



NÉOLITHE

Rapport d'engagements *de performances*

→ **MAI 2025**

1/3 Process industriel et qualité produit





Néolithe a développé un procédé de transformation des déchets valorisés sous forme de granulats réemployables dans le secteur de la construction. Nous avons donné le nom de Fossilisation Accélérée® à notre innovation industrielle, pour vulgariser le processus, inspirés par le phénomène d'apparition de la pierre de tuffeau, très répandue en Anjou, issue des « déchets du crétaé ».

Nous avons donné à nos granulats, nouveau matériau de construction, le nom d'Anthropocite® en écho à notre ère géologique actuelle, l'anthropocène.

Concrètement, Néolithe récupère et valorise des refus de tri de déchets non dangereux et non inertes, issus de centres de tri, communément appelés « déchets ultimes », dont les seuls exutoires actuels sont l'enfouissement ou l'incinération.

Néolithe s'est en effet donnée pour mission de neutraliser l'empreinte carbone de la filière de traitement de déchets par la multiplication de nos solutions industrielles, au sein des territoires, tout en maîtrisant notre impact environnemental. Son activité s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire, pour proposer une solution concrète, pragmatique et utile.

Ce rapport d'engagements est une invitation à découvrir notre démarche, nos engagements et les résultats de nos travaux autour de notre procédé et de notre matériau, l'Anthropocite®, dans un esprit de responsabilité, de transparence et d'ouverture. Cette première édition, à date, ne prétend ni à l'exhaustivité – certaines informations relevant du secret industriel –, ni au caractère définitif.

De prochains Rapports sur d'autres thématiques lui feront suite.

Bonne lecture,

Nicolas Cruaud, Président.

Sommaire

Contexte.....	4
PREMIERE PARTIE / PROCESS ET GRANULATS	
1. Process industriel : généralités.....	5
2. Les déchets.....	6
3. Granulats.....	10
3.1. Conditions d'usage.....	11
3.2. Conditions de marché.....	12
3.3. Caractéristiques techniques et mécaniques.....	16
SECONDE PARTIE / QUALITE DES GRANULATS	
1. Démarche de conformité et d'innocuité du granulat Anthropocite®.....	18
2. Méthodologie et process.....	19
2.1. Contrôle permanent : garantir la conformité à chaque étape.....	19
2.2. Contrôle périodique : une veille renforcée sur la qualité.....	23
2.3. Recyclabilité du béton Anthropocite® en fin de vie.....	23
3. Matières surveillées et contrôlées.....	24
3.1. Amiante.....	24
3.2. POP et PFAS.....	27
3.3. HP.....	27
4. Conformité à REACH.....	29
En synthèse.....	31



Contexte

Chaque année, l'ADEME publie les « chiffres clés » du secteur des déchets. Selon l'édition 2023, la France a généré 310 millions de tonnes de déchets en 2020, un volume globalement stable.

Parmi eux, les déchets « Non Inertes et Non Dangereux » (DNIND) issus des activités économiques représentent :



Ce flux, composé principalement de bois, plâtre, carton, plastique, matériaux d'isolation et minéraux, constitue la matière première de notre procédé. En intégrant à ce flux l'ordure ménagère résiduelle, c'est chaque année, en France, près de 17 millions de tonnes de déchets qui sont enfouies, et presque autant incinérées, contribuant pour près de 4% aux émissions de CO₂ françaises, sur le fondement des chiffres du Haut Conseil pour le Climat (HCC)¹.

Évolution de la production de déchets en France (Mt)



Source : Eurostat, Déchets générés par catégorie de déchets, dangerosité et activité de la NACE Rév. 2 [env_wasgen]

À noter

Bien que la trajectoire du volume de déchets enfouis en France soit à la baisse, des efforts doivent encore être menés pour atteindre les objectifs fixés par la LTECV (Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte) et la loi AGEC (Loi anti-gaspillage pour une économie circulaire).

Figure 1 : Evolution de la production de déchets en France



Néolithe a créé une nouvelle voie de traitement des déchets non dangereux - non inertes, permettant de valoriser des refus de tri jusqu'ici voués à l'élimination. Le procédé proposé par Néolithe vise à accompagner l'évolution de la filière du traitement de déchets, aujourd'hui émissive en gaz à effet de serre, en une filière circulaire et de stockage de carbone.

Le procédé de transformation des déchets en matériaux de construction appelé Fossilisation Accélérée® repose sur l'action d'un liant minéral et permet par ailleurs un stockage durable du carbone biogène contenu dans le déchet (bois, papier, carton), s'inscrivant dans le cadre de la RE2020² (réglementation environnementale des nouvelles constructions de bâtiments).

¹ Cette publication affiche les grandes tendances et les grandes masses qui composent le marché du déchet français. Elle présente cependant quelques faiblesses, comme des données issues de sources ou périodes différentes, pouvant rendre les opérations de consolidation ou de croisement de la donnée difficiles.

² <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/reglementation-environnementale-re2020>

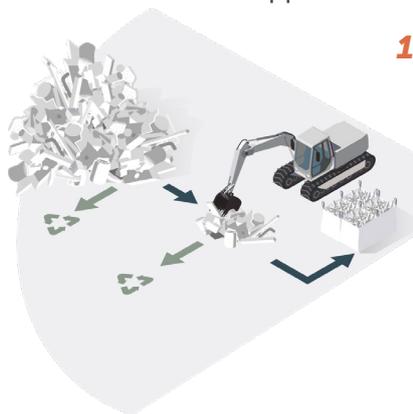


Partie 1

Process & granulat

1. Process industriel : généralités

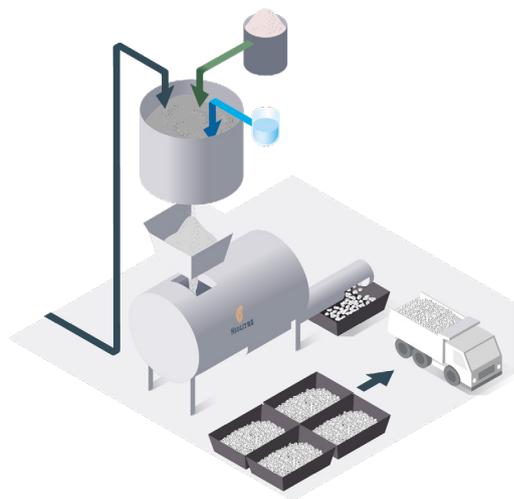
Techniquement, le procédé développé par Néolithe repose sur cinq actions principales, synthétisées de manière non exhaustive ci-dessous. L'ensemble des actions a lieu au sein d'une même usine appelée le Fossilisateur® :



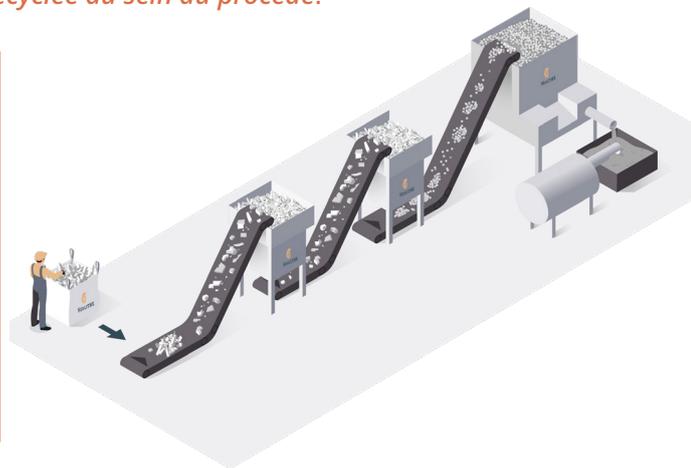
- 1** L'accueil du déchet non inerte et non dangereux, provenant d'un centre de tri, qui donne lieu à un premier contrôle lors duquel le déchet ne répondant pas au cahier des charges de Néolithe est refusé.

Cet accueil donne lieu à un surtri, d'abord manuel puis mécanique, visant à valoriser certaines matières (métaux, plastiques) qui permet d'augmenter la part recyclée au sein du procédé.

La réduction du déchet en une poudre, appelée « Fossilisat » : cette étape permet d'homogénéiser et d'augmenter la surface réactive du déchet.



2



3

La liaison par réaction physico-chimique du « Fossilisat » avec le liant, développé par Néolithe et protégé par le secret industriel, donne lieu à une « pâte ».

4

La pâte à froid est mise en forme, par un procédé d'extrusion, à la taille et forme souhaitées, afin de répondre précisément aux besoins des utilisateurs. Cette mise en forme est suivie d'une période de maturation qui permet au granulat d'acquies une résistance propre à son utilisation.

- 5** Une phase de stockage, durant laquelle le granulat gagne ses propriétés mécaniques définitives, ponctue le process.



Séquestration du carbone

Le procédé développé par Néolithe permet de stocker la part biogénique du carbone contenue dans le déchet, le papier, bois, carton, certains isolants. En enfouissement ou en incinération, ces matières sont relarguées sous forme de méthane ou de CO₂. Le recours à la Fossilisation Accélérée® empêche donc la réémission de ce carbone, emprisonné dans le granulat.



2. Les déchets

Le Déchet Non Inerte et Non Dangereux (DNIND) se caractérise par :

- **Son caractère « Non Dangereux »** : ce sont des déchets qui ne présentent aucune des 15 propriétés de danger définies au niveau européen³. Dans le cas de Néolithe, il s'agit de déchets en mélange, issus d'activités économiques dans lequel on trouve du bois, du papier, du métal, du plastique, du carton, de l'isolant...
- **Son caractère « Non Inerte »** : ce sont des déchets qui, contrairement aux déchets inertes, subissent des modifications physiques, chimiques ou biologiques, qui peuvent se décomposer, brûler. Ce sont également des déchets qui peuvent produire une réaction physique ou chimique, qui sont biodégradables et peuvent détériorer les matières avec lesquelles ils entrent en contact⁴.

À noter

Les déchets qui sont traités sont des Déchets d'Activités Économiques (DAE) ainsi que des déchets encombrants. Ces derniers intègrent un flux de matières assez large, notamment les déchets de la construction et de la déconstruction. Par conséquent, les déchets issus des ménages (Ordures Ménagères Résiduelles) ne sont pas concernés. Les déchets dangereux ne sont pas admis sur notre usine.



Figure 2 : Photo d'un gisement de Déchets Non Inertes et Non Dangereux (DNIND)

Afin d'assurer la cohérence, la qualité et la répliquabilité du procédé sur un flux naturellement variable, Néolithe a mis en place une campagne systématique de caractérisation du flux des prospects. Cette campagne a permis de fixer une composition moyenne du déchet entrant acceptable, afin de satisfaire aux enjeux de qualité et de répliquabilité.

→ Composition du DNIND destiné aux installations de stockage ou de valorisation énergétique

Contrairement à l'ordure ménagère, il n'existe pas de campagne permettant d'apprécier de façon précise et récurrente la composition des DAE envoyés en stockage ou en incinération.

Pour pallier ce manque, et dans le cadre du développement de son procédé, Néolithe a mis en place des processus de caractérisation permettant d'obtenir un descriptif détaillé du flux reçu de ses clients, partenaires et prospects.

Une méthode interne (baptisée Expertriz), proche de la méthode MODECOM utilisée par l'ADEME pour analyser la composition des Ordures Ménagères, a été conçue par Néolithe afin de caractériser la composition des DAE (Déchets d'Activités Économiques) enfouis.

³ D'après « Propriétés qui rendent les déchets dangereux » de la directive européenne n°2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets, telle que modifiée par les règlements européens n° 1357/2014 et n°2017/997 : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20240218>

⁴ Différentes catégories de déchets | Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/differentes-categorie-dechets>



↳ Protocole d'étude

Le protocole de caractérisation mis en place par Néolithe est le suivant (synthèse) :

Étapes	Intervenants	Actions
 Préparer	<ul style="list-style-type: none"> › Responsable de la plateforme de caractérisation › Direction › HSE 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Préparer la méthodologie relative à la caractérisation. 2. Prévoir les EPI et EPC nécessaires à la manipulation. 3. S'assurer de la sécurité des opérateurs (HSE).
 Faire	<ul style="list-style-type: none"> › Apporteur de déchets › Opérateurs de la plateforme de caractérisation 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Recevoir, stocker et préparer la caractérisation. 5. Ecarter les éléments trop grossiers et non-conformes ou indésirables. 6. Caractérisation des classes granulométriques, saisie d'information (numérique). 7. Caractérisation matérielle manuelle par classe granulométrique pour les granulométries supérieures à 30mm, saisie d'information (numérique). 8. Echantillonnage, broyage de la fraction inférieure à 30mm et caractérisation à l'aide d'analyses physico-chimiques, saisie d'information (numérique). 9. Nettoyage du site, mise en sécurité.
 Vérifier	<ul style="list-style-type: none"> › Responsable de la plateforme de caractérisation › Pôle Qualité 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Contrôle du site, EPI / EPC opérateurs. 11. Contrôle des données. 12. Agrégation et partage des données.
 Améliorer	<ul style="list-style-type: none"> › Responsable de la plateforme de caractérisation › Direction 	<ol style="list-style-type: none"> 13. Partage du retour d'expérience. 14. Modification au besoin du protocole.

Figure 3 : Tableau synthèse du protocole de caractérisation

↳ Certificat d'acceptation préalable du DNIND entrant dans le procédé de Fossilisation Accélérée®

Néolithe a défini un cahier des charges pour la Fossilisation Accélérée®, basé sur l'étude de caractérisation des déchets, afin de préciser les types de matériaux acceptés dans le flux. **Cette démarche permet d'écarter les apports de matériaux monomatière bruts et de limiter le risque de recevoir des déchets non triés ou dangereux.**

Le certificat d'acceptation préalable, intégré au contrat avec le client, engage ce dernier à fournir uniquement des déchets respectant les limites fixées et compatibles avec le procédé de Fossilisation Accélérée®.



Néolithe inscrit ainsi dans ses contrats la nature des déchets strictement refusés, parmi lesquels :

- **Les déchets considérés dangereux au sens de l'article R541-8 du Code de l'Environnement**, c'est-à-dire tout déchet présentant une ou plusieurs propriétés de dangers énumérées dans le cadre de la directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets (ils sont signalés par un astérisque dans la liste des déchets mentionnée à l'article R. 541-7).
- **Les déchets contaminés par des substances figurant au règlement (UE) 2019/1021 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019** concernant les polluants organiques persistants.

Ces textes encadrent notamment (et de façon non exhaustive), les matières ou déchets :

➤ **Amiantés :**

- Produits manufacturés « amiante-ciment »,
- Produits manufacturés « amiante noyée dans une résine ou une matière classique »,
- Déchets de matériels et d'équipements (EPI, filtres, EPC...),
- Amiante libre (de matériaux, de matériels et d'équipements, nettoyage...).

➤ **Autres déchets dangereux**

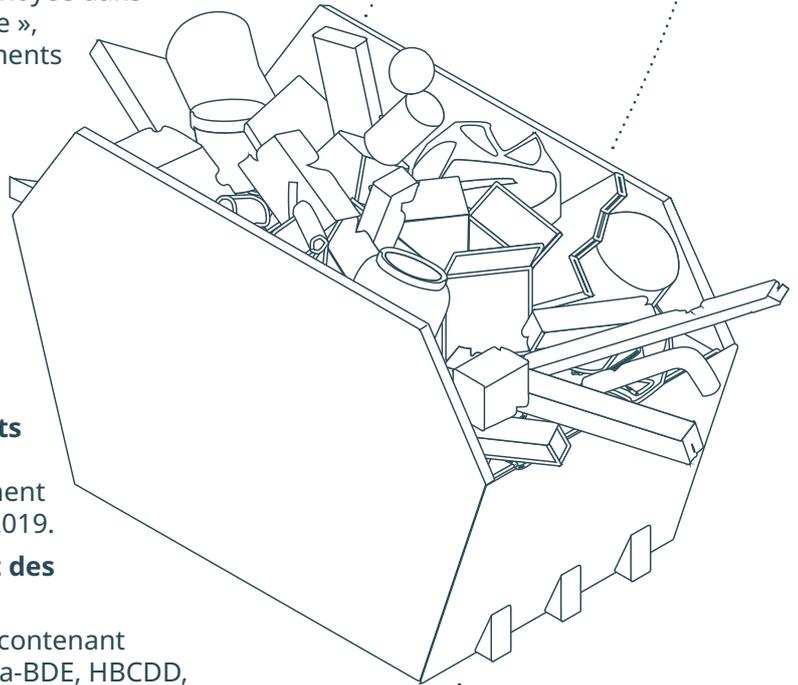
identifiables avec les pictogrammes réglementaires concernant les produits dangereux (explosif, comburant, toxique, corrosif...).

➤ **Polluants organiques persistants**

(substances POP) en respect du règlement UE 2019/1021 du Parlement Européen et du Conseil du 20 juin 2019.

➤ **Déchets contenant du plomb et des Polychlorobiphényles (PCB).**

➤ **Plastiques ignifugés** (dont ceux contenant du PBDE, penta-BDE, octa-BDE, deca-BDE, HBCDD, TBBPA, PBB...) et substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS).



Ainsi que les :

➤ **Déchets radioactifs.**

➤ **OMR**, déchets issus de la collecte sélective ou déchet organique susceptible de générer des odeurs.

➤ **Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux (DASRI).**

➤ **Tout autre flux de déchets dangereux.**

En synthèse, les déchets acceptés pour être intégrés dans le procédé de Néolithe sont uniquement des refus de tri en mélange de déchets non dangereux, ayant d'ores et déjà transités par une installation de tri de déchets non inertes et non dangereux. Comme indiqué dans le certificat d'acceptation préalable, Néolithe ne s'engage à prendre livraison du flux de déchets du client que si ces conditions sont respectées.



IDENTIFICATION DU DÉCHET ACCEPTÉ À L'ISSUE DE LA CARACTÉRISATION

DAE	Code (CED): 19 <input type="text"/>	Granulométrie validée (en mm)	<input type="text"/>
DIB	Code (CED): 12 <input type="text"/>	Processus de production du déchet :	<input type="text"/>
Encombrant	Code (CED): 12 <input type="text"/>	Mode de préparation effectué :	<input type="radio"/> Grappin <input type="radio"/> Chaîne de tri <input type="radio"/> Aéraulique <input type="radio"/> Broyeur
Refus CSR	Code (CED): 12 <input type="text"/>		
Autre	Code (CED): <input type="text"/>	<input type="radio"/> Autres	<input type="radio"/> Crible

Typologie de déchets acceptée	Pourcentages %	Typologie de déchets acceptée	Pourcentages %
<input type="radio"/> Bois	<input type="text"/> %	<input type="radio"/> Plastiques rigides (PVC, PS, PP, PE)	<input type="text"/> %
<input type="radio"/> Métaux ferreux	<input type="text"/> %	<input type="radio"/> Inertes (Cailloux, briques, tuiles, parpaings, sables, bétons...)	<input type="text"/> %
<input type="radio"/> Métaux non ferreux	<input type="text"/> %	<input type="radio"/> Laines de verres ou roches	<input type="text"/> %
<input type="radio"/> Cartons	<input type="text"/> %	<input type="radio"/> Plâtre (cf. Cahier des charges)	<input type="text"/> %
<input type="radio"/> Papiers	<input type="text"/> %		
<input type="radio"/> Plastiques souples (PE)	<input type="text"/> %		

QUANTITÉ, CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT

Tonnage prévisionnel :

Conditionnement : Vrac semi-remorque FMA Autres

Collecte des déchets par Néolithé : Oui Non, apport à la charge du client

ENGAGEMENTS DU CLIENT

Le Client certifie avoir connaissance des dispositions du Titre IV du Code de l'Environnement et certifie l'exactitude des informations fournies dans le présent document. Le Client s'engage à exclure de son Flux de Déchets tout Déchets Exclus avant livraison (cf annexe : Liste des Déchets Exclus).

Le Client s'engage à porter à la connaissance de NEOLITHE tout changement qui interviendrait dans son Flux de Déchets qui modifieraient les déclarations opérées dans la présente FIP.

Le Client est informé et reconnaît que NEOLITHE pourra procéder à des contrôles, tests et analyses des Déchets Client si elle l'estime nécessaire au cours du Contrat. NEOLITHE se réserve par ailleurs, le droit de refuser au cours du Contrat, toute livraison de Déchets Client ne respectant pas les déclarations de la présente FIP et son annexe.

Cachet et signature :

Date et lieu :

Nom et fonction du responsable :

Figure 4 : Extrait du certificat d'acceptation préalable

Ce document trouve sa place dans la continuité du contexte réglementaire industriel auquel les unités de traitement de déchets non dangereux sont soumises, et notamment la réglementation ICPE prévue par les arrêtés ministériels du 6 juin 2018⁵, du 23 novembre 2011 et du 22 décembre 2023⁶ - relatifs aux installations ICPE codifiées 27* - qui précisent que « seuls pourront être acceptés dans l'installation les déchets non dangereux, aucun déchet dangereux ne devra être accepté sur l'installation ».

⁵ Arrêté du 06/06/18 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2711 (déchets d'équipements électriques et électroniques), 2713 (métaux ou déchets de métaux non dangereux, alliage de métaux ou déchets d'alliage de métaux non dangereux), 2714 (déchets non dangereux de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois) ou 2716 (déchets non dangereux non inertes) de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement | AIDA : <https://aida.ineris.fr/reglementation/arrrete-060618-relatif-prescriptions-generales-applicables-installations-transit-1>

⁶ 2791. Installation de traitement de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations classées au titre des rubriques 2515, 2711, 2713, 2714, 2716, 2720, 2760, 2771, 2780, 2781, 2782, 2783, 2794, 2795 ou 2971 | AIDA : <https://aida.ineris.fr/reglementation/2791-installation-traitement-dechets-non-dangereux-a-lexclusion-installations>



Conformément à la réglementation et au contrat en vigueur, il est attendu que les clients aient déjà vérifié et écarté les déchets dangereux sur leurs propres sites avant l'envoi vers Néolithe. **Pour s'en assurer, Néolithe organise des visites des sites clients amont lors de la phase de contractualisation. Ces visites visent à assurer, grâce à une grille d'évaluation établie en interne, que le procédé de tri mis en place garantisse une qualité du déchet envoyé et soit compatible avec la solution de Fossilisation Accélérée®.**

En application du principe de prévention au moment de la réception des flux, Néolithe procède à une vérification des déchets non dangereux entrants, par un contrôle visuel réalisé par un opérateur ainsi que par un protocole de tests, conformément aux dispositions prévues par les rubriques ICPE applicables au site de production de granulats.

En cas de présence accidentelle de déchets dangereux mélangés à des déchets non dangereux⁷, le ou les éléments concernés, ou le chargement, est isolé et évacué, et le client averti, afin que le flux de déchet concerné soit orienté vers une filière de traitement appropriée. Enfin, si toutefois un déchet parvenait à passer outre cette étape de contrôle, une nouvelle étape, lors du tri manuel des déchets, peut permettre d'isoler d'éventuels déchets non conformes.

Enfin, les contrôles permanents et périodiques sur la qualité du granulat permettent également de s'assurer que la mise sur le marché de ces derniers se fait conformément aux normes et seuils applicables aux produits (voir Partie 2 du présent rapport).



⁷ Lorsqu'il relève d'un aléa d'exploitation, ce cas de figure est pris en compte par une circulaire du ministère de l'Environnement : DGPR, Note d'explication de la nomenclature ICPE des installations de gestion et de traitement de déchets, version du 27 avril 2022, p.24 du présent Rapport.



3. Les granulats

3.1. Condition d'usage

À noter

L'usage de granulats « alternatifs » est aujourd'hui plus répandu. Les marchés du béton et des granulats sont d'ores et déjà structurés, voire encadrés au niveau national, comme en témoigne le projet Recybéton. Les granulats recyclés issus de bétons concassés, les mâchefers issus de l'incinération etc. sont depuis de nombreuses années réutilisés en technique routière ou dans des bétons, comme en témoigne l'existence de la norme NF 12620.

Le granulat Anthropicite® a pour objectif de se substituer à une fraction des granulats naturels ou recyclés, entrant dans la composition d'un béton.

Néolithe a démontré la valorisation spécifique de ses granulats par l'intermédiaire d'une Étude Technique des Propriétés des Matériaux (ETPM) réalisée par le CSTB (réf. 21/0073-B du 26.07.2023, deuxième mise à jour). Ce document public confirme que le granulat Anthropicite® peut remplacer les granulats naturels dans des bétons non structurels de classe d'exposition X0, selon la norme NF EN 206+A2/CN.

En plus de caractériser le matériau et ses performances sur des échantillons de laboratoire, l'ETPM présente aussi des applications concrètes sur des chantiers réalisés en conditions réelles.

Ci-après figure une liste illustrative des bétons représentant un usage spécifique pour le granulat Anthropicite® :

Types de Ciment	Abréviation
CEM I 52,5 N CE PM CP2 NF	CEM
CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N NF	CEM II/C
CEM II/A-LL 42,5 R CE M PM - CP2 NF	CEM II/A
CEM III/A 42,5 N-LH CE PM-ES NF	CEM III/A
CEM III/B 42,5 N - LH/SR CE PM NF	CEM III/B

Figure 5 : Typologie de ciments relatifs aux béton accessibles

En outre, le béton intégrant dans sa composition le granulat Anthropicite® voit son bilan carbone⁸ être nettement diminué, grâce à l'empreinte carbone négative de ce deuxième. Le taux de stockage carbone sera communiqué dans le prochain Rapport d'engagements de Néolithe dédié à l'Analyse du Cycle de vie (ACV) et à son bilan carbone.

Formulation	Impact env. (Kg CO2e/m ³ béton)	Impact pour la même formulation sans Anthropicite® (kg CO2e/m ³)
BA15IIA250	136,21	190,73
BA10IIA250	152,83	102,98
BA15IIIB250	48,46	
BA10IIIB250	65,08	
H-UKR 15	62,48	
H-UKR 5	98,13	115,42

Figure 6 : Comparatif des impacts carbone par formulation, et selon intégration Anthropicite®

⁸ Les chiffres communiqués se basent sur l'ICV du granulat, réalisée en mars 2023 et répondant à la norme 15804-A1 (valide jusqu'au 31 décembre 2025) par le cabinet de conseil O2M avec la vérification du cabinet Weloop, disponible sur <https://base-inies.fr/consultation/docs-icv>. Une ACV a été réalisée au premier trimestre 2025 par Carbone 4 dont la revue critique et le rapport ISO sont en cours. Leurs résultats seront communiqués dans notre prochain Rapport d'engagement.



Pour élargir les usages du granulat Anthropocite®, Néolithe poursuit ses travaux avec le CSTB, notamment pour valider l'emploi en bétons structuraux via une Appréciation Technique Expérimentale (ATEX) sur des bétons horizontaux, initiée en 2024.

Un partenariat a également été signé avec le CEREMA en octobre 2023⁹ pour établir les bases d'une nouvelle filière de production de granulats obtenus grâce à la Fossilisation Accélérée® des déchets, en réponse à la demande croissante d'assurer la performance et la sécurité environnementale des nouveaux matériaux.

Les études menées avec le CSTB ont permis de démontrer que remplacer jusqu'à 20 % des granulats naturels par de l'Anthropocite® n'altère pas les propriétés mécaniques du béton, ouvrant la voie à de nouveaux usages validés par une ETPM.



Voici à des fins d'illustration, et de façon non exhaustive, des exemples d'ouvrages visés pour des applications utilisant des bétons non normés sans problématique de classe d'exposition ni de durabilité :



- Béton de propreté
- Béton de tranchée
- Béton de pose de bordure de trottoir
- Béton de remplissage non ferrailé
- Gros béton
- Etc.

Cette liste, non limitative, sera amenée à évoluer au fur et à mesure des avancées techniques & réglementaires, matérialisées par de nouveaux ETPM, ou ATEX/ATEc.



3.2. Condition de marché

On estime que chaque année, en France, entre 350M et 400M de tonnes de granulats sont consommées dans les différents ouvrages de génie civil (75 %) ou bâtimentaires (25 %). Ces mêmes granulats peuvent être classés en trois grandes familles :

- Naturels (issus de carrières), qui représentent 95 % des granulats consommés,
- Recyclés (issus de matériaux inertes type béton concassé),
- Artificiels (type mâchefers), qui représentent 3 % des granulats consommés.

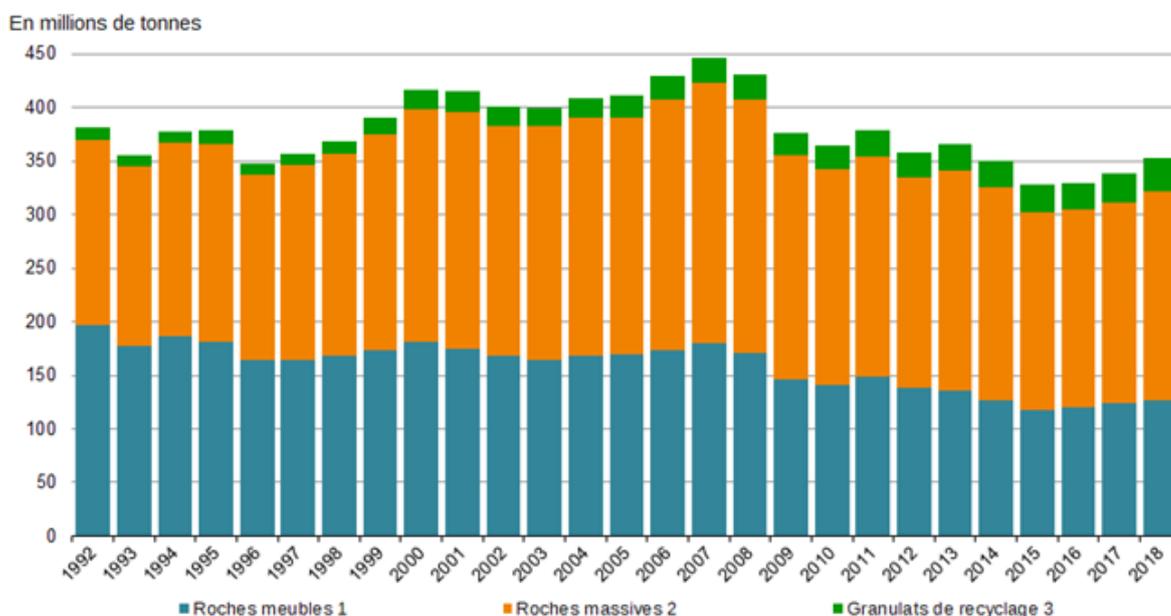


Figure 7 : Composition de marché selon la nature des granulats¹⁰

En outre, les contraintes pesant sur l'extraction des matières brutes se font ressentir. Ainsi, la demande de granulats et les prix pratiqués augmentent. Cette évolution se reflète aussi dans l'augmentation de l'indice des prix des granulats, relevée par l'INSEE, qui a progressé de près de 22 % entre octobre 2017 et septembre 2023.

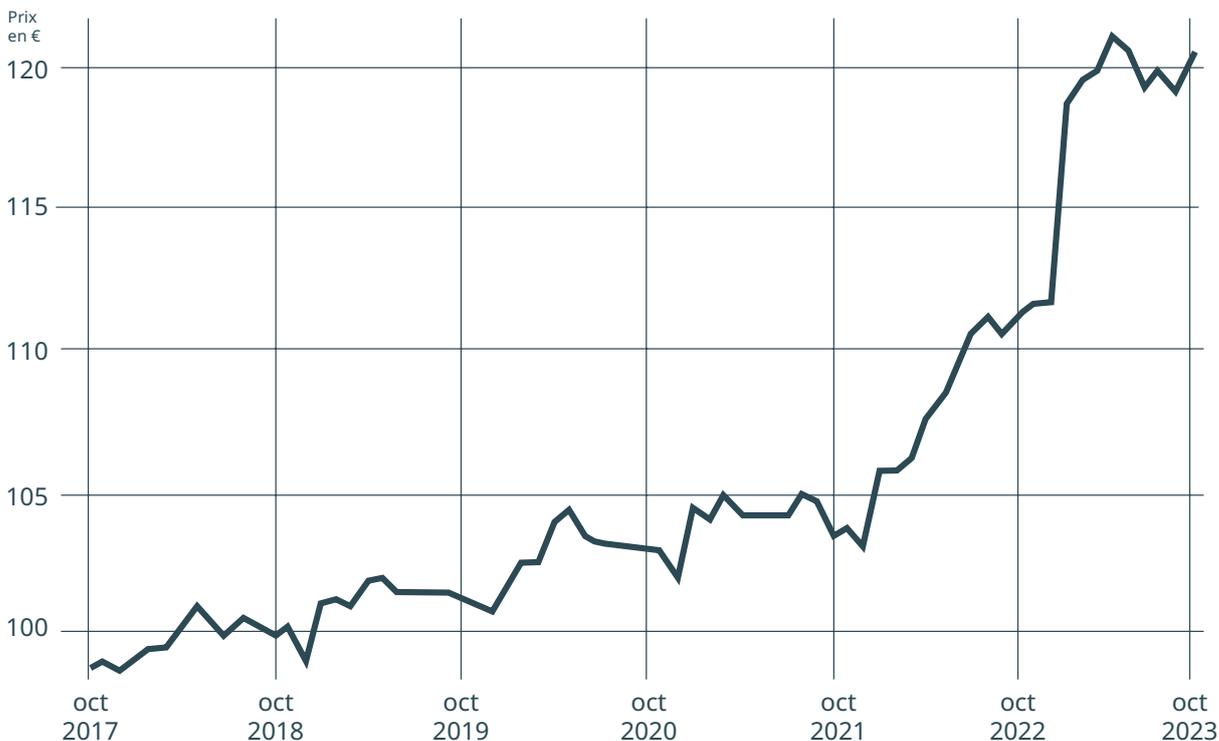


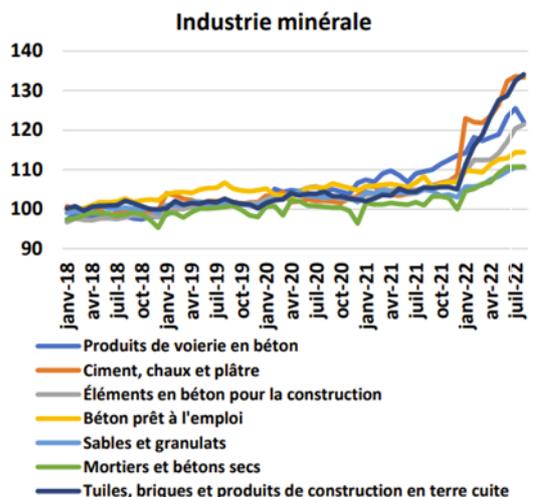
Figure 8 : Evolution de l'indice des prix de la construction¹¹

¹⁰ RCDiGreen_Guide-recycles-dans-les-secteur-de-la-construction.pdf

¹¹ Indice de prix de production de l'industrie française pour le marché français - CPF 08.12 - Sables et granulats - Série arrêtée | Insee



Ce constat est par ailleurs largement partagé par la Fédération Nationale des Travaux Publics, qui, citant la même source, illustre la hausse des prix des matériaux de construction, en lien notamment avec la hausse des coûts de l'énergie, et du pétrole en premier lieu.



À noter

Il est ainsi constaté que la raréfaction des ressources, ainsi que le coût d'extraction des matières brutes, additionnées aux contraintes carbone portées par la RE2020 (future réglementation environnementale des bâtiments neufs) font croître les prix des produits de construction et réorientent les usages vers la consommation de matière première recyclée, ou issue d'autres matériaux.

Figure 9 : Evolution détaillée de l'indice des prix de la construction – INSEE

Plusieurs éléments viennent dessiner les contours du marché du granulat de demain :

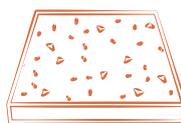
- La pénurie de granulats naturels dans certaines régions, et notamment l'Île-de-France, où 45 % des granulats consommés chaque année sont importés d'autres régions¹² ;
- Le renforcement de critères d'exploitations permettant d'assurer une exploitation durable et une préservation des sols ;
- La volonté croissante des pouvoirs publics et des acteurs de la filière de réduire les émissions de CO₂ globales ;
- La nécessité d'accroître la circularité et le recyclage.

On constate également une demande en hausse de matériaux alternatifs ou recyclés. En pratique, et concernant les granulats recyclés, ce sont environ 50 millions de tonnes qui ont été produites en 2021, soit une augmentation de 25 % par rapport à 2012.

Le taux d'incorporation moyen des granulats recyclés dans les projets de construction en France est estimé à 30 % en 2021. Ce chiffre varie selon les régions et les types d'applications :



➢ **Béton :**
incorporation moyenne de 25 %.

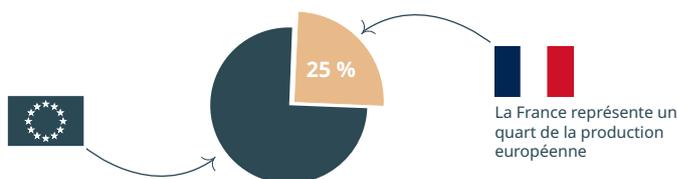


➢ **Enrobés bitumineux :**
incorporation moyenne de 35 %.



➢ **Travaux routiers :**
incorporation moyenne pouvant atteindre 50 %.

Au niveau européen, en 2019, la France se classe deuxième producteur européen de granulats à partir de matériaux recyclés et réutilisés issus du BTP.

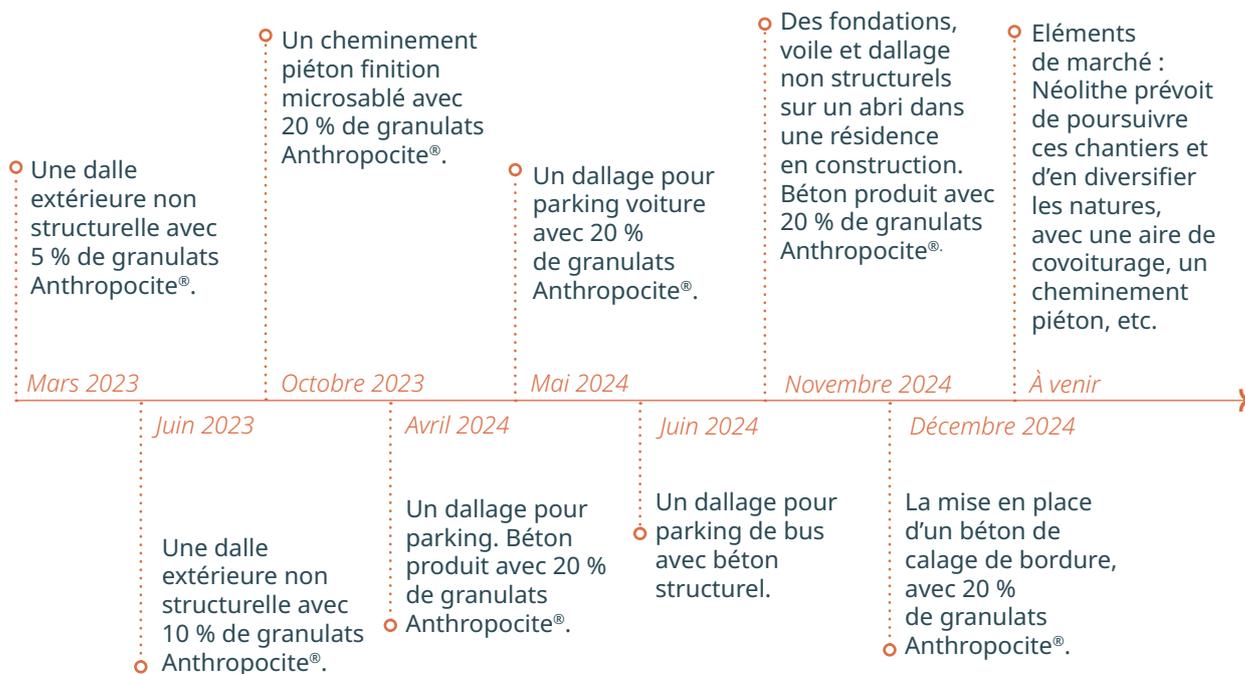


¹² Documentation - Unicem : <https://www.unicem.fr/services-aux-entreprises/documentation/>



Néolithe travaille avec les carriers et les acteurs de la construction qui témoignent d'un réel besoin pour des granulats à l'empreinte carbone réduite.

Ainsi, Néolithe a signé un accord de partenariat avec un grand groupe du BTP pour l'utilisation des granulats Anthropicite® et a réalisé des chantiers tests avec des entreprises partenaires en Anjou et ailleurs en France.



À noter

Néolithe mène des efforts commerciaux pour contractualiser avec les acteurs du BTP dans chacune des régions où l'entreprise prévoit l'implantation d'usines. Les prix des granulats Anthropicite® sont alignés avec les prix de marché pratiqués par les carriers locaux.

Figure 10 : Photo d'un chantier test incluant du granulat Anthropicite®



3.3. Caractéristiques techniques et mécaniques

Le granulat Anthropicite® est destiné à des usages strictement définis, comme précisé plus haut. A cet effet, le granulat doit posséder des propriétés physiques et mécaniques intrinsèques qui ne dégradent pas sa qualité pour les usages auxquels il se destine.

Afin d'assurer que le granulat fournisse au béton qui l'emploie des propriétés mécaniques semblables à un béton « classique », des critères de conformité ont été définis (voir pour partie ci-dessous).

Le respect en production de ces différents seuils est assuré par des prélèvements sur échantillon, selon une méthodologie respectant la norme NF EN 932-1. Au même titre que pour le protocole de contrôle permanent (voir Partie 2), les tests de caractérisation mécanique du granulat sont réalisés de façon quotidienne, par plusieurs prélèvements ponctuels au sein d'une même journée de production. Les prélèvements et tests sont réalisés par Néolithe.

À noter

Avec une exigence de qualité forte, Néolithe s'est très tôt dotée d'un laboratoire d'analyse permettant de tester la matière lors des différentes étapes du process et de s'assurer ainsi de la qualité de ses granulats Anthropicite®. Néolithe se réserve également la possibilité de mandater un tiers externe, afin que celui-ci réalise et/ou supervise lui-même l'échantillonnage avant transfert vers un laboratoire externe. Cette procédure permet de fait d'apporter un critère d'indépendance aux tests réalisés.

Decryptage

Voici, à titre indicatif et non exhaustif, un exemple de tests contribuant à caractériser la qualité du granulat Anthropicite® :

Le score de Los Angeles

L'essai Los Angeles permet de mesurer les résistances combinées aux chocs et à la détérioration progressive par frottement réciproques des éléments d'un granulat. Ce mode opératoire s'applique aux granulats utilisés pour la constitution des chaussées et bétons hydrauliques.

Le test consiste à placer une masse initiale (*minitiale*) de granulats dans un tambour contenant également des boulets d'acier et d'opérer un nombre de tours, à une certaine vitesse de rotation (la norme européenne NF EN 1097-2 précise les différents paramètres de l'essai Los Angeles).

A la fin du cycle de rotation, la matière passe à travers un tamis, dont la taille est elle aussi normée. La matière ne passant pas ce crible (trop grande) est considérée ayant résisté aux chocs et constitue donc la matière ayant résisté à l'essai (*m non broyée*).

Le score de Los Angeles (LA) est obtenu par : $LA = (m(\text{initiale}) - m(\text{non broyée})) / (m(\text{initiale})) * 100$

On observe donc que lorsque *m non broyée* grandit (granulat résistant), la différence entre l'échantillon de base et l'échantillon final se réduit et donc que le score de Los Angeles est petit.

De fait, un petit score de Los Angeles caractérise un matériau résistant aux chocs et à la friction. A titre d'exemple, certains granits possèdent un LA de ~20, tandis que certains calcaires peuvent atteindre un LA de 100 (craie).

La teneur en sulfate soluble dans l'acide

Bien qu'étant des éléments largement présents à l'état naturel, les sulfates peuvent présenter des problématiques lorsque l'on considère les applicatifs dans les bétons et la route.



Plus précisément, les sulfates, lorsqu'ils sont présents en trop grand nombre, peuvent mener à l'apparition d'ettringite, un sel formé de cristaux de sulfate, conduisant à la dégradation structurelle du béton lié à un phénomène d'expansion. **Ce risque est bien connu en cela qu'il n'est pas propre aux granulats Anthropicite®.**

Pour ce faire, un protocole expérimental consiste à mesurer la quantité d'ions sulfates relargués par un matériau, lorsqu'exposé de façon prolongée à l'acide. Ce protocole est issu de la norme NF EN 1744-1 qui décrit les réactifs, appareillages et méthodes d'analyse chimique des granulats naturels ou recyclés, dont l'essai consiste à extraire les ions sulfates solubles dans l'eau, puis à les doser soit par gravimétrie (granulats naturels) soit par spectrophotométrie (granulats recyclés).

La masse volumique réelle

La masse volumique d'une substance, est une grandeur physique qui caractérise la masse de cette substance par unité de volume.

La masse volumique du granulat doit pouvoir être compatible avec celles attendues d'un granulat entrant dans la composition d'un béton non structural.

Élément propre au granulat Anthropicite®, il convient d'assurer une quantité minimale de DNIND (Déchets Non Inertes Non Dangereux) entrant dans la composition de celui-ci.

La classe granulométrique relative au produit fini

Afin de calculer précisément les propriétés mécaniques d'un béton, **les formulateurs composent celui-ci en prenant en compte les différentes tailles de granulats, afin notamment d'assurer une compacité prédéfinie.**

A ce titre, le granulat Anthropicite® doit pouvoir être caractérisé selon ces mêmes grilles de sélection. Les granulats Anthropicite® sont assimilés à la classe granulométrique $d/D = 6.3/10$ mm (norme EN 12620+A1 - Granulats pour béton). La méthode de fabrication des granulats donnant lieu à une forme physique proche des pellets. Néolithe a développé une variante de l'essai de granulométrie standard en mesurant la longueur de ces éléments. Il est attendu qu'un lot de granulat respecte un certain nombre d'exigences.

En cas de développement de nouvelles classes granulométriques, les exigences de conformité associées continueront à s'inspirer de celles prévues par la norme EN 12620+A1 - Granulats pour béton.

En synthèse, Néolithe assure donc à ses clients une qualité suivie de ses granulats, permettant de garantir la résistance mécanique des bétons dans lesquels ils s'intègrent.



Partie 2

Qualité environnementale des granulats

1. Démarche de conformité du granulat Anthropocite®

1.1. Référentiel d'étude préalable

Néolithe a mis en place, en lien avec les entités compétentes (MTECT, DGPR) un protocole afin de s'assurer que :

- La transformation appliquée aux déchets non dangereux, via la Fossilisation Accélérée®, n'en résulte pas de matériaux dangereux,
- L'intégration de granulats Anthropocite®, jusqu'à 20 % dans un béton - et davantage demain - respecte les seuils réglementaires pour que le béton reste un matériau inerte.

Pour cela, deux grands référentiels sont mobilisés régulièrement :

- La caractérisation du granulat Anthropocite® selon la Directive Cadre Déchets et les règlements européens n°1357/2014 et n°2017/997.
- L'étude de l'admissibilité en fin de vie des bétons, contenant 20 % d'Anthropocite®.



2. Méthodologie et process

2.1. Contrôle Permanent : garantir la conformité à chaque étape

Le contrôle permanent est réalisé de façon quotidienne. Il a pour objectif de suivre la qualité du procédé et de servir de socle pour d'éventuelles mesures correctives.

2.1.1 A la contractualisation, avant réception du déchet

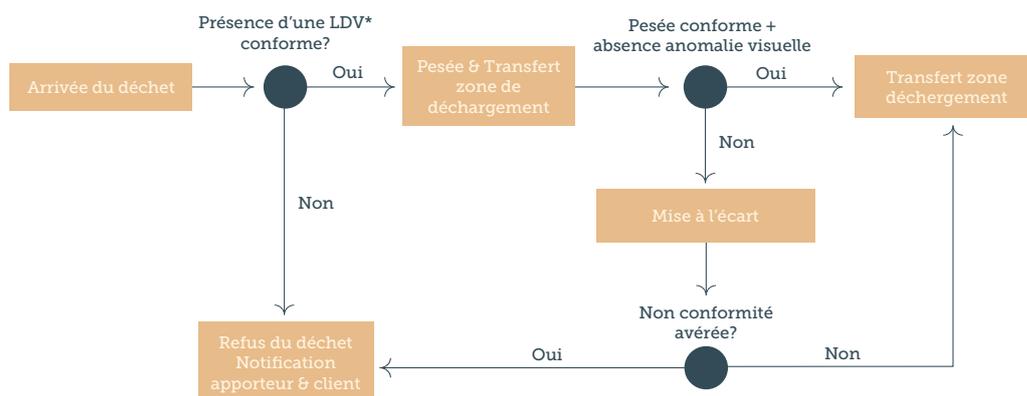
Avant toute contractualisation, les déchets du client sont analysés et un audit du site est mené pour vérifier la compatibilité avec le procédé de Fossilisation Accélérée®, notamment en matière de tri des déchets dangereux et de composition du flux. Un recensement des rubriques ICPE du site est également effectué.

Si les exigences sont respectées, Néolithe délivre un certificat d'acceptation préalable. Puis opérationnellement, en cas de non-conformité, notamment de présence de déchets dangereux, le client est informé et les déchets sont redirigés vers les filières adaptées. Néolithe se réserve le droit de mettre fin au contrat en cas de manquement répétés.

2.1.2. Conformité du déchet entrant

Dès l'arrivée sur site, chaque lot de déchets est contrôlé :

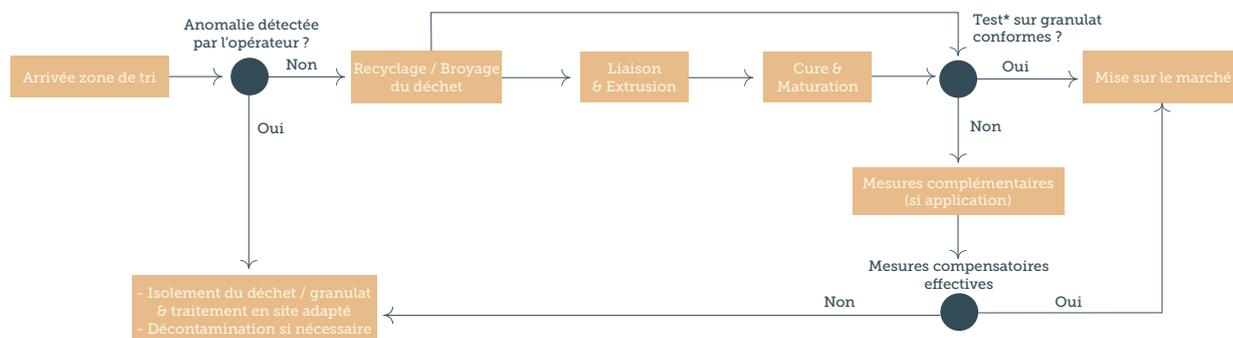
- Vérification documentaire (lettre de voiture, bon de livraison, bordereau de suivi) pour s'assurer de la nature et de l'origine du déchet.
- Inspection visuelle par un opérateur formé, visant à détecter toute matière dangereuse et, le cas échéant, refuser le chargement.



* LDV: Lettre De Voiture

Figure 11 : Schéma du test de cheminement

2.1.3 Contrôle au cours du procédé de Fossilisation Accélérée®



* Tests relatifs au contrôle permanent.

Figure 12 : Schéma du protocole qualité « permanent » dans la gestion des opérations



Après validation, les déchets sont triés, en partie manuellement, pour extraire les matières valorisables (métaux, plastiques) et écarter les indésirables (textile par exemple). Si un déchet dangereux est identifié, il est isolé et orienté vers la filière adaptée, garantissant la sécurité des opérateurs et la qualité du flux.

Le reste des déchets est broyé en une fine poudre que nous nommons « Fossilisat », ensuite mélangée au liant développé par Néolithe. Après réaction et extrusion, le granulat subit une période de maturation.

Chaque jour, un échantillonnage est réalisé sur le « Fossilisat » ou le granulat, selon la norme NF EN 932-1, afin de garantir la représentativité du lot (environ 400 t/jour). Ces prélèvements permettent de réaliser des tests quotidiens de conformité, dont les résultats sont conservés au minimum trois ans.

Les tests incluent notamment :

- **Des analyses de lixiviation** selon la norme NF EN 12457-4 (processus par lequel l'eau dissout et élimine des substances de la matière testée pour analyser ce qui est relargué) **pour évaluer l'impact environnemental** en interne ou dans un laboratoire accrédité COFRAC ISO 17025,
- **Des mesures physiques et mécaniques du granulat** (tests de Los Angeles, masse volumique, granulométrie, sulfates solubles à l'acide), comme évoqué précédemment.

Si un lot ne respecte pas les exigences, il est soit écarté (=non-conformité), soit fait l'objet d'une dérogation encadrée (=écart). Les résultats sont analysés chaque semaine pour garantir une vision homogène de la production (voir logigrammes en page 19).



Décryptage

Les analyses de lixiviation et les tests mécaniques, réalisés chaque jour, sont ensuite interprétés de façon globale grâce à une moyenne hebdomadaire. Cette méthode offre une vision cohérente de la production et permet d'adapter l'analyse aux volumes généralement utilisés sur les chantiers pilotes, soit de quelques dizaines à une centaine de tonnes de granulat Anthropicite®.

Selon les résultats obtenus, plusieurs situations peuvent se présenter :

- ✓ *Si l'ensemble des tests quotidiens, tant sur la lixiviation que sur les propriétés mécaniques, reste en dessous des exigences de conformité, les lots peuvent être mélangés sans restriction.*
- ✓ *Si certains tests révèlent des écarts, mais que la moyenne hebdomadaire demeure conforme, ou si des dépassements ponctuels sont identifiés et caractérisés comme tolérables, une dérogation du directeur de site peut autoriser le mélange des lots, éventuellement avec une limitation d'usage en cas de performances mécaniques insuffisantes.*
- ✗ *Dans le cas où de nombreux écarts sont constatés, rendant impossible l'assurance que la production hebdomadaire respecte toutes les exigences techniques, sanitaires et environnementales, deux options sont envisagées selon les résultats des tests quotidiens : soit seuls certains lots conformes sont libérés et mélangés, soit l'ensemble des lots concernés est écarté.*

Ce protocole garantit la traçabilité et la réversibilité du processus : aucun lot n'est mélangé sans validation préalable de sa conformité.

L'ensemble des résultats est archivé par Néolithe pour une durée minimale de trois ans.

Légende des logigrammes des pages 21 et 22

- Un écart peut être défini comme un dépassement d'un ou plusieurs seuils, mais qui n'est pas de nature à remettre en question la durabilité ou la performance du béton, ni de nature à créer de risques environnementaux ou pour la santé humaine.
- Une non conformité (NF) est un dépassement de seuil de nature à remettre en cause la durabilité ou la performance du béton et/ou de nature à causer un préjudice sanitaire et ou environnemental. Dans ce cas le lot est directement rebuté, et envoyé en filière appropriée pour traitement ou élimination.





Figure 13 : Schéma de synthèse de l'échantillonnage du contrôle « permanent »

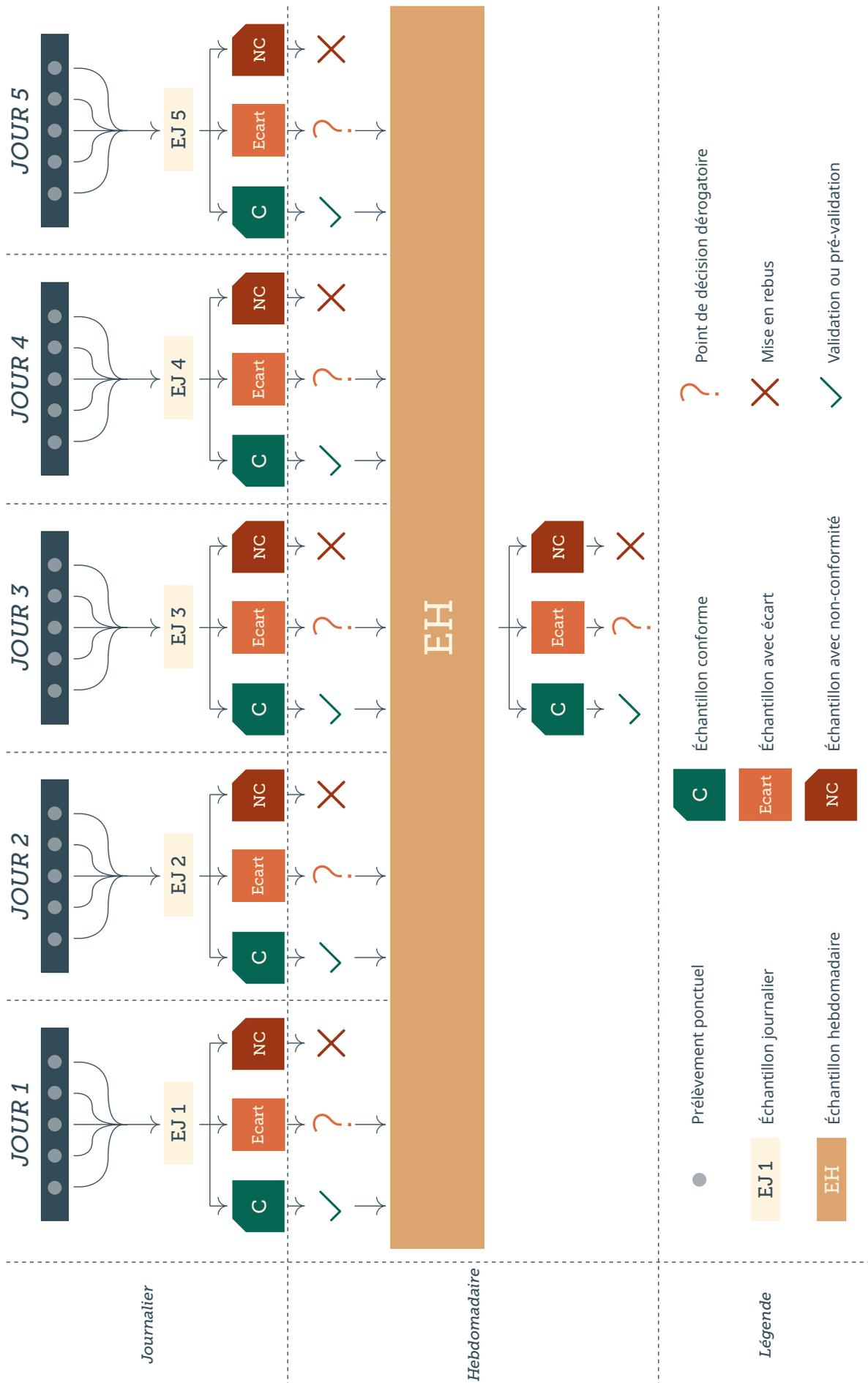
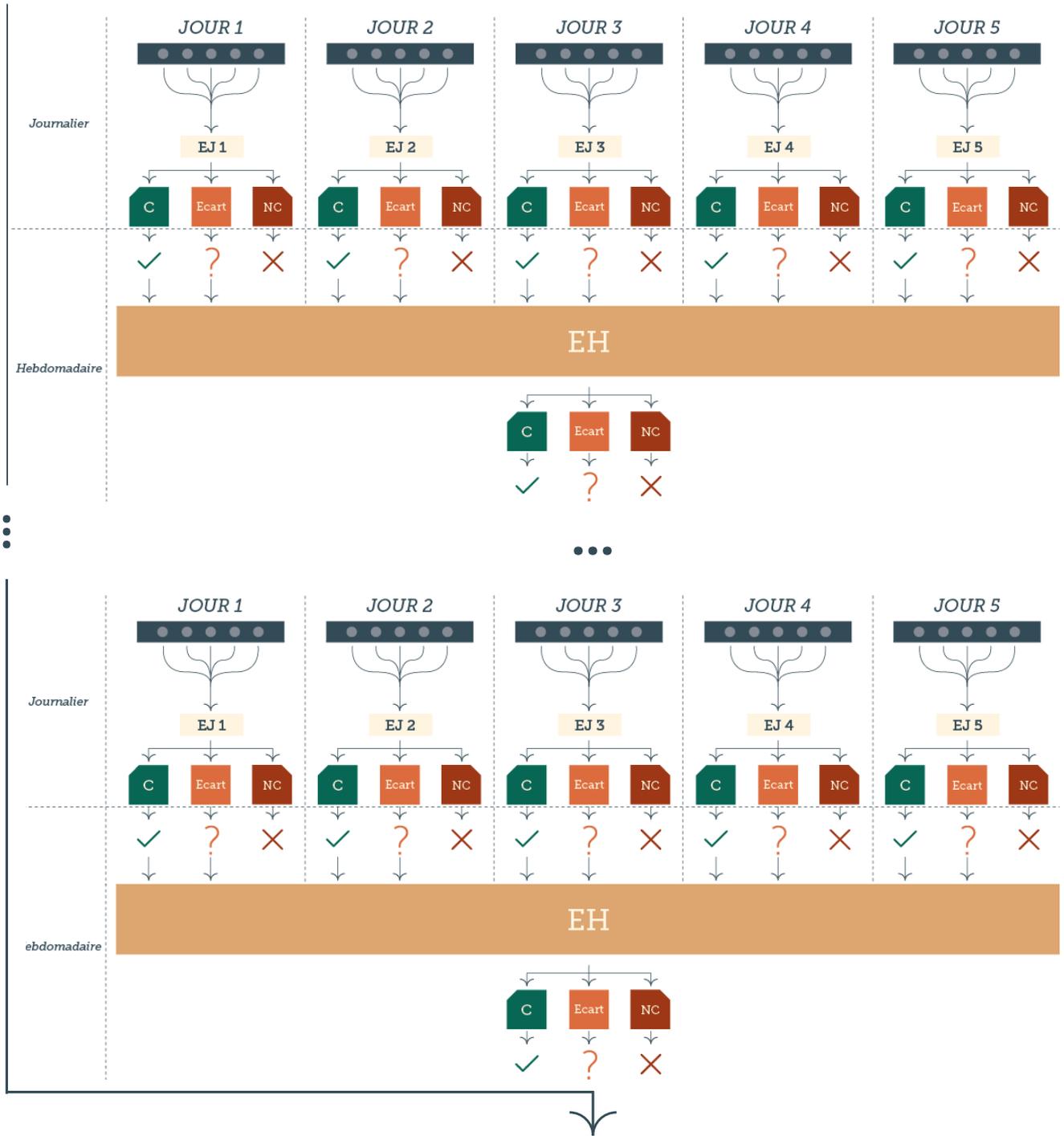


Figure 14 : Constitution d'un lot d'échantillonnage mensuel pour le compte du contrôle périodique, se basant sur le contrôle permanent



ÉCHANTILLONAGE MENSUEL

Légende

- Prélèvement ponctuel
- C

 Échantillon conforme
- ? Point de décision dérogatoire
- Ecart

 Échantillon avec écart
- X Mise en rebus
- EH

 Échantillon hebdomadaire
- NC

 Échantillon avec non-conformité
- ✓ Validation ou pré-validation



2.2. Contrôle Périodique : une veille renforcée sur la qualité

Le contrôle périodique mensuel s'attache à caractériser le granulat de façon plus précise notamment au regard de sa non-dangérousité et de sa recyclabilité.

En complément des contrôles quotidiens, les analyses périodiques (hebdomadaires ou mensuelles) suivantes sont réalisées :

- **Constitution d'échantillons mensuels à partir des prélèvements quotidiens**, permettant des analyses approfondies sur la production mensuelle.
- **Protocole spécifique pour l'amiante, inspiré des guides de bonnes pratiques de la FNADE** (voir référence en page qui suit), avec contrôle visuel systématique à la réception et lors du tri, ainsi qu'analyses régulières sur le granulat.

2.2.1 Contrôle au cours du procédé de transformation des déchets en granulats Anthropocite®

Sur la base des échantillons prélevés dans le cadre du contrôle permanent, un échantillon dédié au contrôle périodique est créé, représentatif du mois de production écoulé (figure 16, page 26).

En synthèse, le contrôle périodique vise notamment, tel qu'indiqué dans les paragraphes suivants, à contrôler la composition des granulats en ce qui concerne les substances suivantes :

- Amiante,
- POP & PFAS,
- Métaux lourds (déjà testés lors des tests de lixiviations quotidiens).

Le contrôle périodique permet également de s'assurer du caractère non dangereux du granulat, ainsi que de la recyclabilité d'un béton accueillant ces mêmes granulats, en des proportions conformes aux ETPM existants, et aux ETPM et ATEX/ATEc futurs.

2.3. Recyclabilité du béton Anthropocite® en fin de vie

Aujourd'hui, la présence de plastique dans le béton est une problématique peu prise en compte, mais Néolithe est convaincu que ce sujet deviendra un enjeu majeur à l'avenir. En plus des solutions existantes comme le recyclage classique du béton, Néolithe développe actuellement une pigmentation spécifique des granulats Anthropocite®.

Cette pigmentation permettra d'identifier plus facilement ces granulats, facilitant ainsi leur séparation et leur traitement dans des filières de recyclage ou de valorisation dédiées, notamment grâce à des systèmes de tri des constituants du béton.

En synthèse, trois scénarios de fin de vie sont envisagés actuellement :

1. Majoritairement, concassage du béton contenant des Anthropocite® et réemploi du béton comme granulats recyclés : des analyses régulières menées sur des éprouvettes béton visent à vérifier la recyclabilité de ce dernier en réalisant une analyse de lixiviation selon la norme NF EN 12457-2. Ces essais sont réalisés avec les différents types de ciment et taux de substitution avec lesquels le béton contenant des granulats Anthropocite® peut être formulé. Le protocole qualité de Néolithe contrôle que la lixiviation des granulats recyclés de béton d'Anthropocite® respecte les seuils ISDI de matériaux inertes, et donc qu'ils ne viennent pas impacter le caractère inerte du béton recyclé.

2. A défaut, Fossilisation Accélérée® : les granulats Anthropocite® réintègrent le procédé de Fossilisation Accélérée® pour produire de nouveaux granulats Anthropocite®.

3. En cas d'absence de filière, au sein de la filière de stockage adaptée : notre granulat peut renfermer des micro-particules de plastique. C'est pourquoi Néolithe souhaite que ces matériaux puissent être clairement identifiables, afin de garantir qu'ils soient orientés vers les filières de traitement les plus appropriées, si les filières de valorisation n'étaient plus disponibles.



À noter

Si des matières non minérales sont présentes dans les granulats Anthropicite®, c'est aussi le cas d'autres types de bétons (avec des fibres polymères, billes de polystyrène, etc.). Ce sujet de la fin de vie des bétons que Néolithe souhaite anticiper au mieux est commun à d'autres acteurs de la filière, avec qui Néolithe sera ravie de construire un référentiel commun, notamment sur l'identification et le recyclage spécifique en fin de vie.

3. Matières surveillées et contrôlées

3.1 Amiante

Pour détecter la présence accidentelle d'amiante dans les déchets, Néolithe s'appuie sur les guides de bonnes pratiques de la FNADE (Fédération Nationale des Activités de la Dépollution et de l'Environnement), qui font référence dans la gestion des apports non prévus d'amiante dans des déchetteries et points de collecte des déchets du BTP. Ce protocole, commun à l'ensemble de la filière, vise à traiter efficacement ce risque lorsqu'il survient de façon imprévue, conformément à la circulaire du ministère de l'Environnement (DGPR) du 27 avril 2022.

Néolithe applique ainsi les méthodes éprouvées du secteur, utilisées par les principaux acteurs nationaux et régionaux. Pour adapter au mieux ce dispositif à ses propres activités, l'entreprise bénéficie également de l'expertise d'un bureau d'études spécialisé dans le risque amiante.



Figure 15 : Guides des bonnes pratiques rédigés par la Fédération Nationale des Activités de la Dépollution et de l'Environnement (FNADE), avec le soutien de la CRAMIF, de la Fédération de Négoce de Bois et des Matériaux de

Un extrait de ces guides¹³ permet de rappeler l'origine de la présence accidentelle d'amiante dans un flux de déchets :

« L'amiante, matériau minéral naturel fibreux, a été massivement utilisé dans les bâtiments et dans les équipements industriels et domestiques en raison de ses multiples qualités (résistance à la chaleur, isolant thermique ou phonique). Or ce matériau s'est révélé hautement toxique, pouvant provoquer des maladies du système respiratoire. Certaines sont relativement bénignes (plaques pleurales...), d'autres très graves : cancer du poumon, cancer de la plèvre (mésotéliome), fibroses (asbestose). Interdit en France depuis 1997, il reste présent dans de nombreux bâtiments et équipements.

Les centres de tri, transit, regroupement des déchets non dangereux du BTP ne sont pas autorisés à accepter de l'amiante mais peuvent en recevoir accidentellement en raison notamment :

- Du non-respect des obligations réglementaires du producteur du déchet en matière de repérage avant travaux et d'orientation des déchets d'amiante vers des filières dédiées ;
- Du caractère non exhaustif de certains repérages ;
- De la difficulté d'identification visuelle des Matériaux et Produits Contenant de l'Amiante (MPCA) sur chantier et sur site de valorisation ;
- Du nombre restreint de points d'apport autorisés à recevoir des déchets d'amiante dans certains territoires. »

¹³ Centres de tri, transit, regroupement des déchets non dangereux du BTP : gestion des apports accidentels de déchets amiantés : BONNES PRATIQUES, FNADE, Mai 2020, page 2.



À noter

Comme d'autres installations, le Fossilisateur® n'est pas autorisé à recevoir de l'amiante, mais il peut en arriver accidentellement. L'enjeu est donc de détecter et d'éliminer tout éventuel déchet amianté, tout en garantissant la sécurité des opérateurs. L'Hygiène Sécurité Environnement (HSE) seront abordées dans un de nos prochains Rapports d'engagements.

Il est important de rappeler que les déchets traités par le Fossilisateur® ont déjà transité par des sites de regroupement, de tri ou de transit de déchets non dangereux, qu'ils proviennent ou non du BTP. En tant qu'étape finale de la filière, le Fossilisateur® reçoit donc des déchets ayant été contrôlés à plusieurs reprises, chaque opérateur s'assurant de l'absence d'amiante et appliquant un protocole de détection et d'élimination adapté.

Néolithe met en place un protocole de détection et d'élimination de l'amiante, basé sur des tests réalisés à la fois sur les déchets entrants et sur les granulats produits. Si de l'amiante est détectée lors du tri, des procédures spécifiques sont appliquées pour limiter la zone de contamination et protéger le personnel. En complément, des contrôles réguliers sont effectués sur les granulats finis, à partir d'échantillons prélevés sur différents lots, afin de détecter toute présence résiduelle.

Ces protocoles sont résumés dans les tableaux 15 et 16 qui suivent.

Enfin, en cas de manquements répétés non corrigés de la part d'un client, Néolithe se réserve le droit de mettre fin au contrat.

Phase	Objectif	Protocole Permanent
Amont	<i>Contrôle de premier niveau servant à prévenir l'exposition des opérateurs du Fossilisateur® à une contamination accidentelle d'un flux de déchet.</i>	<p>Lors de chaque apport de déchet, et à l'arrivée du déchet :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Réalisation d'un contrôle visuel du chargement par l'opérateur à l'entrée du site ; ➢ Contrôle des documents accompagnant les déchets (Bordereau de Ssuivi de Déchets le cas échéant) ; ➢ En cas de suspicion d'amiante et en l'absence de levée de doute (documents de repérage et diagnostic, analyses etc.), refus du chargement ; ➢ Information du client des exutoires existants à proximité qui acceptent les déchets amiantés. <p>Lors de chaque apport de déchet, et lors du déchargement du déchet :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Suspension / arrêt du déchargement ; ➢ Mise en œuvre du protocole amiante spécifique.
Opération	<i>Assurer, en parallèle des opérations de tri, un contrôle de second niveau afin d'éviter la propagation de la contamination au granulat.</i>	Lors des opérations de tri manuel, un opérateur suspectant un matériau d'être amiantifère procèdera au retrait de celui-ci, suivant alors un protocole spécifique.

Figure 15 : Tableau descriptif du contrôle permanent relatif à l'amiante



Phase	Objectif	Protocole Périodique
Amont	<i>Contrôle de premier niveau servant à prévenir l'exposition des opérateurs du Fossilisateur® à une contamination accidentelle d'un flux de déchet.</i>	<p>Une fois par semaine, une benne est aléatoirement sélectionnée afin d'effectuer un contrôle en profondeur de son contenu. L'objectif est de poursuivre l'analyse au-delà d'une recherche en surface / lors du déchargement.</p> <p>En cas de détection positive lors du contrôle périodique, la fréquence des contrôles pourra être augmentée de façon générale, ou de façon spécifique, ciblant alors spécifiquement le client dont un chargement aurait déjà été à l'origine d'une contamination.</p>
Opération	<i>Contrôle de troisième niveau permettant de détecter une éventuelle défaillance des deux premiers niveaux de contrôle, et de contrôler l'absence de mise sur le marché de granulats potentiellement contaminés.</i>	<p>Une analyse est réalisée sur un échantillon issu d'un ou plusieurs caissons selon la norme NF X 43-050.</p> <p>En cas de détection positive, des essais visant à déterminer l'étendue de la contamination sont réalisés et la fraction finale sera éliminée après envoi vers la filière adaptée.</p> <p>En cas d'absence de détection, les caissons sont libérés.</p> <p>En cas de détection, une augmentation des contrôles « amont » pourra être mise en place, de même qu'une hausse des contrôles « aval », ainsi qu'un renforcement des mesures de protection.</p>

Figure 16 : Tableau descriptif du contrôle permanent relatif à l'amiante



3.2. POP et PFAS

Le règlement européen n°2019/1021 POP (Polluants Organiques Persistants) du 20/06/2019 régit la production, la mise sur le marché et l'utilisation des POP.

a. D'une part, le règlement européen encadre les modes de gestion des déchets contaminés par certains POP et PFAS. Selon les substances POP présentes au-delà d'une certaine limite de concentration, Néolithe détermine le mode de traitement adapté (valorisation ou élimination).

À ce titre, les déchets entrants font l'objet d'un contrôle visuel lors de leur déchargement ainsi que d'un contrôle lors de la phase de tri. Il y est notamment recherché des indicateurs explicites de la présence de d'un traitement des matériaux reçus.

b. D'autre part, le règlement européen POP encadre la présence et la concentration des substances POP dans les articles, dont certains PFAS : notamment le PFOA (Perfluorooctanoic acid, sels et composés dérivés), le PFOS (Perfluorooctane sulfonic acid et ses dérivés) et le PFHxS (Perfluorohexanesulfonic acid).

La limite de concentration autorisée dans un article doit être inférieure à 25 ppb pour chaque PFAS individuellement et à 250 ppb pour la somme de tous les PFAS.

A ce titre, le contrôle périodique s'attache à caractériser la teneur individuelle et totale en PFAS contenue dans l'échantillon mensuel de granulats, au même titre que la teneur en POP, afin de s'assurer du respect des limites de concentration fixées par le règlement.

En cas de dépassements significatifs des seuils POP & PFAS, les tests périodiques réalisés sur le granulat verront leur fréquence augmenter à titre de deux échantillons testés mensuellement jusqu'au retour à la conformité. Par ailleurs, des contrôles accrus à l'accueil du déchet et lors de son déchargement seront mis en place.

Enfin, Néolithe se réserve le droit de rompre le contrat en cas de défaillance répétée et non remédiée d'un client.

3.3 Hazardous Potential

Les tests HP « Hazardous Potential » sont issus des règlements UE 1357/2014 et UE 2017/997. Ils visent à identifier au travers de 15 tests indépendants, si un déchet présente ou non une propriété de danger. Il est établi que si un unique test HP parmi les 15 ressort comme positif, alors le déchet est considéré comme dangereux.

Selon les propriétés recherchées, ces tests peuvent être menés selon différentes approches :

- › Une approche expérimentale qui repose sur des méthodes dites « de référence ».
- › Une approche par « la connaissance en substances du déchet » qui repose sur une méthode en quatre étapes :
 - La réalisation d'analyses en laboratoire permettant une connaissance à 90 % minimum des substances contenues dans le déchet,
 - La spéciation des métaux en substances minérales,
 - La recherche des propriétés de danger des substances identifiées dans le déchet,
 - L'application des règles de classement.



Il est rappelé que le déchet traité par Néolithe est un déchet non dangereux et non inerte, provenant d'installations de tri de déchets non dangereux. A ce titre, les déchets reçus par Néolithe ne doivent pas, en théorie, présenter une ou plusieurs des propriétés de danger citées ci-dessous.

Certains tests sont écartés car jugés non pertinents au regard de la typologie de déchets reçus. Il s'agit notamment des tests HP 1 à 3 : « Explosif », « Comburant » et « Inflammable », HP 9 « Infectieux ». Par ailleurs, le test HP15 « Autres propriétés » ne dispose pas de méthode d'évaluation reconnue que ce soit au niveau réglementaire, ou définie par consensus des experts du domaine. Il est à ce titre considéré que le granulat Anthropocite® valide automatiquement ces tests, pour les raisons qui suivent :

Critère	Raison de son exclusion
HP 1 - Explosif	Le granulat n'est pas susceptible, par réaction chimique, de dégager des gaz à une température, une pression et une vitesse telles qu'il en résulte des dégâts dans la zone environnante.
HP 2 - Comburant	Le granulat ne favorise pas la combustion d'autres matières.
HP 3 - Inflammable	Le granulat n'est pas facilement inflammable et n'est pas non plus susceptible de provoquer ou d'aggraver un incendie.
HP 9 - Infectieux	Le granulat ne contient pas de déchet dont on sait ou dont on a des raisons de penser qu'ils contiennent des agents pathogènes comme les déchets d'activités de soins à risque infectieux ou les sous-produits animaux.
HP 12 - Dégagement d'un gaz à toxicité aiguë	La qualification HP 12 de l'ammoniac dépend étroitement du contexte matriciel. Dans des déchets solides contenant des sels d'ammonium (ex. : $(NH_4)_2SO_4$), l'exposition à un acide fort pourrait théoriquement libérer NH_3 selon : $NH_4 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O$ $NH_4 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O$ Cependant, les études INERIS montrent que ces réactions ne génèrent pas de volumes gazeux dépassant le seuil de 0,1 litre/kg en conditions normales.
HP 15 - Propriétés dangereuses susmentionnées non présentes dans le déchet d'origine	En l'absence de méthode d'évaluation reconnue, ce critère est exclu.

Figure 17 : Tableau descriptif du contrôle périodique relatif à l'amiante

Les critères HP retenus pour tester le granulat Anthropocite® sont donc les suivants :

Critère	Approches sur lesquelles reposent les tests
HP 4 - Irritabilité	Approche par « la connaissance en substances du déchet »
HP 5 - Toxicité spécifique	
HP 6 - Toxicité Aiguë	
HP 7 - Cancérogène	
HP 8 - Corrosif	
HP 10 - Toxique pour la reproduction	
HP 11 - Mutagène	
HP 13 - Sensibilisant	
HP - 14 Ecotoxique	Approche expérimentale

Figure 18 : Tableau de synthèse des critères HP retenus

En cas de dépassement significatif des seuils pour une ou plusieurs mentions de danger, les tests périodiques « HP » réalisés sur le granulat verront leur fréquence augmenter à titre de deux échantillons testés mensuellement. Par ailleurs, des contrôles accrus à l'accueil du déchet et lors de son déchargement seront mis en place. Enfin, Néolithe se réserve le droit de rompre le contrat en cas de défaillance répétée et non remédiée d'un client, comme le prévoient les contrats signés avec ses clients.



4. Conformité à REACH

Le règlement européen n°1907/2006 du 18 décembre 2006 relatif aux substances chimiques dit « REACH » réglemente l'utilisation de certaines substances en tant que telles, ou dans des mélanges, ou des articles.

Il définit :

- › Une « **substance** » comme « un élément chimique et ses composés à l'état naturel ou obtenus par un processus de fabrication, y compris tout additif nécessaire pour en préserver la stabilité et toute impureté résultant du processus mis en œuvre, mais à l'exclusion de tout solvant qui peut être séparé sans affecter la stabilité de la substance ou modifier sa composition¹⁵ ».
- › Un « **mélange** » comme une solution comportant deux substances ou plus¹⁶.
- › Enfin, un « **article** » comme « un objet auquel sont donnés, au cours du processus de fabrication, une forme, une surface ou un dessin particuliers qui sont plus déterminants pour sa fonction que sa composition chimique¹⁷ ».

En outre, le guide de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) sur les déchets et les substances valorisées analyse les « agrégats valorisés », dont ceux obtenus à partir de déchets de construction et de démolition. Il qualifie ces agrégats d'« articles », dès lors que leur forme est plus déterminante que leur composition chimique¹⁸.

Le granulats Anthropocite® est un article au sens de REACH. Il s'agit d'un agrégat de déchets issus d'activités économiques valorisés, dont la forme et taille, issues du processus de fabrication sont déterminantes car elles doivent satisfaire la classe granulométrique demandée par le client ou l'usage prévu. Dans le cadre de la composition d'un béton, le granulats Anthropocite® se substitue en partie aux granulats naturels. Sa forme et son aspect sont donc les prérequis attendus par les fabricants de béton.

À noter

De fait, en tant qu'article, le granulats Anthropocite® ne fait pas l'objet d'une obligation de fiche de données de sécurité (FDS¹⁹). Cependant, Néolithe a fait le choix de réaliser une FDS volontaire afin d'explicitier les conditions d'usage du granulats Anthropocite® qui se rapproche de celle d'un granulats recyclé. La FDS permet de préciser les précautions à prendre concernant la manipulation et le stockage, la lutte contre l'incendie et la dispersion accidentelle²⁰.

Par ailleurs, en tant qu'article mis sur le marché, le granulats Anthropocite® satisfait aux exigences du règlement REACH²¹ :

- › Une concentration massique limitée de substances POP & PFAS. Ce point est couvert dans le cadre du protocole de contrôle périodique prévue pour les POP & PFAS prévu (voir plus haut) ;
- › Une concentration massique limitée en substances SVHC (« Substances of Very High Concern »), à 0,1% (concentration individuelle). Ce second point est validé au regard de la typologie de déchets reçus par Néolithe (déchet non inertes et non dangereux) et des tests effectués lors des contrôles permanents et périodiques, excluant une présence en de telles concentrations.

¹⁵ Article 3 §1 du règlement n°1907/2006

¹⁶ Article 3 §2 du règlement n°1907/2006

¹⁷ Article 3 §3 du règlement n°1907/2006

¹⁸ ECHA, Guide sur les déchets et les substances valorisées, version 2, mai 2010, p. 26-29 : « cela implique que, pour être un article, sa forme, sa surface ou son dessin doit être déterminé à dessein et être donné(e) pendant une étape de production »

¹⁹ Article 31 du règlement n°1907/2006

²⁰ NB : la FDS peut faire apparaître des pictogrammes de mention de danger, alors que le granulats est lui-même classé non dangereux (au sens des propriétés de danger de la directive 2008/98/CE). Cette différence s'explique par un protocole de classement différent entre les règles d'établissement d'une FDS et celles de relatives aux propriétés de danger

²¹ Articles 33 et 57 du règlement n°1907/2006





Encadrement des intrants		Encadrement des sortants		
Procédés de traitement	Qualité des sortants	Périodicité des analyses	Protocole d'échantillonnage	Gestion des non-conformités
<ul style="list-style-type: none"> > Déchets non dangereux uniquement > Code déchets limitativement énumérés > Audit de site > Demande à nos clients de nous fournir une Lettre de voiture à la livraison, et/ou un BSD, le cas échéant > Inspection visuelle avec possible assistance vidéo lors du passage sur le pont-bascule et par un opérateur formé lors du déchargement (refus des déchets susceptibles d'être non conformes) 	<p>Qualité technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Détermination de la résistance à la fragmentation (norme NF 1097-2) > Détermination de la masse volumique réelle (NF EN 1097-6) > Détermination des sulfates solubles à l'acide (norme NF EN 1744-1 § 12) > Détermination de la granulométrie (méthode interne inspirée de la NF EN 933-1) <p>Qualité environnementale :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Contrôle permanent, avec prélèvements à différents moments pour constitution d'un échantillon journalier soumis à un test de lixiviation complet > Analyse des résultats journaliers par la moyenne, sur un pas de temps hebdomadaire > Contrôle périodique hebdomadaire permettant de tester l'absence d'amiante > Contrôle périodique mensuel permettant de tester l'absence de métaux lourds, POP & PFAS en des proportions trop élevées > Contrôle périodique mensuel permettant de tester la recyclabilité d'un béton Anthropocite® 	<ul style="list-style-type: none"> > Quotidienne pour le contrôle permanent, avec analyse sur la semaine > Mensuelle pour le contrôle périodique 	<ul style="list-style-type: none"> > Echantillonnage et tests réalisés selon les normes encadrant chacun des essais > L'ensemble des résultats, interne ou externe, est saisi dans notre base de données > Possibilité de faire intervenir un tiers extérieur sur tout ou partie des protocoles 	<ul style="list-style-type: none"> > Le lot est écarté > Ouverture d'une fiche de conformité visant à identifier l'origine de la non-conformité et à tracer ces non-conformités > Un lot sortant non conforme est considéré comme constitué de déchets : pas de fin du statut de déchet > Augmentation de la fréquence des contrôles

Figure 19 : Tableau de synthèse des paramètres encadrant la SSD

En synthèse

Tous les déchets qui peuvent être évités doivent l'être. Tous les déchets qui peuvent être recyclés doivent l'être. Néolithe a été créée pour traiter les déchets ultimes, habituellement incinérés ou enfouis.

L'Anthropocite® est un granulat, issu du recyclage de déchets non inertes et non dangereux, dont la qualité et la constance sont garanties par un suivi rigoureux. Avec une empreinte carbone négative, il s'intègre parfaitement dans un secteur de la construction en pleine évolution, où les exigences en réponse aux enjeux environnementaux sont de plus en plus fortes. Son prix compétitif et sa facilité d'utilisation, confirmés par les premiers chantiers et partenariats, en font une alternative aux granulats traditionnels.

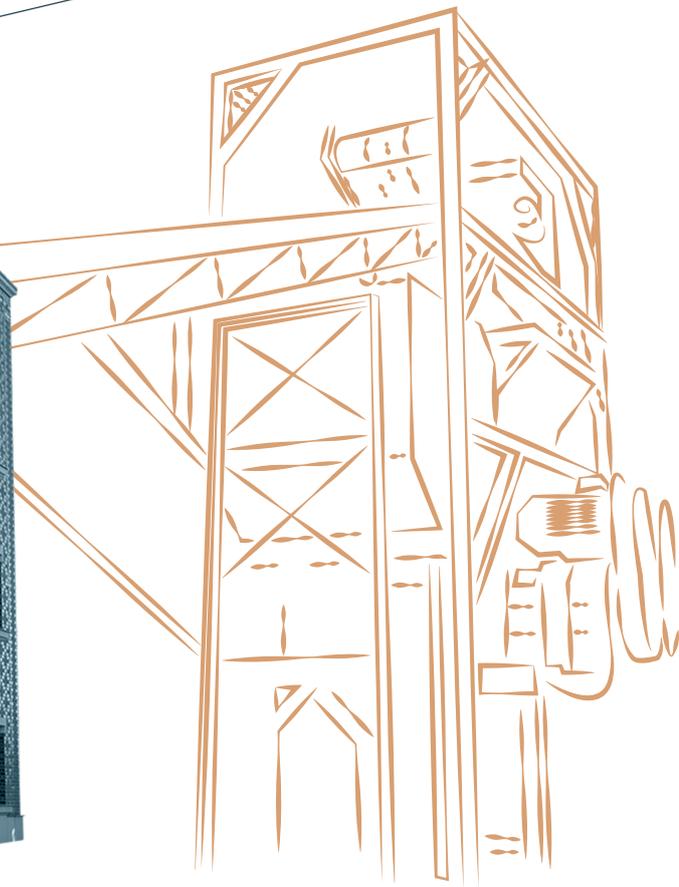
Destiné, pour le moment, aux bétons non structurels à faible exposition (classe X0), l'Anthropocite® a déjà réalisé une évaluation technique du CSTB. D'autres usages, notamment pour des applications structurelles, sont à l'étude.

Pour garantir sa qualité, l'Anthropocite® répond à des exigences physiques et mécaniques strictes, assurant des performances comparables aux granulats classiques. Des contrôles quotidiens et mensuels sont réalisés, notamment pour détecter la présence d'amiante, de métaux lourds, de POP et de PFAS, conformément aux protocoles définis avec les autorités compétentes.

Néolithe établie volontairement une fiche de données de sécurité et veille à l'absence de substances préoccupantes au-delà des seuils autorisés. La recyclabilité en fin de vie des bétons intégrant l'Anthropocite® est vérifiée selon les normes en vigueur et dans une démarche de traçabilité renforcée, garantissant une solution durable pour le secteur du BTP.

Néolithe s'engage dans une démarche d'amélioration continue de son process actuel en terme d'impact sur l'environnement. Sa proposition industrielle a été pensée pour contribuer à une réduction significative de l'impact carbone du traitement des déchets ultimes, tant que ces déchets subsisteront.





NÉOLITHE

À consulter prochainement

↳ **Rapport d'engagements *de performances***
2/3 Analyse du Cycle de Vie et Bilan Carbone

↳ **Rapport d'engagements *de performances***
3/3 Hygiène Sécurité et Environnement d'une usine Néolithe