

SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT
FRANÇAIS / ENGLISH

**INTEGRATION DE DECHETS EN CONSTRUCTION :
COMPARAISON DES APPROCHES EUROPEENNES
ET RECOMMANDATIONS POUR LA DEFINITION
D'UNE PROCEDURE D'EVALUATION**

***WASTE IN BUILDING MATERIALS:
COMPARISON OF EUROPEAN APPROACHES
AND RECOMMENDATIONS TO DEFINE
A SUITABLE ASSESSMENT PROCEDURE***

novembre 2019

C. DUBUISSON, L. GONZALEZ, E. VERNUS – PROVADEMSE/INSAVALOR
C. HESLOUIN – CSTB

Créée en 1989 à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD – REseau COopératif de Recherche sur les Déchets et l'Environnement – est le fruit d'une triple coopération entre industriels, pouvoirs publics et chercheurs. L'objectif principal de RECORD est le financement et la réalisation d'études et de recherches dans le domaine des déchets et des pollutions industrielles.

Les membres de ce réseau (groupes industriels et organismes publics) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

Avertissement :

Les rapports ont été établis au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

Ces documents comprennent des propositions ou des recommandations qui n'engagent que leurs auteurs. Sauf mention contraire, ils n'ont pas vocation à représenter l'avis des membres de RECORD.

- ✓ Pour toute reprise d'informations contenues dans ce document, l'utilisateur aura l'obligation de citer le rapport sous la référence :

RECORD, Intégration de déchets en construction : comparaison des approches européennes et recommandations pour la définition d'une procédure d'évaluation, 2019, 149 p, n°18-0165/1A

- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)
www.ademe.fr

© RECORD, 2019

RESUME

Le sujet de l'acceptabilité environnementale et sanitaire de l'incorporation de matériaux alternatifs, issus de déchets dans des produits de construction se place au croisement de deux secteurs d'activité. Chacun d'eux dispose d'objectifs et de contraintes en matière sanitaire et environnemental et nécessite une démarche d'évaluation applicable et adaptée au périmètre des matériaux alternatifs et aux usages visés.

Dans ce contexte, ce rapport dresse un état des lieux des connaissances actuelles en matière de réglementation relative aux déchets et aux produits de construction en Europe accompagné d'un bilan des données existantes sur les principaux gisements de déchets (essentiellement minéraux) concernés par une incorporation dans des produits de construction.

Un examen préliminaire des réglementations de pays européens en matière d'utilisation des matières premières issues de déchets a conduit à identifier trois principales approches d'évaluation des matériaux/déchets candidats à la valorisation en produits de construction. Les pays considérés comme représentatifs de chacune des trois approches sont l'Autriche, les Pays-Bas, l'Allemagne et le Royaume-Uni. Le cas français est présenté à titre de comparaison.

Cette examen comparé a conduit à retenir les principaux facteurs favorables et limitants à l'incorporation de déchets dans des produits de construction mais aussi à identifier un certain nombre de recommandations pour la définition d'une démarche d'évaluation des matériaux alternatifs en construction qui s'articule autour des trois critères principaux : Simplicité d'application de la démarche, étendue du périmètre et niveau de confiance attendu par les utilisateurs de la démarche, afin d'améliorer le développement de cette filière en France.

MOTS CLES

déchets, produits de construction, réglementation, acceptabilité, évaluation

SUMMARY

Environmental and health acceptability of raw materials derived from waste utilization in construction products is an issue that concerns both waste and construction fields. Each of them has objectives and restrictions in terms of health and environment criteria. Thus, it requires assessment approaches that are suitable and applicable to these materials and their intended uses.

This report provides an overview of current knowledge on waste and construction products regulation in Europe. An existing data assessment of the main -essentially minerals- waste sources that could be incorporated into construction products is also presented.

A preliminary review of ten European countries regulations on waste utilization as raw materials allowed to identify three main assessment approaches of waste type to be recovered for construction products. Selected countries include Austria, the Netherlands, Germany and the United Kingdom. The French case is also presented for comparison purposes.

This comparative examination allowed to set a selection of main promising and limiting factors of waste utilization in construction products. This study presents recommendations to define suitable assessment approaches for the acceptability of raw materials in construction products based on the three main criteria: method simplicity, perimeter range and user's confidence expectation, in order to improve the development of secondary raw materials utilization in France.

KEY WORDS

waste, construction products, regulations, acceptability, assessment

Contexte et objectifs

Le recours aux matières premières alternatives, issues de déchets, pour l'élaboration de matériaux et produits de construction est une voie de valorisation de déchets et d'optimisation de la gestion de ressources qui nécessite un encadrement sécurisant pour la santé des consommateurs / usagers du bâtiment et la protection des milieux mais aussi suffisamment attractif pour entraîner les efforts nécessaires à la préparation de ces matières premières.

Les politiques européenne et française en matière de gestion des déchets et de construction encouragent le développement de l'économie circulaire. Néanmoins, l'encadrement réglementaire et normatif national et européen reste encore peu clair sur l'évaluation de l'acceptabilité environnementale de matériaux de construction constitués (partiellement ou totalement) de déchets ou de matériaux issus d'opérations de valorisation de déchets.

A présent ces deux secteurs d'activité disposent chacun d'un cadre qui vise à harmoniser les réglementations des états membres. Ce sont donc les Etats membres qui ont compétence en ce qui concerne la forme et les moyens de parvenir aux objectifs fixés

Dans ce contexte, l'association RECORD a souhaité disposer d'un état de l'art européen sur la réglementation, les normes et techniques de caractérisation environnementale de matériaux alternatifs dédiés à la fabrication de matériaux de construction, et de comparer les démarches des états membres qui s'intéressent à cette problématique.

L'étude vise à poser la problématique en cherchant un équilibre entre les enjeux et les contraintes du secteur de la construction et du secteur de la valorisation des déchets.

Le contenu de l'étude s'articule autour de trois parties :

- Présentation des enjeux et du contexte réglementaire européen de l'intégration des déchets dans les produits de construction
- Analyse comparative des pratiques actuelles et des perspectives : comparaison de pratiques des Etats membres de l'Union Européenne
- Synthèse et recommandations pour la France en matière d'évaluation de l'acceptabilité de matériaux alternatifs en construction

Revue de la réglementation

DECHETS

Règlementation européenne cadre

Le cadre législatif des déchets et de leur valorisation au niveau de l'union européenne régi par la directive 2008/98/CE relative aux déchets (modifiée le 30 mai 2018 (2018/851)) intègre des orientations générales sur les déchets avec l'obligation de hiérarchiser la gestion des déchets, avec par ordre de priorité, le réemploi, la réutilisation, le recyclage, la valorisation et enfin l'élimination.

La gestion des déchets définit à l'article 3 de la directive ajoute à la liste des activités décrivant les opérations de gestion le point 15bis « valorisation matière : toute opération de valorisation autre que la valorisation énergétique et le retraitement en matières destinées à servir de combustible ou d'autre moyen de produire de l'énergie. Elle comprend notamment la préparation en vue du réemploi, le recyclage et le remblayage ».

Context and Goals

Use alternative raw materials, made out of waste, to make construction products is a way of waste recycling and optimizing resources management that have to be secured to protect consumer's or building users' health and to protect the environment while also sufficiently attractive to make it worthwhile to make these raw materials.

European and French policies on waste management and construction encourage development of the circular economy. Nevertheless, regulations and national and European standards remain unclear on how to assess the environmental acceptability of construction materials that are (partially or entirely) made out of waste or materials produced by waste recycling operations.

Nowadays, both fields have a framework to harmonize the member states' regulations. It is therefore the Member States that have the authority concerning how the goals can be met and which resources to use.

In this context, the RECORD association is attempting to compile the latest European developments on the regulations, standards and techniques for environmental characterisation of raw materials used to manufacture construction materials and compare approaches from member states that are interested in this problem issue.

The study aims to set the problem issue by seeking a balance between the main promising and limiting factors of the construction sector and the waste recycling sector.

The study content revolves around three parts:

- *Presentation of the stakes and the European regulatory context for integrating waste into construction products.*
- *Comparative analysis of current practices and perspectives: comparison of practices among European Union member states.*
- *Synthesis and recommendations for France concerning assessment of acceptability for raw materials in construction.*

Regulatory Framework

WASTE

European Framework regulation

The legislative framework for waste and its recycling in the European Union, governed by the 2008/98/CE directive on waste (modified on 30th May 2018 (2018/851)), incorporates general guidance on waste with the obligation to organise waste management in order of priority: re-employment, reuse, recycling, recycling and finally disposal.

*Waste management, as defined in **article 3** of the directive adds activities to the list that describe management operations as in point 15bis "matter recycling: any recycling operation other than energy recycling and reprocessing of matter intended to be used as fuel or other means of producing energy. It particularly includes preparation with a view to reuse, recycling and backfilling."*

*It envisages developing Waste Reclassification cases (existing device, currently in **article 6**). The text defines the criteria based on which the Commission is likely to*

Elle prévoit le développement des cas de Sortie du Statut de Déchets, SSD (dispositif existant déjà actuellement dans l'article 6). Le texte définit les critères sur la base desquels la Commission est susceptible d'harmoniser, entre les États membres, les conditions de sortie de statut de certains types de déchets.

Une priorité est notamment accordée aux flux de déchets qui présentent un risque plus élevé pour la santé humaine et l'environnement en raison de la nature et du volume de ces flux de déchets, aux déchets soumis à des processus innovants de valorisation ou aux déchets valorisés en vue d'une utilisation ultérieure dans d'autres États membres.

Parmi les pays Européens qui ont des critères SSD pour la production de granulats dérivés de déchets se trouvent l'Autriche, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, l'Allemagne (projet), et la France (projet).

En Europe la norme EN 15804+A1 relative aux déclarations environnementales des produits de construction définit le statut de fin de déchet lorsqu'ils remplissent les 4 critères de l'article 6 de la directive européenne cadre sur les déchets 2008/98/CE.

Ces critères sont utilisés au niveau français dans l'arrêté du 23 décembre 2013 relatif à la déclaration environnementale des produits de construction et de décoration destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment.

Dès qu'un matériau « cesse d'être un déchet » (a obtenu le SSD), les exigences du règlement REACH s'appliquent en principe de la même manière que pour tout autre matériau, avec un certain nombre de dérogations accordées conditionnellement. En effet, l'exigence de l'article 6 de la Directive déchets stipule dans le point C que la substance ou l'objet remplit les exigences techniques aux fins spécifiques et respecte la législation et les normes applicables aux produits, dont le règlement REACH fait partie. Le guide sur les déchets et les substances récupérées (ECHA, 2010) est utile pour appliquer les exigences REACH aux matériaux ayant le SSD.

Contexte réglementaire français

En France, l'emploi de matériaux issus de déchets en construction a une chronologie d'évolution importante depuis 2010 :

- **2010: ordonnance déchet du 18 décembre 2010** : place la valorisation comme mode prépondérant de gestion, introduit la possibilité de sortie du statut de déchet pour certaines catégories ;
- **2014 : loi Alur** (loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové) premiers schémas de l'économie circulaire, les schémas régionaux des carrières, bâtis sur l'appréciation globale de l'économie des matières minérales et de l'énergie associée, incluant le transport et le recyclage à l'échelle d'un territoire ;
- **2014 : Programme National de Prévention des Déchets 2014-2020**, qui affiche la réduction des déchets du BTP comme prioritaire avec notamment comme action d'identifier et d'utiliser les leviers d'actions pour développer le réemploi des matériaux du secteur du BTP.
- **2015 : loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte**, qui est aussi une loi sur l'économie circulaire et les déchets, inscrivant dans les codes de l'environnement, de l'énergie et dans le droit de la commande publique de nouveaux concepts : **l'économie circulaire, la commande publique durable.**
- **2018 : Feuille de route économie circulaire (FREC) du 23 avril** réaffirme des mesures phares en matière d'emploi de matériaux issus de déchets en construction.

harmonise reclassification of certain types of waste among the Member States.

Priority is specifically given to the flow of waste that poses a higher risk for human health and the environment due to the nature and the volume of these waste flows, to waste subject to innovative recycling processes or waste that has been repurposed with a view to subsequent use in other Member States.

European countries with End of Waste criteria to produce waste-derived aggregate include Austria, Netherlands, United Kingdom, Germany (project) and France (project).

In Europe, the EN 15804+A1 standard regarding environmental claims on construction products defines the end-of-waste status when it meets the 4 criteria in article 6 of the European framework directive on waste 2008/98/CE.

These criteria are used in France in the Order dated 23 December 2013, relating to the environmental claim concerning construction and decoration products intended for use in building structures.

As soon as a material "is no longer waste", the REACH regulation requirements are applied, in theory in the same way as for all other material, with a certain number of dispensations that are conditionally agreed. In fact, the requirement from article 6 of the Waste Directive stipulates in point C that the substance or object should meet technical requirements for the specific purposes and abide by the legislation and standards that can be applied to the products, including the REACH regulation. The guide on waste and recovered substances (ECHA, 2010) is useful to apply the REACH requirements to reclassified materials.

French Regulations

In France, use of materials coming from waste in construction has followed a significant timeline since 2010:

- **2010: Ordinance on Waste of 18th December 2010:** *introducing recycling as the leading management method, explores the possibility of waste reclassification for certain categories;*
- **2014: the Alur Law** *(Access to Housing and Urban Renovation Law) initial plans for the circular economy, regional plans for quarries, based on an overview of the mineral material economy and its associated energy economy, including transport and recycling at territory scale;*
- **2014: National Waste Prevention Programme 2014-2020**, *that prioritises reduction of building waste, particularly as a means of identifying and using action levers to develop re-employment of materials from the building sector.*
- **2015: energy transition for green growth law**, *that is also a law on the circular economy and waste, falling within the environment and energy codes and the right to public procurement of new concepts: the circular economy, sustainable public procurement.*
- **2018: Roadmap for the Circular Economy (FREC) dated 23rd April** *states the top measures for using materials coming from construction waste.*

- **2018–2019 : le projet de guide sur l'acceptabilité environnementale et sanitaire de l'utilisation de matériaux alternatifs en construction**, porté par le CEREMA sur instruction de la DGPR et avec les contributions du CSTB et de PROVADEMSE, s'inscrit dans cette démarche avec l'objectif d'encadrer et de favoriser ainsi l'emploi de matières premières issues de déchets dans l'élaboration de matériaux de construction, en substitution de matières premières naturelles.

- **2018–2019: the draft project on the environmental and health acceptability of using raw materials in construction**, run by CEREMA under instruction from the DGPR, with contributions from the CSTB and PROVADEMSE, falls within this approach, aiming to manage and encourage use of raw materials that come from waste in making construction materials, as a substitute for natural raw materials.

PRODUITS DE CONSTRUCTION :

Règlementation européenne cadre

Le Règlement « Produits de Construction » (RPC) vise à harmoniser les réglementations des états membres afin de faciliter la libre circulation des produits de construction à l'intérieur de l'Union Européenne. Le RPC prévoit le marquage CE réglementaire des produits de construction qui atteste que les ouvrages dans lesquels ces produits sont incorporés satisfont les sept exigences fondamentales (EF) du RPC.

La protection de l'environnement est intégrée à l'exigence fondamentale n°3 "**Hygiène, Santé et Environnement**". Les informations pertinentes font l'objet d'une déclaration sous la forme d'une Fiche de Données Environnementales et Sanitaires (FDES), évaluée par un organisme notifié. Ces FDES sont cadrés par la norme EN 15804+A1 qui est la norme chapeau. Elles sont aussi cadrées en fonction des règles spécifiques pour certains types de produits tels que les produits en béton (NF EN 16757) ou les sols résilients (NF EN 16810).

Dans le cadre de l'émission de substances dangereuses, la Commission Européenne a initié la création d'un comité technique (**CEN TC 351 Produits de construction : Evaluation de l'émission de substances dangereuses**), visant à intégrer la problématique des « émissions de substances dangereuses par les produits de construction..., qui peuvent avoir une incidence néfaste sur la santé humaine et l'environnement ».

En ce qui concerne l'émission de substances dangereuses dans l'eau, un certain nombre de normes harmonisées sont couramment élaborées par produit de construction et domaine d'application pour évaluer la conformité des produits de construction avec les exigences fondamentales définies.

Cette procédure ne fait pas mention spécifiquement de la présence ou non de matière première issue de déchets parmi les constituants des produits ou matériaux de construction. Toutefois, certains États membres (Pays-Bas notamment) ont adopté des procédures d'évaluation environnementale qui s'appliquent de manière générale aux produits de construction et, a fortiori, lorsque ces produits incorporent des déchets.

Pour ce qui est du contexte normatif relatif aux émissions des substances dangereuses dans l'air intérieur, les travaux du CEN TC 351 (cités précédemment) ont permis au travers du groupe de travail numéro 2 (WG2) de publier la norme EN 16516 (2017) sur la détermination des émissions dans l'air intérieur. Elle est basée sur la série des normes ISO 16000 sur la qualité de l'air. Elle est basée sur une méthode en chambre d'essai d'émissions (selon l'ISO 16000-9) et vise à caractériser les émissions de composés organiques volatiles, semi-volatiles et les émissions des formaldéhydes.

Contexte réglementaire français

En France, le CESAT (Comité Environnemental et Santé de l'Avis Technique) groupe de travail spécifique au CSTB a proposé en 2005 une méthode d'évaluation pour les thèmes liés

CONSTRUCTION PRODUCTS:

European framework regulation

The "Construction Products" Regulation (CPR) aims to harmonise member states' regulations to ease free circulation of construction products within the European Union. The CPR envisages the regulation CE marking for construction products, certifying that the projects where these products are used satisfy the CPR's seven fundamental regulations (FR).

Environmental protection is included in fundamental requirement 3 "**Health, Safety and the Environment**". The relevant information appears in a declaration in the form of an Environmental and Health Declaration Sheet (FDES), assessed by a notified body. These FDES are defined by the EN 15804+A1 standard that is the lead standard. They are also defined according to specific rules for certain types of products such as concrete products (NF EN 16757) or resilient flooring (NF EN 16810).

Concerning release of hazardous substances, the European Commission has begun to set up a technical committee (**CEN TC 351 Construction products: Assessment of release of dangerous substances**), aiming to incorporate the problem issue of "release of dangerous substances from construction products..., that can have a harmful effect on human health and the environment."

Regarding the release of hazardous substances to water, a certain number of harmonised standards are currently being drafted per construction product and field of application: to assess the compliance of construction products with the defined fundamental requirements.

This procedure does not specifically mention raw materials made from waste are present among the constituents of construction products or materials. However, certain Member States (particularly the Netherlands) have adopted environmental assessment procedures that are generally applied to construction products and, even more so, when these products incorporate waste.

Regarding the standard-related context for release of dangerous substances into indoor air, work from the CEN TC 351 (quoted previously) has meant that work group 2 (WG2) can publish the EN 16516 (2017) standard on determining emissions in indoor air. It is based on the series of ISO 16000 standards on air quality. It is based on a method in an emissions test chamber (according to ISO 16000-9) and aims to characterise emissions from volatile, semi-volatile organic components and formaldehyde emissions.

French Regulations

In France, the CESAT (Scientific Committee of Health, the Environment and Emerging Risks, SHEER), CSTB-specific work group proposed an assessment method in 2005 for topics linked to air pollution and health for construction products². This methodology was considered Europe-wide

aux pollutions de l'air et la santé pour les PDC¹. Cette méthodologie a été prise en compte au niveau européen dans le cadre de l'harmonisation des labels et méthodologies sur les pollutions de l'air.

L'application du règlement RPC dans le complément national de la norme EN 15804+A1 implique l'évaluation des effets sur la santé lors de la phase d'usage et dans l'environnement intérieur de l'ouvrage selon 5 flux d'émissions : les COV, les particules viables, les particules non viables (dont les fibres), le radon et les autres gaz, et enfin les rayonnements.

Au niveau français le complément national à la norme 15804+A1 sur les déclarations environnementales donne des détails à titre informatif sur les données utiles à l'évaluation des caractéristiques sanitaire (annexe E de la norme NF EN 15804/CN). Ces données concernent :

- les émissions de COV et formaldéhyde ;
- le comportement face aux micro-organismes (par exemple moisissures et bactéries) ;
- les odeurs ;
- les émissions radioactives.

Bilan des données existantes pour les principaux gisements concernés

Le champ des déchets potentiellement incorporables dans des produits de construction est vaste compte-tenu de la diversité de nature des déchets et de la diversité de composition des produits et matériaux de construction. Dans le cadre de cette étude, le bilan des données existantes a porté sur deux types des gisements :

- Les **gisements minéraux historiques**, matières premières secondaires qui sont largement employées depuis plusieurs dizaines d'années pour la constitution de granulats et de produits d'addition pour bétons, dites « MPS historiques » ;
- Les **gisements minéraux produits en grande masse**, dont l'emploi dans des matériaux de construction est soumis à des règles de conformité relatives notamment à l'émission de substances dangereuses dans l'eau.

Ainsi, les principaux gisements concernés sont :

- Les cendres volantes de charbon (gisement historique) ;
- Les fumées de silice (gisement historique) ;
- Les laitiers de hauts fourneaux (gisement historique) ;
- Les sables de fonderie (gisement historique) ;
- Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (gisement produit en grande masse) ;
- Les granulats de béton recyclé (gisement produit en grande masse) ;
- Les sédiments (gisement produit en grande masse) ;
- Les déchets de bois (gisement produit en grande masse) ;
- Les déchets de sols PVC (gisement produit en grande masse).

Pour chacun de ces gisements sont synthétisées, sous forme d'un tableau, les données disponibles sur l'évolution de la production, de leur utilisation, les réglementations spécifiques relatives au déchet et à sa valorisation, les réglementations spécifiques relatives à l'émission de substances dans l'air, les modalités de pré-traitement existantes en vue de leur incorporation dans des produits ou matériaux de construction.

within the framework of harmonising labels and methodologies on air pollution.

Applying the CPR regulation, as the national complement to the EN 15804+A1 standard, implies assessment of health effects during the structure's usage phase and in the indoor environment according to 5 emission flows: VOC, viable particles, non-viable particles (including fibres), radon and other gases, and finally radiation.

As for France, the national complement to the 15804+A1 standard on the environmental claims gives details as a guideline on the useful data for assessing health characteristics (appendix E of the NF EN 15804/CN standard). This data concerns

- *VOC and formaldehyde emissions;*
- *behaviour in the presence of microorganisms (such as mould and bactericide);*
- *odours;*
- *radioactive emissions.*

Review of existing data for the main waste stream

Waste that might potentially be incorporated into construction products is a vast field, considering the diversity of waste types and the diversity of composition of construction products and materials. Within the framework of this study, the existing data review focussed on two types of waste:

- ***Historic mineral waste**, secondary raw materials that have been largely employed for several decades to make aggregates and additive products for concretes, known as "historic MPS".*
- ***Mineral waste produced in large volumes**, for which use in construction materials is subject to compliance rules particularly regarding release of dangerous substances to water.*

Thus, the main deposits in question are:

Historic mineral waste:

- *Fly ash;*
- *Silica fumes;*
- *Blast furnace slag;*
- *Foundry Sand;*

Mineral waste produced in large volumes

- *Bottom ash from the incineration of non-hazardous waste;*
- *Recycled concrete aggregate*
- *Sediment*
- *Wood waste*
- *PVC floor waste*

For each of these deposits, available data is summarised in a table regarding how production evolves, its use, specific regulations regarding the waste and its recycling, specific regulations regarding release of substances into the air, existing pre-treatment methods with a view to including them in construction products or materials.

¹ Maupetit, François (2008). Méthodologie d'évaluation des caractéristiques sanitaires et environnementales des produits de construction. Rev Mal Respir ; 25 pages 164-172

² Maupetit, François (2008). Methodology to assess environmental and health characteristics of construction products. Rev Mal Respir; 25 pages 164-172

DEPOSIT TYPE	EVOLUTION OF PRODUCTION	EVOLUTION OF USE	REGULATIONS	IDENTIFIED PRE-TREATMENT(S)
Fly ash from coal-fired power stations	Being depleted: - The last coal-fired power stations will be stopped by 2022 in France - Potentially replaced by biomass ash	Regular use managed by technical standards to be included when manufacturing cement or concrete and in road engineering.	Classed as non-hazardous waste. - No environmental regulation for identified uses - Guide for application of environmental assessment for use in road engineering (2019)	NA
Silica fumes	Stable , associated with production of Si and FeSi	Regular use managed by technical standards - Additives in concretes - Cement manufacturing	- Classed as a sub-product, registered in the REACH regulation (No.1907/2006/EC) - CE marking: meets requirements of the Construction Products Regulation.	NA
Blast furnace clinker	Stable since 2015 (in France)	Regular use managed by technical standards - Crystallised slag in road construction - Vitrified slag as a hydraulic road binder - Additive product for concrete (low carbon concretes)	Waste reclassification under review by the MTES - Applicable handbook "Environmental acceptability of raw materials in road engineering - Iron and steel slag 2012"	Extraction from clinker, grinding, screening
Foundry sand	Stable since 2012 (in France) https://www.forgefondrie.org/fr/forge-fonderie/panorama-economique	Use managed by Order dated 16/07/1991 - Backfill and products based on hydraulic binders - Constituent of cement works raw material Emerging uses: - Concrete products - Terracotta products - Making compost	Classed as non-hazardous waste. - Order dated 16/07/1991 relating to disposal of foundry sand containing organic synthesis binders - Environmental assessment: - Applicable handbook "Environmental acceptability of raw materials in road engineering - Foundry sand (2019)"	Biological treatment of phenol degradation Treatment by Venting to extract phenols
Non-Hazardous Waste Incineration Bottom Ash	Stable since 2012 in France and in Europe since 2014	Use managed by the Order of 30/11/2011- - recycling in road engineering Alternative uses: - raw material in cement (secondary constituent of cement, or aggregate for concrete)	- Classed as non-hazardous waste - Applicable handbook: "Environmental acceptability of raw materials in road engineering - Non-hazardous waste incineration clinker, SETRA-CEREMA 2012"	Classic processes: Separation (sorting, washing) Stabilisation (maturation) Heat treatment (vitrification) Innovative processes: - Air cooling (Switzerland) - Carbonation-Washing-Mineralisation (Netherlands) - Wet treatment (Germany, Belgium, Netherlands)
Recycled concrete aggregate	On the increase: -Demolition of old buildings	Regular use managed by technical standards - structural concrete for buildings and Civil Engineering structures - road engineering Alternative use: - Direct incorporation into cement raw materials - Constituent other than clinker in cement - As an additive in concrete Emerging use: Concrete aggregate with an incorporation rate beyond specifications in the EN206 standard (5%)	- Classed as inert non-hazardous waste - European countries that currently have a regulatory framework for the release of substances to water that is applied to recycled concrete aggregate are: Germany, Austria, Finland, Sweden, Denmark, Netherlands, Italy, Norway, Spain. In France: - handbook "Environmental acceptability of raw materials in road engineering - demolition materials from the building industry, CEREMA 2016. - Recommendations by national RECYBETON programme partners for the use of recycled concrete aggregate in ready-to-use concrete structures	Classic processes: Grinding/milling Screening/Scalping Removal of fines, dry or by washing Sorting ironwork Sorting undesirables (densiometric, optic, etc.) Innovative processes: - Pozzolanic activation of fines (Spain, Netherlands)

Sediments	Stable in France , at around 50Mt/year	Occasional use, no particularly management: Handbooks (sediment cap and sediments) for uses in: - road engineering - Landscaping - construction products	- Classed as mirror entry waste - In France, the handbook "Environmental acceptability of raw materials in road engineering - Dragging sediments" is expected in 2019.	Classic processes: Granulometric separation (hydrocyclone) Dehydration Innovative processes: -SEDI.PORT.SIL: Washing, separation, granulometry, biological treatment, plasmatic fusion
Wood waste (Residue from forestry exploitation; first wood transformation products; waste from the second transformation; used products and packaging)	1.8 Mt repurposed into wood panels (2012) 2.2 Mt produced by the building sector - 43% in material recycling	Wood panels Increase in the proportion of material repurposed	In France: - Order dated 23 May 2003: Serviceability of wood-based panels intended for construction - Order dated 2 June 2003: Limitations of marketing and using certain products containing hazardous substances. In the Netherlands: Chipboard Decree	NA
PVC flooring (floor coverings, sealing membranes and blinds) Rigid PVC (PVC for plumbing, shutters and blinds, cladding, outdoor enclosures, woodwork and electrical paths)	20 kt of recycled PVC intended for building work.	Constantly increasing according to figures from the European trade union, Vinylplus.	In France: - Decree dated 23 March 2011 and Order dated 19 April 2011: Labelling products for construction or wall coverings and paints and varnishes on their volatile pollutant emissions. - Decree of 2 December 2011 Guide-values for indoor air concerning formaldehyde and benzene. In Austria: - Ordinance dated 12 February 1990: restriction for marketing and displaying substances, preparations and finished products containing formaldehyde. In Germany, AGB and AgBB regulation In the Netherlands: Building decree	NA

Analyse des différentes approches d'évaluation de l'incorporation des déchets dans des produits de construction

Les trois principales approches d'évaluation des matériaux/déchets candidats à la valorisation en produits de construction identifiées dans une dizaine de pays sont :

- **Approche 1.** Evaluation basée sur la sortie de statut de déchet ;
- **Approche 2.** Evaluation basée sur les conditions d'admission des déchets en installation de stockage de déchets inertes ;
- **Approche 3.** Evaluation basée sur le principe d'une compatibilité de l'émission de polluants depuis le matériau vers le sol et jusqu'aux milieux récepteurs (eaux souterraines et superficielles) ;

Sur la base de ce classement, l'examen comparé des règles et des pratiques actuelles est dressé pour un pays représentatif de chacune des trois approches (Autriche, France, Pays-Bas, Allemagne et Royaume-Uni).

Analysis of the different assessment approaches for incorporating waste into construction products

The main three assessment approaches for materials/waste that might be recycled in construction products, identified between ten countries, are:

- Approach 1.** Assessment based on End of Waste status;
- Approach 2.** Assessment based on conditions for allowing the waste into inert waste landfill;
- Approach 3.** Assessment based on the compatibility principle for polluting emissions from the material to the ground and to receiving environments (ground and surface water);

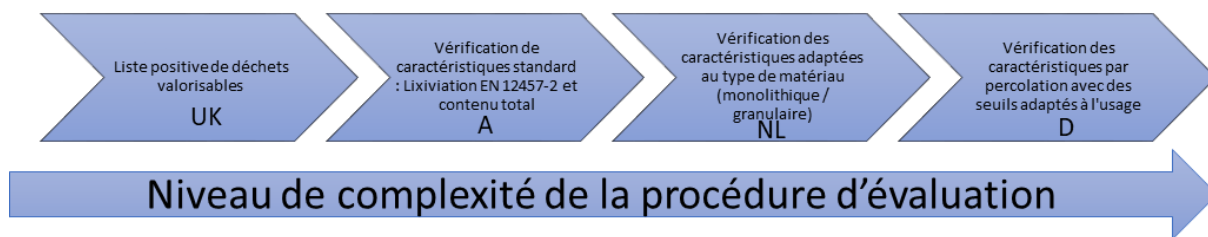
Based on this classification, a comparison of rules and current practices has been drafted for a country representing each of the three approaches (Austria, France, The Netherlands, Germany and United Kingdom).

Il ressort que chaque pays a créé une démarche de réussite/échec pour l'évaluation et l'utilisation de matériaux dans certains travaux de construction, basés pour la plupart sur le respect des valeurs seuils d'émission de substances dans l'eau et les sols. Cette démarche est appliquée à des matériaux minéraux principalement granulaires utilisés en génie civil mais aussi, dans une moindre mesure, pour des matériaux monolithiques dans des ouvrages de génie civil voire de construction de bâtiment.

Le niveau de complexité des procédures d'évaluation va croissant depuis la définition d'une liste positive de déchets valorisables comme matériaux alternatifs sans nécessairement devoir faire l'objet d'une caractérisation environnementale (assortie éventuellement d'une sortie de statut de déchet) pour la démarche la plus simple, comme dans le cas du Royaume-Uni (UK), un essai de lixiviation simple avec une gamme de seuils et des valeurs limites en contenu total, comme dans le cas de l'Autriche (A), des modalités d'essai adaptées à la nature granulaire ou monolithique du matériau et des seuils correspondant, comme dans le cas des Pays-Bas (NL), jusqu'à un essai de percolation en colonne et une analyse du contenu total avec des seuils adaptés en fonction de l'usage projeté se traduisant par une vingtaine de seuils spécifiques de chaque combinaison déchet/usage, comme dans le cas de l'Allemagne (D).

This shows that each country has created a success/failure approach to assess and use materials in certain construction jobs, mainly based on abiding by threshold values for substance emissions in water and soils. This approach is applied to mainly granular mineral materials used in civil engineering but also, to a lesser extent, to monolithic materials in civil engineering structures or event building construction.

The assessment procedures' level of complexity rises from defining a positive list of recoverable waste as raw materials without necessarily having to be environmentally characterised (possibly coupled with waste reclassification) for the simplest approach, as in the case of the United Kingdom (UK), a simple leaching test with a range of thresholds and limit values in total content, as in the case of Austria (A), test methods adapted to the granular or monolithic nature of the material and the corresponding thresholds as in the case of the Netherlands (NL), as far as a column percolation test and total content analysis with adapted thresholds depending on the planned use, which can be seen in around twenty specific thresholds for each waste/use combination, as in the case of Germany (D).



Le Royaume-Uni est le seul des quatre pays étudiés dont la démarche est uniquement basée sur la sortie de statut de déchet. Depuis 2015 des critères nationaux de sortie de statut de déchet pour la production et l'utilisation de granulats à partir de déchets inertes ont été définis dans les « Quality Protocols » de l'agence de l'environnement.

Une liste de déchets pouvant faire l'objet d'une sortie de statut de déchet pour un usage comme granulats recyclés a été définie sur la base d'une étude générique préalable portant sur la caractérisation du contenu et du relargage en polluants des déchets concernés ; la vérification de l'aptitude à un usage en construction est basée sur le taux d'indésirables et sur des critères techniques (pas d'essais à caractère environnemental ou sanitaire). Le producteur des granulats recyclés doit se conformer à toutes les exigences de la norme granulats BS EN pour l'utilisation définie. La liste de normes et les principales spécifications relatives aux granulats sont décrites dans le Protocole de Qualité.

Les principales étapes et mécanismes de contrôle du Protocole de Qualité pour la fabrication de granulats à partir de déchets inertes sont présentés dans le schéma suivant :

The United Kingdom is the only one of the four countries where the approach is entirely based on end of waste criteria. Since 2015, the national end of waste criteria for production and use of aggregates from inert waste were defined in the "Quality Protocols" from the environment agency.

A list of waste that can undergo the end of waste status for a use such as recycled aggregate was defined on the basis of a prior generic study on content characterisation and polluting release of the waste in question; verification that it is suitable to use in construction is based on the rate of undesirables and on the technical criteria (not environmental or health tests). The recycled aggregate producer must comply with all requirements from the BS EN aggregate standard for the defined use. The list of rules and the main specifications relating to the aggregates are described in the Quality Protocol.

The main stages and control mechanisms in the Quality Protocol for manufacturing aggregate from inert waste are present in the following diagram:

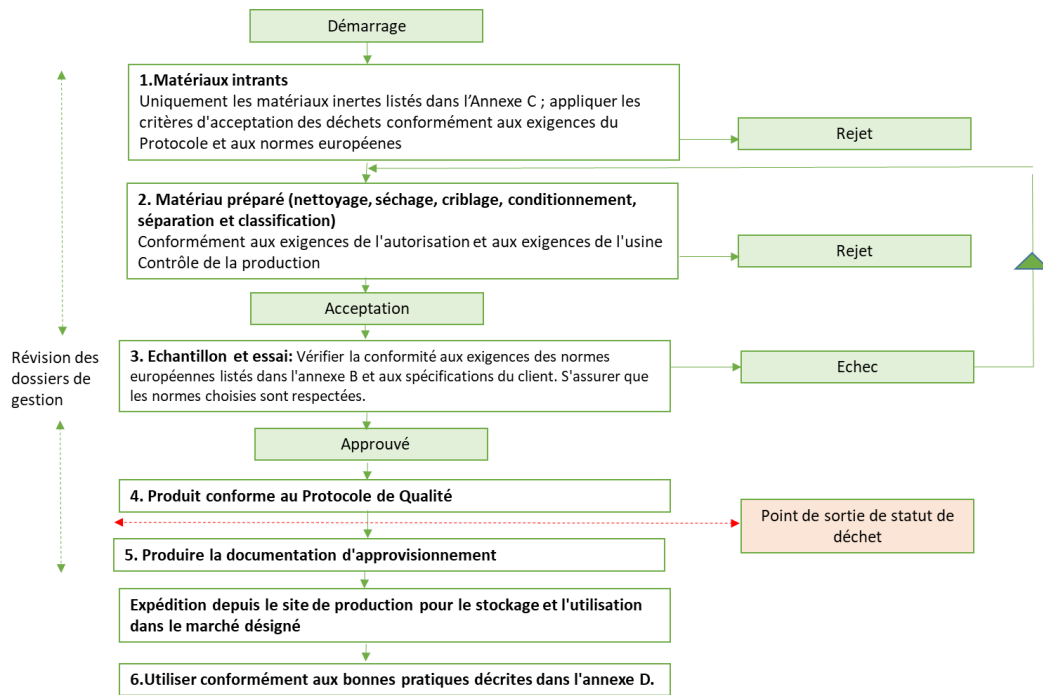


Figure 1 : Royaume-Uni : Schéma global des principales étapes et mécanismes de contrôle du Protocole de Qualité pour la fabrication de granulats à partir de déchets inertes (adapté du Quality Protocol – Aggregates from inert waste)

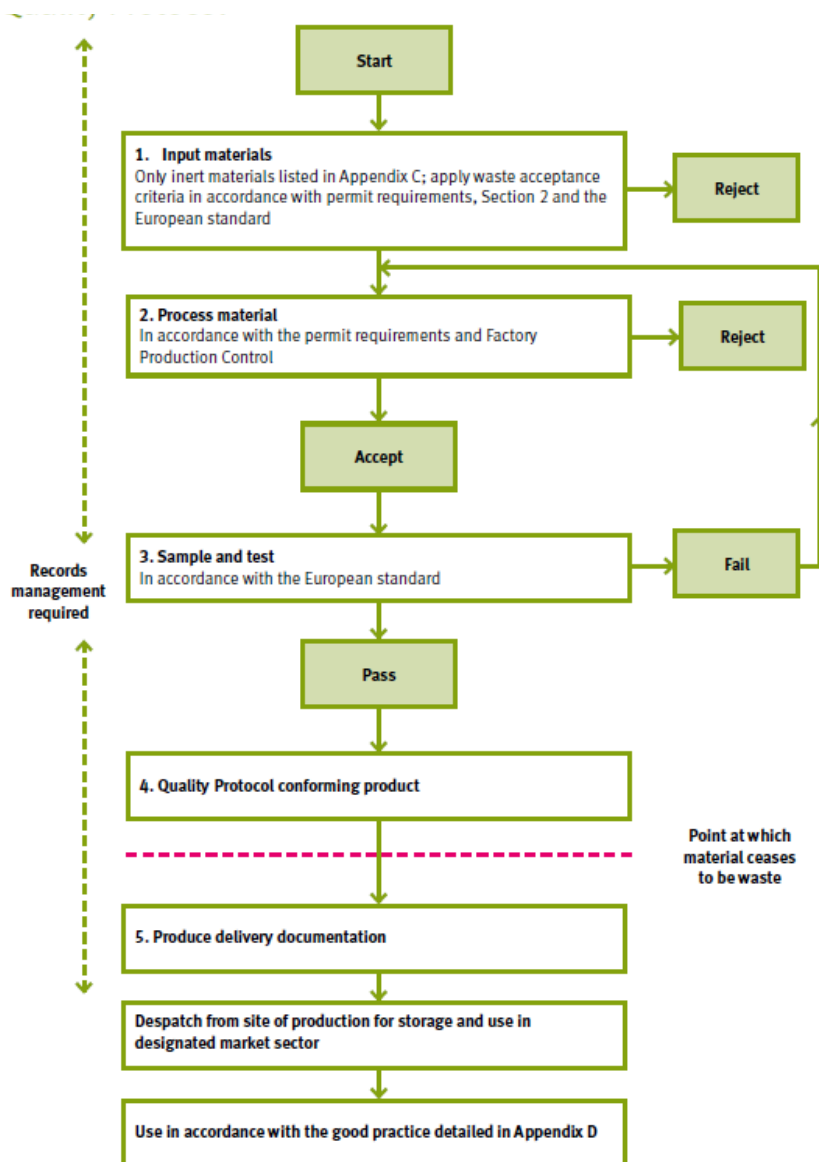


Figure 1 : United Kingdom: Overall diagram of the main stages and control mechanisms in the Quality Protocol for manufacturing aggregate from inert waste (RECORD, 2019)

Dans le cas de l’Autriche, la démarche est basée sur l’évaluation des conditions d’admission des déchets en installation de stockage de déchets inertes. L’ordonnance sur les matériaux de construction recyclés (2016) fixe les exigences à respecter pour la fabrication des matériaux de construction recyclés. Le guide pour les granulats de construction recyclés paru en 2017 précise les modalités de production de granulats à partir de déchets de construction/démolition pour des applications données. Il établit le type d’évaluation à effectuer sur les matériaux (prêts à être utilisés) et définit la classification des granulats issus de déchets de construction/démolition selon les seuils de lixiviation et contenu total.

Le texte réglementaire sur les matériaux de construction recyclés définit aussi les exigences pour la sortie de statut de déchets des granulats recyclés. Les critères spécifiques de sortie de statut de déchets des granulats de construction/démolition sont également présentés.

In the case of Austria, the approach is based on assessing conditions to allow waste into inert waste landfills. The ordinance on recycled construction materials (2016) sets the requirements to be followed for manufacturing recycled construction materials. The ordinance of recycled construction aggregates that came out in 2017 explains the methods for producing aggregate from construction/demolition waste for the given applications. It states the type of assessment to be performed on the materials (ready to use) and defines the classification of aggregates coming from construction/demolition waste according to leaching thresholds and total content.

The regulatory text on recycled construction materials also defined requirements for end of waste status of recycled aggregate. It also presents the specific criteria for waste reclassification of construction/demolition aggregate.

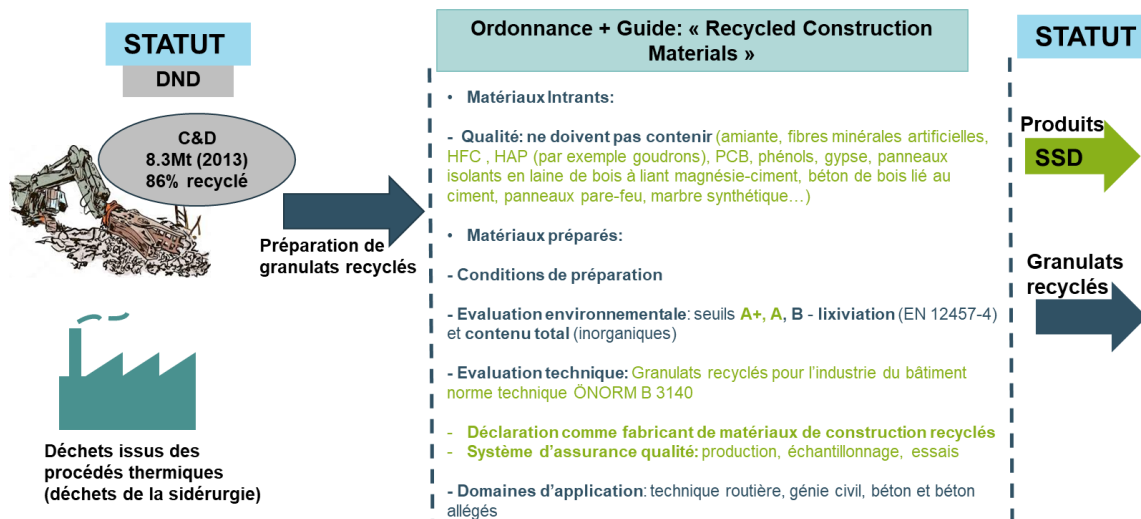


Figure 2 : Autriche : Schéma global de la démarche d'évaluation des matériaux/déchets candidats à la valorisation en produits de construction (RECORD, 2019)

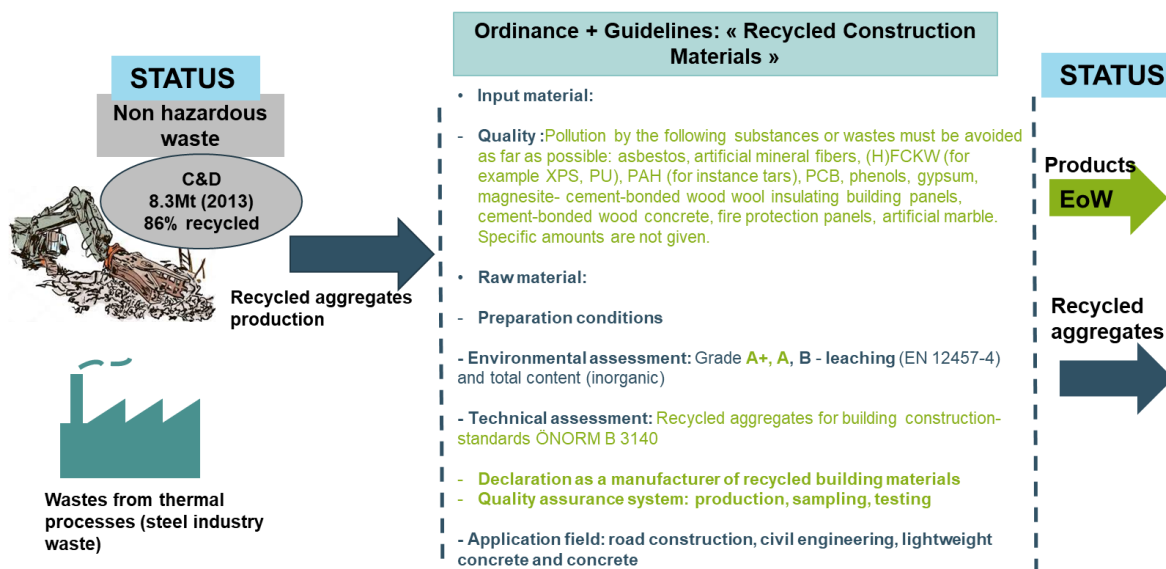


Figure 2 : Austria: Overall diagram of the approach to assess materials/waste that might be repurposed into construction products (RECORD, 2019)

Dans le cas des Pays-Bas, les critères de qualité environnementale des « Matériaux de construction » sont établis pour tous les matériaux de construction sur la base d'une approche du type de celle qui a conduit à la définition des seuils d'admission en décharge (modélisation inversée de l'impact de scénarios de dépôt de déchets sur la qualité des eaux souterraines) et se traduit par une caractérisation du contenu total et du comportement à la lixiviation adapté à la nature granulaire ou monolithique du matériau. Seulement 3 gammes de seuils sont définies, l'une pour les matériaux granulaires, une autre pour les matériaux monolithiques et une troisième pour les matériaux utilisables uniquement avec des mesures de protection particulières vis-à-vis des milieux.

Le Soil Quality Decree (2007) constitue le texte de base de cette démarche. Il simplifie l'utilisation des matériaux en construction car à la différence des autres réglementations ce décret ne fait plus la distinction entre les produits à base de matières premières naturelles et ceux à base de matières premières secondaires. Une réglementation avec des critères de SSD spécifiquement pour les déchets « pierreux » issus de la

In the case of the Netherlands, the environmental quality criteria for "Construction Materials" are stated for all construction materials based on an approach that has led to defining landfill admission thresholds (inverse modelling of the impact of deposit scenarios on the quality of underground waters) and it is translated by characterisation of the total content and how it reacts to leaching adapted to the granular or monolithic nature of the material. Only 3 threshold ranges are defined, one for granular materials, another for monolithic materials and a third for materials that can only be used with specific protection measures depending on the environments.

The Soil Quality Decree (2007) is the base text for this approach. It simplifies the use of the materials in construction because, as opposed to the other regulations, this decree no longer distinguishes whether products are based on natural raw materials or secondary raw materials. A regulation with specific waste reclassification criteria for "stony" waste from construction, restoration and demolition of buildings, roads

construction, la rénovation, et la démolition d'immeubles, de routes ou pour les déchets de type et de composition similaire a été aussi développée.

or for waste of a similar type and composition was also developed.

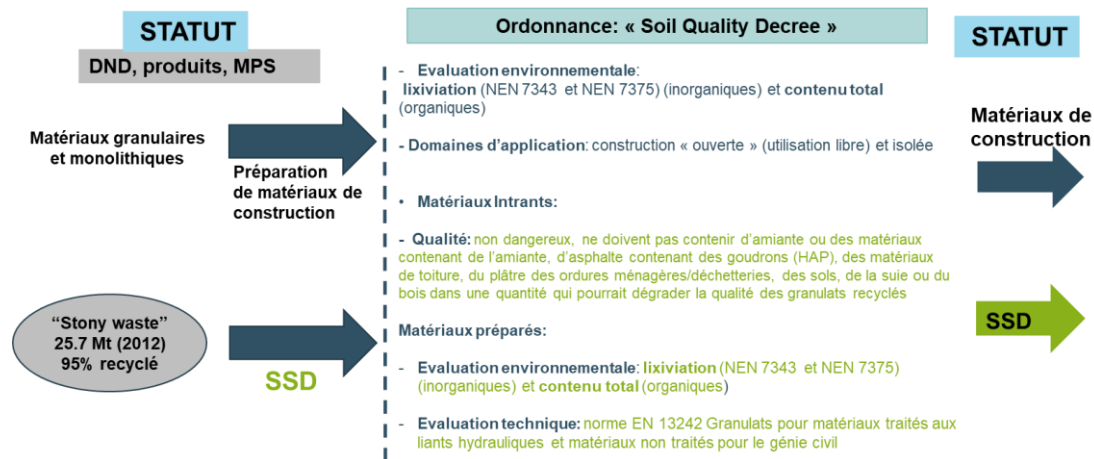


Figure 3 : Pays-Bas : Schéma global de la démarche d'évaluation des matériaux/déchets candidats à la valorisation en produits de construction (RECORD, 2019)

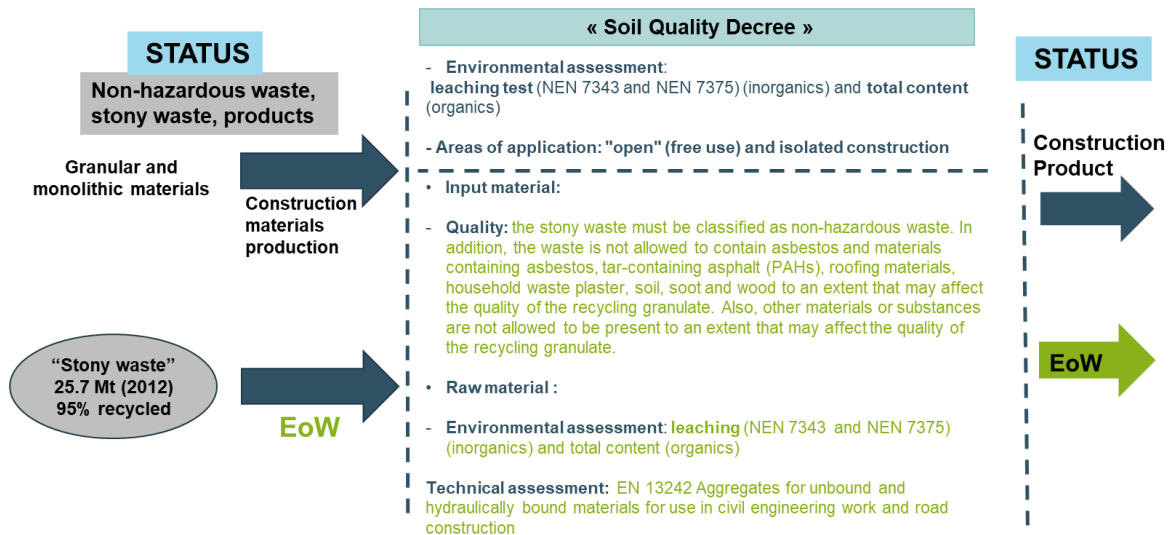


Figure 3 : The Netherlands: Overall diagram of the approach to assess materials/waste that might be repurposed into construction products (RECORD, 2019)

L'Allemagne dispose à présent d'une ordonnance cadre « Substitute Building Materials Ordinance » en version provisoire de 2017 qui a pour objectif de favoriser la valorisation des déchets minéraux qui constituent un des flux de déchets les plus importants dans le pays. Les critères de qualité environnementale des « Matériaux de construction de substitution » sont établis sur la base d'une approche du type de celle qui a conduit à la définition des seuils d'admission en décharge (modélisation inversée de l'impact de scénarios de dépôt de déchets sur la qualité des eaux souterraines) et se traduit par une caractérisation du comportement à la lixiviation par percolation à flux ascendant. Les seuils sont définis pour chaque combinaison de déchet et type d'application (plus de 20 au total)

En ce qui concerne la sortie de statut de déchet, la liste des matériaux qui peuvent prétendre à ce statut est donnée dans le projet d'ordonnance.

Germany currently has a "Substitute Building Materials Ordinance" framework ruling in a provisional version from 2017 that aims to encourage mineral waste recycling as this is one of the largest flows of waste in the country. The environmental quality criteria for "Construction Materials Substitution" are stated based on an approach that has led to the definition of landfill admission thresholds (inverse modelling of the impact of deposit scenarios on underground water quality) and it is translated by a characterisation of how it reacts to leaching by ascending flow percolation. The thresholds are defined for each waste combination and type of application (more than 20 in total)

As far as the waste reclassification is concerned, the list of materials that can claim this status appears in the ordinance project.

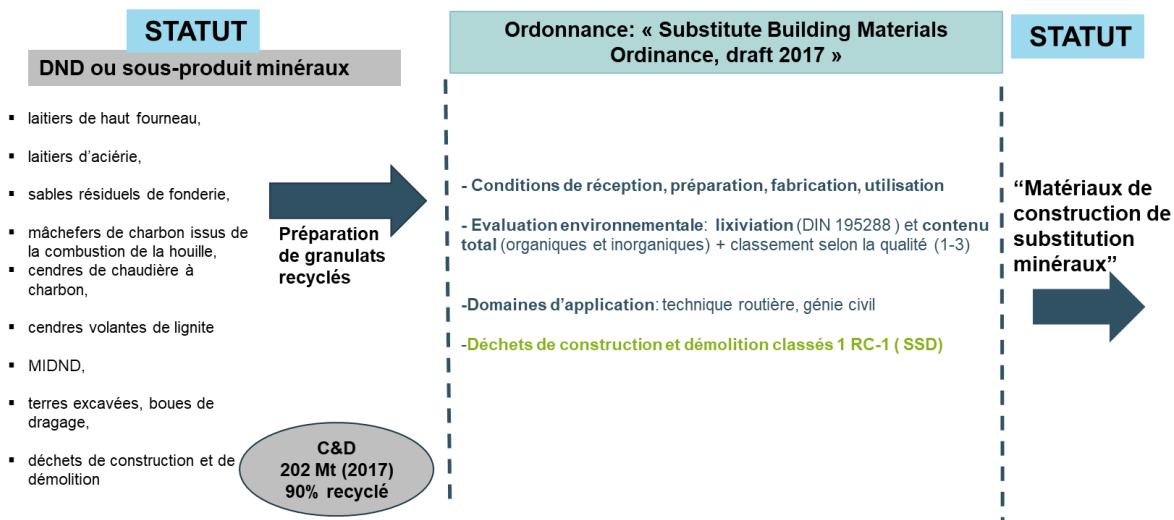


Figure 4 : Allemagne : Schéma global de la démarche d'évaluation des matériaux/déchets candidats à la valorisation en produits de construction (RECORD, 2019)

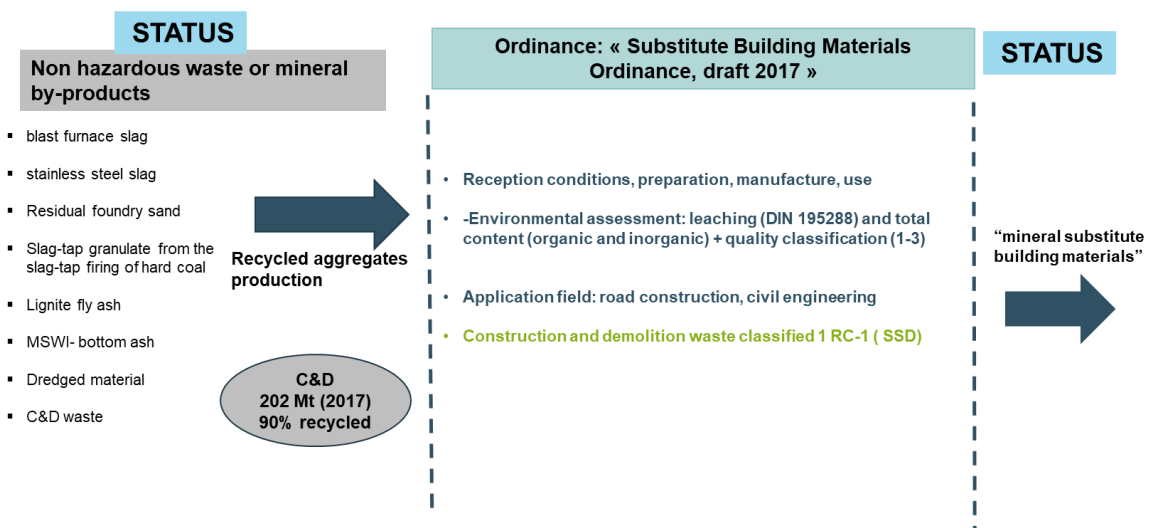


Figure 4 : Germany: Overall diagram of the approach to assess materials/waste that might be repurposed into construction products (RECORD, 2019)

En ce qui concerne les valeurs limites existantes (lixiviation et contenu total) et les tests normalisés utilisés dans les différents pays pour définir l'utilisation de matériaux minéraux dérivés de déchets, il a été observé un manque d'harmonisation. Les valeurs limites ne sont pas entièrement comparables puisque les paramètres mesurés changent d'une réglementation à l'autre, les valeurs correspondent à des protocoles d'essai de lixiviation différents (Batch et colonne) avec des ratios L/S variables et, pour certains pays comme l'Allemagne et l'Autriche, les valeurs sont spécifiques à des matériaux et/ou des applications précises.

Recommandations pour l'évaluation de l'acceptabilité de matériaux alternatifs en construction en France

La définition d'une démarche d'évaluation de l'acceptabilité de matériaux alternatifs en construction relève d'un compromis entre trois principaux critères qui ont des interactions entre eux : **Simplicité d'application de la démarche, étendue du périmètre et niveau de confiance attendu par les utilisateurs de la démarche.**

Regarding the existing limit values (leaching and total content) and the standardised tests used in the different countries to define the use of mineral materials derived from waste, a lack of harmonisation was observed. The limit values are not entirely comparable as the measured parameters change from one regulation to the other, the values correspond to different leaching test protocols (batch and column) with variable L/S ratios and, for some countries such as Germany and Austria, the values are specific to the materials and/or the precise applications.

Guidelines for acceptability assessment of raw materials in construction in France

The definition of an approach to assess the acceptability of raw materials in construction reveals a compromise between three main criteria that interact with each other: **Simplicity of applying the approach, spread of the scope and level of confidence expected by the approach's users.**

Les recommandations issues de cette étude sont fondées sur la recherche d'un compromis entre ces trois principaux critères.

1. Encadrement du périmètre établi sur la base de besoins en ressources alternatives et de gisement correspondant à l'échelle de territoires cohérents en termes de gisements et de besoins en ressources : définition des besoins stratégiques en ressources alternatives et identification des matériaux alternatifs correspondant.

2. Identification et vérification des spécifications techniques correspondant à la fonction utile du matériau alternatif dans son usage : granulats, correcteurs granulométriques, charges (grave, sable, filler), filler actif, liant pour matériaux préfabriqués non structurels, ...

3. Conceptualisation des scénarios d'exposition du matériau alternatif vis-à-vis des milieux naturels et des cibles sanitaires (modalités d'émission et de transfert de substances) sur la base des principaux usages des matériaux finis incorporant des matériaux alternatifs, en distinguant les scénarios sensibles, adaptés à un gisement limité de matériaux alternatifs de haute qualité environnementale, des scénarios plus courants :

- Modalités de contact matériau / eaux : contact permanent/intermittent ; matériau granulaire ou monolithique
- Conditions d'émission maximales de substances dans l'eau – Flux maximal correspondant
- Flux maximal acceptable de substances pour les milieux récepteurs

4. Conception d'une procédure d'essai (méthode, protocole d'essai) à l'aide des essais d'évaluation du relargage normalisés au niveau européen pour les matériaux de construction (CEN TS 16637) avec des seuils associés en correspondance avec les scénarios d'exposition, adaptés au niveau de risque, adaptés aux caractéristiques de la majorité des matériaux candidats :

- Caractérisation minimale du matériau alternatif : vérification de la variabilité des caractéristiques environnementales du matériau alternatif
- Caractérisation du matériau fini vis-à-vis de l'émission de substances dans l'eau et dans l'air intérieur : vérification de l'acceptabilité environnementale du matériau fini pour un usage défini (procédure susceptible de s'appliquer à l'ensemble des matériaux de construction quel que soit l'origine de leurs constituants)

5. Participation des producteurs et utilisateurs de ressources alternatives dans la validation de la démarche d'évaluation technique et environnementale

6. Mise en place d'une procédure d'assurance qualité et de traçabilité sur le matériau alternatif

7. Mobilisation d'un organisme indépendant responsable de la validation de l'acceptabilité du matériau alternatif dans un usage défini

8. Extension du contrôle technique de la construction à la validation du bon usage de la mise en œuvre du matériau tel qu'il a été validé comme acceptable (conservation par le Maître d'Ouvrage dans le Dossier des Ouvrages Exécutés).

The recommendations from this study are founded on seeking a compromise between these three main criteria.

1. Management of the scope established on the basis of needs for alternative resources and for waste corresponding to the scale of the territories, coherent in terms of deposits and needs for resources: definition of the strategic needs for alternative resources and identification of corresponding alternative materials.

2. Identification and verification of the technical specifications corresponding to the useful function of the alternative material in its use: aggregate, size fraction correctors, loads (gravel, sand, filler), active filler, binder for non-structural prefabricated materials, etc.

3. Conceptualization of alternative material exposure scenarios compared to natural environments and health targets (emission and substance transfer methods) on the basis of main uses of finished materials incorporating alternative materials, by differentiating the sensitive scenarios, adapted to a limited deposit of high environmental quality alternative materials, from the most current scenarios:

- Material/water contact methods: permanent/intermittent contact; granular or monolithic material*
- Conditions for maximum emission of substances in the water – Maximum corresponding flow*
- Maximum acceptable flow of substances for the recipient environments*

4. Design of a test procedure (method, test protocol) using release assessment tests standardised to European level for construction materials (CEN TS 16637) with associated thresholds corresponding to the exposure scenarios, adapted to the risk level, adapted to the characteristics of most potential materials:

- Minimal characterisation of the alternative material: verification of the variability of the environmental characteristics of the alternative material*
- Characterisation of the material regarding release of substances into the water and indoor air: verification of the finished material's environmental acceptability for a defined use (procedure likely to be applied to all construction materials regardless of the origin of their constituents)*

5. Participation from producers and users of alternative resources in validation of the technical and environmental assessment approach.

6. Setting up a quality assurance and traceability procedure on the alternative material.

7. Mobilization of an independent organization that is responsible for validation of the alternative material's acceptability in a defined use.

8. Extension from technical control of the construction to validating good use of the material's implementation as it has been validated as acceptable (kept by the Contracting Authority in the List of Completed Projects).