

Mémoire de présentation du projet Carbon Capt
Pour le concours Avenir Ingénierie
Efficacité énergétique. Cap sur la neutralité carbone

1 – CONTEXTE

L'industrie du béton représente 7 à 8% des émissions globales de gaz à effet de serre (GES). Ce chiffre important est dû au moyen de production de celui-ci qui implique un chauffage à hautes températures.

Les derniers rapports du GIEC sont plus que clairs concernant la nécessité de réduire les émissions de GES. De plus, les meilleurs scénarios en termes d'émission de CO₂ suggèrent que l'utilisation de puits de carbone seraient nécessaires afin d'atténuer le réchauffement de la planète et ne pas dépasser une augmentation de 2°C de la température.

Les technologies de capture de carbone existent, cependant la question de l'utilisation du carbone d'une manière économiquement et écologiquement durable reste ouverte. De plus, les régulations telles que la RE2020 et la prise de conscience écologique poussent l'innovation vers des matériaux de construction sobres en énergie et en ressources.

2– SOLUTION

Carbon Capt' est un moyen de production de briques de construction à partir de béton recyclé, sans chauffer à haute température et qui séquestre du CO₂ durant le procédé de fabrication. Ce procédé repose sur deux étapes.

La première consiste en l'enrichissement de granulats de béton recyclé via une technique de carbonatation accélérée. La carbonatation est une réaction naturelle des minéraux carbonatables des bétons avec le CO₂ de l'air pour former des carbonates. En conditions naturelles cette réaction est relativement lente (stat). Cependant, en modifiant les conditions de réaction, (température, humidité, pression de CO₂, présence de microorganismes...) cette réaction peut être accélérée afin d'augmenter la quantité de CO₂ incorporée dans le matériau. En utilisant ces techniques de carbonatation accélérée (de manière individuelle ou combinée) nous allons enrichir les granulats de béton recyclé qui stockeront le CO₂ de l'air sous forme minérale dans le matériau. L'objectif serait de récupérer le CO₂ des industries avant son émissions dans l'atmosphère ou d'utiliser le CO₂ capté directement dans l'air.

Dans un second temps ces granulats seront agrégés en forme de brique en utilisant un procédé bio-inspiré. En effet, nous allons produire nos briques à température ambiante comme le font les coraux. Pour produire leurs structures minérales, les coraux utilisent des microorganismes capables de produire un biofilm minéral à partir de calcium pour agréger la silice. Nous utiliserons ces mêmes microorganismes pour solidement lier nos agrégats carbonatés dans cette matrice de bio-ciment.

Finalement, ce procédé permettra de produire une brique de construction aussi solide et robuste que celle sur le marché en utilisant moins de matériaux, moins d'énergie et en stockant le CO₂ sous forme minérale.

3 – MARCHÉ

Dans le contexte de l'urgence climatique où une transition écologique s'impose, la RE2020 a pour objectifs l'amélioration de la performance énergétique des nouveaux bâtiments, la réduction de leur impact sur le climat et leur adaptation aux conditions climatiques futures.

Afin d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, la RE2020 incite à prendre en compte les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments et à renforcer le confort d'été en isolant par exemple les bâtiments futurs avec de nouveaux matériaux, et en utilisant notamment des matériaux en béton recyclé. En effet, la RT2012 stipule que les entreprises de construction doivent à présent passer de 30% à 70% de béton recyclé.

Voici la raison pour laquelle les entreprises de construction doivent dès maintenant s'adapter aux normes mises en place afin d'obtenir le label d'« Excellence Environnement ».

Selon une étude de marché réalisée par Xerfi, les municipalités cherchent de plus en plus à investir dans des quartiers éco-responsables où les bâtiments émettent peu de carbone tout au long de leur cycle de vie.

Aujourd'hui, la plupart des entreprises de construction qui opèrent une transition vers un modèle plus écologique remplacent le béton par du bois ou de la paille, mais les caractéristiques de ces matériaux biosourcés sont parfois trop différentes des matériaux traditionnels en termes de résistance et d'efficacité.

L'industrie du bâtiment incorpore également des matériaux recyclés dans ses nouveaux produits (de l'acier, par exemple), mais le produit final en béton est obtenu, comme dans le cas de production de béton traditionnel, par chauffage à haute température, un processus qui libère des quantités importantes de CO₂.

Les réglementations environnementales actuelles, telles que la RE2020, obligent l'industrie du bâtiment à utiliser des matériaux plus respectueux de l'environnement, et c'est là que notre projet CarbonCapt' entre en jeu. En proposant un procédé de construction sans chauffage de briques bio-sourcées, notre projet pourrait trouver sa place dans une industrie qui demande dorénavant des matériaux de construction à faible composition en carbone et répondrait aux exigences des réglementations environnementales dans le contexte du changement climatique.

4 – REGLEMENTATION

Notre projet doit respecter des réglementations, que ce soit sur le plan biologique ou celui de la construction. En effet, d'un point de vue biologique, nous utilisons des microorganismes uréatiques, des bactéries de classe I (bactéries non pathogènes pour l'environnement et les humains), dans les deux étapes clés de notre produit. Cela induit donc que nous devons respecter toutes les régulations liées à la manipulation de microorganismes dans les laboratoires, comme le respect de la stérilité du milieu, du port de la blouse et des gants... (Article R. 5139-18 du Code de la Santé Publique)

De l'autre côté, d'un point de vue construction, notre brique devra respecter les normes sur le béton et la construction des bâtiments. En effet, de nombreuses normes sont créées afin d'accompagner les centrales à béton vers un mode de fabrication plus écologique et économique. Tout d'abord, une des normes phares est la norme NF EN 206-1. Elle classe les bétons, quelque soit leur densité, selon des teneurs particulières en microéléments. Cela ne nous contraint pas en tant que tel, mais permet de pouvoir comparer les différents bétons disponibles afin de choisir le plus adapté à la construction voulue. De surcroît, de nombreuses normes sur les compositions des constructions évoluent chaque année. Encore, elles ne nous contraignent pas au sens tel, mais les prendre en compte est nécessaire pour améliorer nos marchés et nos possibilités.

Notre projet a pour intention l'utilisation de certains procédés brevetés qui doivent également être pris en compte.

En effet, plusieurs brevets internationaux protègent certaines techniques que nous aimerions utiliser. La technologie de la carbonatation accélérée (ACT) est, par exemple, garantie par le brevet intitulé "improved production of aggregates". Ainsi, ce brevet protège les techniques de production d'agrégats capturant le CO₂ grâce à une substance carbonatable. De plus, plusieurs brevets traitant de la fabrication de briques à l'aide de bactéries, nous limitent quant à l'utilisation de cette technologie. Ces brevets regroupent toutes les méthodes de production de matériaux de construction utilisant des morceaux d'agrégats, des bactéries productrices d'enzymes, une quantité d'urée et une quantité d'ions calcium.

Afin de faire face à ces brevets, des stratégies peuvent être mises en place. En effet, nous prévoyons de combiner et d'améliorer ces procédés en modifiant les différents paramètres mis en jeu. Pour ce faire nous pourrions, par exemple, améliorer les souches bactériennes nécessaires ou bien trouver de meilleures conditions d'expérimentations. De cette façon, notre projet deviendrait alors hors brevet et répondrait à cette problématique.

5 – PERSPECTIVES

Durant les premières années de l'élaboration de ce projet, nous nous sommes concentrés sur la recherche d'informations et avons approfondi nos connaissances sur les matériaux et leurs fabrications. Cette étendue revue bibliographique nous a permis de définir et de préciser la solution que nous souhaitons apporter afin de séquestrer le carbone et de lutter contre le réchauffement climatique. Lors de ces recherches, nous nous sommes renseignés sur les brevets concernant des matériaux innovants à faible empreinte carbone. Cela nous a permis de confirmer notre projet et d'obtenir de nouvelles pistes pour notre innovation. De plus, nous avons récemment pris contact avec un groupe d'étudiants travaillant sur un sujet similaire et nous voulons nous entretenir à nouveau avec ceux-ci dans le but d'échanger et, ainsi, faire progresser nos projets respectifs.

Dès l'année prochaine, nous allons nous concentrer sur la partie *Recherche & Développement* du projet. En effet, nous avons, à présent, suffisamment de connaissances pour commencer à tester notre preuve de concept. Pour ce faire, nous allons commencer par comparer les microorganismes utilisables et sélectionner celui qui sera le plus adéquat. Nous projetons éventuellement de le modifier afin d'obtenir de meilleurs résultats. Nous allons également travailler sur le milieu de croissance des microorganismes afin de l'optimiser et d'augmenter l'efficacité des microorganismes. En ce qui concerne les agrégats, nous chercherons la meilleure source et définirons les conditions de carbonatation les plus idéales pour mener à bien la fabrication de notre brique.