

### SPÉCIALITÉ « PRÉVENTION ET GESTION DES RISQUES »

#### OPTION « DÉCHETS, ASSAINISSEMENT »

---

### ÉPREUVE DE PROJET

**NOTE OBTENUE : 12,75 / 20**

Métropole Territoire Durable (MTD)  
Le 13/10/2020

Note à M. le DGST  
Changement climatique, fumées d'incinération et puits

#### QUESTION 1

Aujourd'hui, le réchauffement climatique est largement reconnu dans le monde scientifique. Le fait que ce changement est dû, au moins partiellement, à la libération de gaz à effet de serre par les activités humaines fait consensus, et des accords internationaux (Tokyo, Paris) fixent des objectifs ambitieux pour limiter ce réchauffement qui commence déjà à avoir des conséquences dramatiques sur l'environnement et l'homme (phénomènes climatiques violents, montée des mers et pertes des terres habitées...).

Le dioxyde de carbone (CO<sup>2</sup>) est le principal gaz à effet de serre produit par les activités humaines. L'industrie pétrochimique a déjà élaboré des processus de captage et séquestration du carbone qui sont éprouvés. Ces processus chimiques sont cependant peu adaptés aux activités de la collectivité et au traitement des fumées d'incinération.

En effet, le CO<sup>2</sup> n'est pas « pur » dans ces fumées mais mélangées à d'autres gaz (notamment vapeur d'eau). De plus, ces processus sont très coûteux et la faible valeur commerciale du produit récupéré ne permet pas d'équilibrer financièrement le procédé. Et inutile, auprès d'une usine d'incinération, à moins de transports « au long cours », d'envisager un mode de séquestration du CO<sup>2</sup>.

Un procédé biologique de captage du CO<sup>2</sup> pourrait avoir plus d'avenir. Il s'agit d'utiliser des organismes photosynthétiques, ici des micro-algues, pour capter le dioxyde de carbone, le fixer dans la biomasse afin de valoriser cette dernière. Les micro-algues, comme tous les organismes photosynthétiques, consomment le CO<sup>2</sup> présent dans les fumées, fixent, grâce à l'énergie lumineuse, le carbone sous forme de sucre et libèrent dans l'atmosphère, de l'oxygène qui n'est pas un gaz à effet de serre.

Au lieu du processus climatique énergivore, certains précurseurs ont donc expérimenté la séquestration du CO<sup>2</sup> dans la biomasse, via la photosynthèse. C'est un « puits de carbone ».

La biomasse ainsi générée peut être valorisée de différentes manières. Les micro-algues peuvent être utilisées pour augmenter le potentiel méthanogène de déchets organiques tels que les bords de station d'épuration où les lisiers d'élevage. Le méthane est aussi un gaz à effet de serre ; mais surtout, une source d'énergie qui, en brûlant, peut permettre de générer de la chaleur, de l'électricité (cogénération) via un turboalternateur ou, après épuration, être injecté dans le réseau de gaz ou même servir de biocarburant.

Selon les micro-algues utilisées pour le captage du CO<sup>2</sup>, d'autres formes de valorisation peuvent être envisagées. La spiruline par exemple, permet de nombreuses applications agro-alimentaires, cosmétiques, industrielles...

Il existe cependant assez peu de retour d'expérience et la plupart des procédés développés aujourd'hui en sont au stade du pilote ; il y a encore de nombreuses inconnues pour leur développement à une échelle industrielle. Des étapes longues et coûteuses de développement devront être opérées avant de pouvoir traiter la totalité des fumées d'incinération, estimées à environ 100 000 tonnes par an (1/3 de la capacité de traitement).

### QUESTION 2

Pour diminuer les émissions de CO<sup>2</sup> de MTD, il faut capter le CO<sup>2</sup> présent dans les fumées de l'UVE. Un puits de carbone pourra être utilisé et semble être la solution technico-économique la plus pertinente dans ce contexte.

N'oublions pas, cependant, en amont de l'incinération des déchets résiduels, l'obligation qu'a la collectivité de proposer à tous ses habitants une solution de séparation à la source de leur biodéchets. Cette séparation pourra prendre la forme d'une prise en charge à domicile (composteur de jardin par exemple) qui à terme, présentera l'avantage de permettre de réduire les fréquences de collectes et par là, l'utilisation de véhicules de collecte énergivores ou bien d'une collecte séparative en vue d'un traitement biologique (compostage ou méthanisation) à l'échelle industrielle.

Le vide de four qui s'ensuivra sera compensé par des apports de déchets d'activités ou par une convention/marché avec une autre collectivité voisine pour le traitement de ses déchets résiduels.

L'objectif serait donc de faire passer les fumées d'incinération dans un puits de carbone afin de capter ce gaz, l'immobiliser dans une biomasse qui pourra ensuite être valorisée.

La co-méthanisation de cette biomasse avec les boues des stations d'épuration est l'une des pistes à étudier. Ces boues de bonne qualité font cependant l'objet d'un plan d'épandage avec le concessionnaire du service d'épuration, dont le contrat est récent.

Il faudra donc étudier les avantages technico-économiques de cette solution en parallèle avec d'autres solutions de valorisation de la biomasse qui n'auront pas recours à l'utilisation de boues de STEP. La technique des puits de carbone étant récente et les potentialités de valorisation de la biomasse générée étant multiples (pourquoi pas, par exemple, une production de biocarburant qui alimenterait le véhicule de collecte de MTD). Il est nécessaire d'avoir recours à une démarche de recherche et développement afin d'envisager les avantages et inconvénients techniques et économiques de chaque solution.

La collectivité devra donc s'attacher, plus qu'à des moyens techniques, aux performances qu'elle voudra atteindre par ce projet :

- Baisse des émissions de gaz à effet de serre
- Valorisation de la biomasse générée
- Coût global prévisionnel (investissement, fonctionnement, recette et/ou économies générées).

Ce projet pouvant s'intégrer dans les objectifs de la charte d'engagement climat énergie du programme d'investissement d'avenir et pouvant être l'occasion d'une coopération avec Aggloverte, nos partenaires dans ces projets antérieurs devront être associés à la démarche.

L'exploitant du réseau d'assainissement devra aussi être intégré à l'équipe du projet afin de ne pas se priver d'une potentialité de valorisation de la biomasse et d'étudier avec lui les aménagements des structures qui lui sont confiées qui seraient à programmer.

L'exploitant du centre de traitement multi-filières des déchets devra aussi être associé aux études, bien que sa mise en œuvre soit postérieure à la fin de son contrat d'exploitation (marché devant se terminer en 2022).

Le site de traitement des déchets étant une installation classée pour la protection de l'environnement et la dimension du site le soumettant à autorisation, le représentant de l'État (DREAL / Préfecture) devra au moins être tenu informé de l'avancement du projet à chaque étape afin de renforcer sa capacité à accepter un projet si innovant par la connaissance qu'il en aura eu au cours des études et des remarques constructives qu'il aura pu émettre et que la collectivité n'aura pas manqué de prendre en compte.

### QUESTION 5

Ce projet inclue obligatoirement une démarche de recherche et développement puisque nous pourrions en préciser les objectifs mais pas les moyens. La collectivité ne peut cependant pas déroger au code de la commande publique puisqu'elle attend un développement industriel. La solution pourrait être une procédure du programme d'innovation, le PCP (pré commercial procurement) ou l'achat public avant commercialisation qui, vu le coût prévisionnel de l'investissement (supérieur à 100 000 €) et la nécessité d'études de faisabilité, d'essais pilotes et d'adaptation à l'échelle industrielle, devrait idéalement prendre la forme d'un dialogue compétitif en vue d'un marché global (anciennement conception – réalisation – exploitation) ou d'un partenariat d'innovation. Pour cette seconde solution, il faudra préalablement vérifier qu'aucun projet similaire n'est arrivé au stade de la mise en service industrielle. Il est possible que le projet de la SIAAP et Suez, autour de l'usine de Colombes, soit trop avancé pour que le partenariat d'innovation puisse être utilisé.

Le partenariat d'innovation permet pourtant de développer, avec plusieurs partenaires potentiels, des solutions différentes avant de procéder à un choix définitif. Cette procédure doit pouvoir être utilisée à condition de laisser ouvert le choix du mode de valorisation de la biomasse produite. C'est un point qu'il faudra vérifier avec le service des marchés et le service juridique de la collectivité.

Le marché négocié devra aboutir à une production de biomasse dans un puits de carbone, à partir du CO<sup>2</sup> présent dans les fumées d'incinération ainsi qu'au choix de la micro-algue et de son (ses) mode(s) de valorisation : méthanisation, agro-alimentaire, autres... Les critères de jugement des candidatures devront favoriser les entreprises capables d'apporter et de faire aboutir une solution innovante. Pour les offres, la performance de captage du CO<sup>2</sup>, la performance technico-économique de la solution apportée, le taux de valorisation de la biomasse générée seront les critères de jugement.

### QUESTION 3

Le jugement demande un temps préalable d'études et d'essais puis d'adaptation à l'outil industriel existant. Les travaux de mise en œuvre ne pourront pas être entamés au cours de ce marché d'exploitation. Il est souhaitable cependant, qu'au renouvellement de la consultation pour l'exploitation du centre multimodal de traitement des déchets, le projet soit suffisamment avancé pour pouvoir être écrit au dossier de consultation des entreprises, et que le futur exploitant sache ce qui pourra lui être demandé en termes de traitement des fumées d'incinération et de qualité et quantité de biomasse produite.

La première étape pour la collectivité sera de constituer son équipe de projet composé d'élus et d'agents de la collectivité (Président, Directrice Générale des Services et DST de la métropole) ainsi que des personnes compétentes (AMO, exploitants du centre de traitement multi-filières et du réseau d'assainissement) ; elle devra :

- Définir les besoins et attentes de la collectivité
- Procéder à un état des lieux des pratiques existantes dans ce domaine innovant
- Établir, avec le service des marchés, le cahier des charges du marché de partenariat d'innovation, en définissant précisément ses objectifs.

Les partenaires tels que notre voisin Aggloverte qui apporte presque 50 % des tonnages de l'UVE, devront être intégrés à l'équipe du projet.

Avec les entreprises ou groupements retenus, la collectivité suivra les travaux afin de décider, à chaque phase, si elle met ou non fin à chaque contrat individuel de partenariat (issu de la consultation).

Étape 1 : Expérimentation pilote de puits de carbone avec différentes souches de micro-algues :

- Définir les critères optimaux de fonctionnement du puits de carbone (lumière, nutriments, température de fumées)
- Mesurer la production de biomasse et la consommation du nutriment en fonction de ces critères

—————> Choix de la souche et process : 6 mois

Étape 2 : En fonction de la souche de micro-algues choisie :

- Détermination du mode de valorisation optimal (méthanisation, co-méthanisation, mode de valorisation de l'énergie cogénération, injection, carburant...).
- Recherche de débouchés potentiels pour le produit de valorisation, estimation de l'enveloppe financière (investissement, fonctionnement, recettes de valorisation) du procédé de génération de la biomasse et du procédé de valorisation à construire. Les retours d'expériences pourront être recherchés pour cette estimation. Il existe par exemple au moins un site d'enfouissement de déchets qui a développé une filière de valorisation du biogaz par la production de spiruline destinée à l'agro-alimentaire.
- Essais de laboratoire pour valider la faisabilité de cette valorisation.

—————> 6 mois

Livrable : rapport permettant à l'équipe de projet de valider un choix de valorisation de la biomasse.

Étape 3 : pour la situation retenue, essais pilotes et conception (ingénierie) du process (puits de carbone et process de valorisation), chiffrage du projet. Par exemple, au cas où la méthanisation avec des boues de station d'épuration soit la solution retenue, essais de méthanisation et mesure de la performance méthanogène à partir de la biomasse récoltée auprès des puits de carbone existant.

—————> 6 mois à 1 an

Étape 4 : Construction de process, mise en service industrielle qui devra permettre les derniers ajustements et de vérifier la performance du process. L'exploitant de l'usine d'incinération et celui de la solution de valorisation de la biomasse produite devront être en capacité d'exploiter le site de manière autonome. Cela passe par la formation des personnels, la fourniture de plans et notices des installations et d'une liste des procédures écrites.

—————> Cette dernière étape pourra durer de 6 à 8 mois

Le calendrier prévisionnel et les différentes étapes devront être précisés par les candidats dans leur offre initiale. Ils pourront, comme le reste, faire l'objet de négociations au cours de la procédure de choix des partenaires d'innovation.