Sédiments et terres excavées

La traçabilité garante d'une circularité vertueuse

Au centre de production d'éco-matériaux (CPEM) d'Envisan France dans le Var, on sait ce qui entre et ce qui en sort. En dedans, un processus de traitement de déchets minéraux se déploie à la carte pour leur apporter une valeur ajoutée consolidée propice à leur valorisation.

© Envisan France

Le CPEM occupe 3,5 ha de la ZIP de Brégaillon, dans la rade de Toulon. À droite de la photo, des matériaux minéraux traités stockés en andains. En bas, l'unité de traitement physico-chimique avec la trémie d'entrée puis vers la gauche la bande transporteuse ascendante jusqu'au module 1, suivi du module 2 puis du module 4 avec le double filtre-presse en haut à gauche de la photo.

L'aventure démarre en 2009 lorsqu'Envisan France a l'opportunité de coordonner le projet de R&D *Sedimed* sur le traitement des sédiments marins issus d'opérations de dragage maritime en Méditerranée. Devant la nécessité de construire un démonstrateur industriel en capacité d'accueillir les expérimentations prévues dans ce cadre, l'entreprise saute le pas. La filiale de Jan De Nul Group, l'un des leaders mondiaux du dragage, décide de développer un centre de production d'éco-matériaux (CPEM) dédié aux déchets minéraux non dangereux.

Elle implante ses installations de traitement des déchets à la Seyne-sur-Mer dans la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Brégaillon, face à la base navale de Toulon dans le Var. « *En général, les terres et les sédiments que l'on reçoit sont pollués par un cocktail de composés organiques (HAP, HCT...) et inorganiques (métaux lourds, sels, sulfates...)*, souligne Lilian Rahyr, responsable du CPEM aujourd'hui siège d'Envisan France. *Notre métier consiste à traiter ces matrices minérales en y extrayant les polluants de façon suffisamment efficace pour atteindre un optimum de valorisation* ».

Des sédiments aux matériaux valorisables

Le CPEM ouvre en 2015 sur une surface de 3,5 hectares, après délivrance en novembre 2013 d'un premier arrêté d'autorisation d'exploitation d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) avec une capacité de traitement maximale de 240 000 t/an. Sept ans après, cette autorisation préfectorale est reconduite en tenant compte des meilleures techniques disponibles (MTD) relatives aux activités de traitement de déchets auxquelles tout site concerné doit désormais recourir[1]. Elle reconnaît la conformité du système de management environnemental (SME) du CPEM, certifié ISO 14 001, et étend la zone de provenance des déchets admis[2]. « *Le site a été pensé et dimensionné pour être une plateforme pluridisciplinaire et multimodale à même de recevoir ou d'évacuer des déchets minéraux pollués non dangereux par voie terrestre, maritime et ferrée,* précise Lilian Rahyr. *La plateforme est grande, mais il faut gérer l'espace en même temps qu'une traçabilité rigoureuse au rythme d'arrivée des lots de déchets et au regard de leur nature hétérogène, tout en adaptant la stratégie de traitement au type de matériau reçu et à ce que nous souhaitons en faire en sortie* ». Des argiles aux cailloux et aux macrodéchets, des produits liquides au vrac sec… Les quantités de déchets présents au

© Cyrille Maury

CPEM, les intrants arrivent par lots, stockés dans des zones distinctes et séparées selon leur origine et leur filière de valorisation pressentie avant traitement.

même instant sur le site sont limitées à 40 500 tonnes. Certains matériaux sont issus d'opérations de dragage ou de curage et d'autres de chantiers du BTP : travaux de terrassement, chantiers de construction/déconstruction, opérations d'excavation, réhabilitation de sites pollués, de nettoyage des rues…

Une traçabilité interne avec suivi numérique

Lorsque nous visitons le CPEM s'y trouvent des sédiments venant d'opérations de dragage tant du port de Carqueiranne (Var) que de la base nautique du Roucas Blanc (Marseille) - qui accueillera les épreuves de voile des JO 2024 - et des terres polluées issues de la Base navale de Toulon. « *La règlementation européenne interdit formellement toute forme de traitement des matériaux pollués par dilution*[3], souligne Lilian Rahyr. *Notre centre de traitement peut le garantir grâce à une organisation précise et détaillée de la traçabilité, renforcée par un suivi numérique de chaque lot et sous-lot matérialisé par un déchargement de camion, d'une barge ou d'un wagon, depuis son entrée jusqu'à sa sortie en passant par toutes les étapes de traitement et de valorisation* ».

L'organisation de cette traçabilité se fait aussi bien sur le plan chimique que physique et organoleptique. « *C'est ce qui distingue le CPEM d'un centre de recyclage, de tri ou de sur-tri de matériaux inertes,* poursuit-il. *Et c'est l'assurance pour les autorités comme pour les maîtres d'ouvrages avec qui nous travaillons que leurs déchets soient pris en charge et valorisés dans les règles de l'art et dans le strict respect de l'environnement et de la règlementation* ».

Les paramètres mesurés sur les critères physiques sont la masse, la teneur en matière sèche et la granulométrie. Outre les paramètres organoleptiques (odeurs, état visuel...), les paramètres chimiques suivis sont ceux définis par arrêtés[4] :

- sur le brut : COT (carbone organique total), BTEX[5], PCB, hydrocarbures totaux et HAP… ;
- sur l'éluat[6] : métaux As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se et Zn, chlorures, sulfates, fraction soluble…

Ces analyses physiques, chimiques et organoleptiques interviennent dès la prise en charge d'un lot de déchets, afin d'en vérifier la conformité avec ce que le client a mentionné dans la fiche d'identification déchet (FID). La FID est renseignée au stade de l'offre commerciale par le producteur du déchet, pour que le CPEM puisse vérifier l'acceptabilité du déchet sur le Centre ; laquelle est matérialisée par la création d'un certificat d'acceptation préalable (CAP).

Chaque transfert (camion, barge, wagon) de matériaux vers le CPEM s'accompagne ensuite d'un bon de transport/bordereau de suivi de déchets (BT/BSD). « *C'est l'édition de ce bon qui amorce tout le processus de traçabilité de gestion du matériau, le registre de stockage des déchets sur le site, etc.* », précise Lilian Rahyr. Sur site, les lots et sous-lots entrants font l'objet de premières analyses. À réception des résultats, sept jours environ après réception, et selon leur nature, ils subissent un premier tri mécanique ou manuel (bois, pneus, ferrailles) visibles à l'œil nu. « *Ils peuvent ensuite être assemblés pour préparer des charges homogènes à diriger vers les différentes installations de traitement du site* », poursuit-il.

La station de traitement des eaux du CPEM réceptionne les eaux captées par le réseau de drainage de la zone de lagunage actif, les eaux pluviales et les eaux de procédé collectées sur la dalle étanche de la plateforme. L'installation de traitement compte notamment une trémie lamellaire (au centre), un filtre à sable et une unité de filtration par charbon actif (à gauche).

© Envisan France

Le projet *Sedimed*

Le projet collaboratif multipartenarial public/industriel *Sedimed* a bénéficié d'un budget venant du Fond unique interministériel Environnement et Industrie (FUI) 2008 (8e appel à projets) de 8 850 k€ selon le Pôle mer Méditerranée, complété par l'Agence de la Transition écologique, l'agglomération Toulon Provence Méditerranée, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse ; avec l'appui des futurs utilisateurs représentés par la Marine nationale et la Chambre de commerce et de l'industrie du Var. L'objectif était de développer des technologies de traitement et de valorisation des sédiments marins méditerranéens à partir de dragages en rade de Toulon, pour répondre aux évolutions réglementaires et contribuer au développement de filières de valorisation à terre (routes, éléments en béton, ouvrage maritime, etc.).

La gestion des eaux du site

Le site du CPEM comporte une dalle étanche de 9 000 m² pour le traitement des matériaux secs, la base vie et une station de traitement des eaux. Le dispositif d'étanchéité de la dalle est assuré par un radié de béton autoportant et une membrane imperméable en PEHD sous-jacente. La zone de lagunage actif dispose de son propre dispositif d'étanchéité sur une surface de 12 000 m². Les eaux issues de la dalle étanche sont collectées par un réseau de caniveaux à grilles tandis que les eaux issues de la zone de lagunage sont dirigées vers la station de traitement des eaux par un réseau enterré et des pompes de relevage. La lagune est dimensionnée pour une pluie de période de retour centennale et de 20 ans pour la station de traitement des eaux.

Toutes les eaux de pluie et des procédés de traitement sont ainsi acheminées jusqu'à un bassin de rétention de 500 m³ pour être traitées dans la station de traitement des eaux d'une capacité de 50 m³/h. Il s'agit d'un traitement par décantation (élimination des fines par trémie lamellaire) suivi d'un filtre à sable (captation des polluants inorganiques) puis d'un filtre à charbon actif (élimination des polluants organiques résiduels). En sortie, les eaux sont prioritairement mises en réserve dans le réservoir des sprinklers du site. Le surplus est envoyé dans le milieu marin par surverse (rejets autorisés de 1 200 m³/jour), après analyses des eaux et vérification de leur conformité à la réglementation. L'ensemble du dispositif est contrôlé depuis un poste de commande automatisé.

La zone de lagunage actif

La zone de lagunage actif permet la réception et le traitement de sédiments de dragage acheminés par camion, voie maritime, et/ou refoulement hydraulique. « *Lorsque plusieurs lots de sédiments d'origines différentes sont à traiter dans un même laps de temps, les lots sont gérés dans des casiers dédiés aménagés pour pouvoir assurer une traçabilité différenciée tout au long du traitement* », souligne Lilian Rahyr.

D'une profondeur de 4-5 mètres, cette zone s'apparente à un vaste bassin composé : d'un plateau de déversement (à bascule des camions), d'un système d'étanchéité (membrane en PEHD de 2 mm d'épaisseur doublée d'un géotextile anti-poinçonnant) avec, juste au-dessus, un dispositif de drainage et de collecte des eaux, et enfin d'une rampe d'accès pour les engins de traitement.

Au fond de la lagune, un épais lit de sable drainant permet de filtrer les eaux issues de la décantation des sédiments qui y sont traités. Le réseau de drains achemine gravitairement les eaux d'infiltration et les eaux libres vers deux chambres de déversement ou éclusettes équipées de seuils réglables en hauteur, d'où elles sont transférées (pompes de relevage) jusqu'au bassin de rétention de la station de traitement des eaux.

Le lagunage actif se déroule en quatre étapes principales :

- le remplissage ;
- la décantation ;
- la consolidation ;
- et la déshydratation forcée associée à un traitement biologique des sédiments.

« *En fonction de la méthode de remplissage choisie, on peut maîtriser la ségrégation granulométrique des matériaux, ce qui conduit à une gradation verticale et longitudinale de la pollution du matériau*, précise Daphné Glaser, responsable business & développement de Jan de Nul. *Le ma-*

La longue lance d'arrosage verticale en vert devant la station de traitement des eaux fait partie du réseau d'arrosage sprinkler qui permet de lutter contre l'envol des poussières.

© Cyrille Maury

© Cyrille Maury

© Cyrille Maury

Le bassin de lagunage actif constitue la première étape de traitement des sédiments entrants sur le CPEM. Voir ci-dessus à droite : le plateau de déversement de sédiments dans la lagune de traitement et le bassin de lagunage actif avec, bien visible, une éclusette de gestion des eaux.

tériau peut ainsi être géré en sous-lots en fonction de sa qualité chimique ». La phase de décantation (un à deux mois) permet de réguler la teneur en matières en suspension (MES) contenue dans les eaux issues de la décantation ; ce qui se traduit par une baisse successive des seuils de déversement des éclusettes au fur et à mesure de la clarification des eaux retenues. « *Durant la phase de consolidation – qui peut durer plusieurs mois, les eaux libres issues des sédiments sont évacuées et la déshydratation naturelle se produit en même temps que la dégradation des matières organiques, jusqu'à un développement profond des fentes de dessiccation (crevasses pouvant atteindre 70 cm)*, poursuit-elle. *Enfin, la déshydratation forcée consiste en la formation d'andains que l'on retourne régulièrement au moyen d'une pelle afin d'augmenter le taux de déshydratation et de dégradation de la matière organique. Cette dernière étape du lagunage actif peut être supprimée si les matériaux sont destinés à être traités ensuite dans l'unité de traitement physico-chimique* ». La teneur en matière sèche des sédiments mesurée à la fin de ce traitement biologique – qui peut se faire aussi en dehors de la lagune - varie entre 65 et 75 %. Ces matériaux sont désormais pelletables.

Le traitement physico-chimique

Installée en 2018, cette unité se compose de quatre modules permettant de décontaminer un matériau sédimentaire (après lagunage actif) ou terreux, en fonction de ses caractéristiques intrinsèques et des possibilités de valorisation potentielles identifiées. « *Ce traitement repose sur une séparation par étapes, du plus grossier au plus fin, pour valoriser au maximum le squelette granulaire minéral des matériaux*, précise Lilian Rahyr. *Autrement dit, on va chercher le gravier ou le sable en les séparant des particules fines sur lesquelles s'adsorbent les polluants, tandis que certains polluants partent avec les eaux de procédés pour être traités dans la station de traitement des eaux* ».

Concrètement, les matériaux sont introduits dans le premier module au travers d'une trémie d'entrée de 20 tonnes qui distribue le matériau sur un tapis d'alimentation à vitesse variable permettant de réguler la cadence d'alimentation de l'unité. Un tapis aimanté extrait dans un premier temps les éléments métalliques. Puis une bande transporteuse porte les matériaux au point haut du module. Les matériaux tombent alors dans un laveur à palles (*logwasher*), qui permet de séparer par flottation (et donc par voie humide) la fraction grossière des matières organiques présentes dans les matériaux (premier lot de matière organique concentrée). Le sable, les graviers et les fines récupérés sont alors envoyés dans un crible à cailloux. Ce premier module permet ainsi de valoriser un premier lot de matériaux d'une granulométrie de 4 à 50 mm.

La "pulpe résultante" (contenant sables et fines) poursuit son cours dans la ligne de traitement et rejoint le deuxième module composé d'une série de six hydrocyclones, d'un séparateur par lavage à contre flux et d'une table de ressuyage vibrante. « *Ce module agit comme une barrière de dépollution par le double effet de la classification et du lavage* », explique Daphné Glaser. Il en ressort un deuxième lot de matériaux valorisables correspondant à la fraction granulométrique inférieure à 4 mm. « *Ces sables sont directement repris en stockage avant d'être proposés à la valorisation* », précise Lilian Rahyr.

La "pulpe" qui résulte de ce deuxième module est envoyée vers le 3e module, constitué de deux cribles à tambour qui permettent d'isoler un deuxième lot de matière organique. L'eau concentrée rejoint quant à elle le décanteur épaississant du quatrième module. « *L'épaississeur a pour fonction générale d'augmenter la densité d'une boue, en séparant les particules fines de l'eau par décantation et floculation et injection de polymère* », précise Daphné Glaser. La nature et la quantité de polymère injecté à cette étape dépendent des caractéristiques physico-chimiques des fines à traiter et reposent sur des tests de dosages réalisés au préalable au sein du laboratoire interne du site.

Les boues épaissies rejoignent enfin deux silos alimentant deux séries de filtres-presses à plateaux. « *Il en*

© Envisan France

Du 2e module du traitement physico-chimique sort un sable valorisable (0/4 mm), tandis que des presses du 4e module (en arrière-plan) sortent des "gâteaux" de filtration de fines d'une granulométrie inférieure à 40 µm.

Carte de visite

CPEM d'Envisan à La Seyne-sur-Mer

Création : 2015 ;
Surface totale : 3,5 ha ;
Zone de Lagunage actif : 12 000 m² ;
Traitement et stockage temporaire : 9 000 m² ;
Capacité de traitement : ≤ 240 000 t/an ;
Quantités de déchets non dangereux à traiter sur site : ≤ 22 000 t ;
Quantités de déchets inertes à traiter sur site : ≤ 18 500 t ;
Collaborateurs : 8,5 équivalents temps pleins ;
Montant de garantie bancaire de l'ICPE : 2,9 M€ ;
Exploitant : Envisan France (Jan De Nul Group) ;
C.A. Envisan France 2021 : 34,33 M€.

© Cyrille Maury

© Cyrille Maury

4e module du traitement physico-chimique : décanteur épaississant (*Paste Thickener*) et double silo de stockage d'alimentation des filtres-presses d'où sortent un matériau minéral d'une granulométrie ≤ 40 µm.

résulte un troisième lot de matériaux correspondant à la fraction inférieure à 40 µm, précise Lilian Rahyr. *En sortie, ce lot résiduel sera envoyé en installation de stockage définitif de déchets voire, si sa qualité chimique le permet, il sera valorisé en réaménagement de carrières dans le meilleur des cas* ».

Le CPEM étant limité dans son autorisation d'usage du réseau d'eau potable (à 30 000 m^3/an), les eaux de procédé issues du module n°3 sont recyclées pour la gestion des poussières et envols sur le site (réseau sprinkler) et pour réalimenter l'unité de traitement physico-chimique au niveau du module n°1.

La traçabilité des lots sortants

En fonction de la nature et de la concentration initiale de la pollution des matériaux entrants sur site, l'unité de traitement physico-chimique permet aujourd'hui au CPEM de proposer des produits à la valorisation au bout de 15 jours à 2 mois de prise en charge. « *Pour arriver à ces vitesses de traitement, il est important que le CPEM puisse identifier la nature du matériau le plus en amont possible afin de cibler le faisceau de potentiels de valorisation du matériau et de définir le traitement à appliquer. Le travail étroit et en amont avec le maître d'ouvrage (ou son bureau d'études) et avec les entreprises chargées de la dépollution ou du terrassement est primordial pour pouvoir atteindre ces rendements*, précise Lilian Rahyr. *Cette prise en compte est clairement l'élément clé de la performance économique et du développement de matériaux secondaires. C'est ce qui inscrit le CPEM comme pierre angulaire de l'économie circulaire des chantiers de nos clients et partenaires. Nous réalisons du sur mesure !* »

Pour chaque lot valorisable sortant, le CPEM définit si les matériaux peuvent bénéficier d'une sortie de statut de déchet (SSD) implicite ou si au contraire, par simplification administrative, ils conservent leur statut de déchet. « *Cette décision est prise en fonction du ratio coût/avantage de la procédure SSD* », précise Lilian Rahyr. Lorsque les matériaux sont destinés à être valorisés sous le statut de déchet, une FID de sortie produite par le CPEM les accompagne, identifiant *a minima* leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs limitations d'usage. Les guides d'acceptabilités environnementales du Sétra (service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements) et du Cerema servent ici de référence pour, par exemple, définir :

- un usage dans un ouvrage réputé "revêtu" : remblai en tranchée revêtue ou en assise de parking ;
- un usage dans un ouvrage réputé "recouvert" : remblai sous plateforme végétalisée, merlon paysager ou remblai de tranchée de voirie et réseaux divers (VRD).

« *Si par contre le matériau traité ne trouve pas de filière de valorisation, il est envoyé en centre de stockage de déchets inertes. C'est très rare !* », souligne Lilian Rahyr. Quoiqu'il en soit, avec sa séniorité dans la gestion de la traçabilité, le CPEM est fin prêt pour la mise en place au 1er janvier 2023 du registre national des déchets, terres excavées et des sédiments (RNDTS).

Cyrille Maury et Camille Saïsset/R&V

1. Nouveaux standards depuis la publication au journal officiel de l'Union européenne le 17 août 2018 du BREF WT (waste treatment) révisé.
2. La région Provence Alpes Côte-d'Azur en priorité, puis les régions Occitanie, Nouvelle-Aquitaine et Auvergne-Rhône-Alpes, et l'étranger (en conformité avec la réglementation sur les transferts frontaliers de déchets), *i.e.* les Principautés de Monaco et d'Andorre, Espagne, Italie, Malte, Tunisie, Algérie, Maroc et Gibraltar.
3. Extrait de la Directive Cadre relative aux déchets (paragraphe 4 de l'article 7 transposé en droit français par l'Article L541-72 du Code de l'environnement) : Le déclassement de déchets dangereux en déchets non dangereux ne peut pas se faire par dilution ou mélange en vue d'une diminution des concentrations initiales en substances dangereuses sous les seuils définissant le caractère dangereux.
4. Précisément l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2017 et dans les installations de stockage de déchets inertes (...). Et l'arrêté du 30 juin 2020 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux (...).
5. Groupe de composés organiques volatiles (COV) comprenant notamment le benzène, toluène, éthylbenzène et les xylènes.
6. Solution liquide (émergée d'une colonne d'échangeurs d'ions) contenant les composés chimiques adsorbés avec un solvant.