer de 4/5 fois à plus de 10 fois par rapport aux traitements conventionnels.

Les certifications réalisées par le **Groupe Rina** montrent que la DCO des eaux usées d'un gazéificateur est réduite de 90% en seulement 15 minutes.

En utilisant le système d'onduleur fourni, au début, la consommation est inférieure aux 25 kWh de puissance installée nominale, de même en pleine utilisation ; en l'absence d'onduleur, il faudrait au moins 36 kWh pour démarrer.

La version standard peut traiter jusqu'à 60 mètres cubes de fluide par heure.

La compacité, la simplicité d'installation et d'utilisation sont sans l'ombre d'un doute certaines des particularités de nos appareils de cavitation mais c'est la flexibilité totale d'utilisation qui le rend unique.



ÉCHANTILLON	DCO mg/L
matériel tel quel	15.380
matériel après cavitation	1.508
pourcentage de réduction DCO	90,2%





WWW.CE.ECO

Chemical Empowering © 2018-2025

Via La Louviere 4, 06034 Foligno (PG) – Italy – IVA: IT11188490962