

**Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement  
15, Avenue Prince de Liège B- 5100 Jambes**

## **Guide méthodologique pour l'Évaluation des Incidences sur l'Environnement**

# **FABRICATION DE PRODUITS CERAMIQUES**



**RÉGION WALLONNE**

## Table des matières

<b>Table des matières</b> .....	<b>2</b>
<b>Avant-propos</b> .....	<b>3</b>
<b>Avertissement</b> .....	<b>5</b>
<b>Méthodologie</b> .....	<b>6</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Secteur</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Procédés de fabrication des produits céramiques et des produits en terre cuite</b> .....	<b>8</b>
2.1. Matières premières .....	9
2.2. Procédés de fabrication.....	10
2.3. Le séchage .....	13
2.4. L'émaillage.....	13
2.5. La cuisson .....	13
<b>Matrice</b> .....	<b>16</b>
<b>Incidences potentielles</b> .....	<b>18</b>
<b>L'air</b> .....	<b>18</b>
Emission de gaz à effet de serre .....	18
Emissions de gaz qui appauvrissent la couche d'ozone et/ou favorise la pollution photo oxydante .....	19
Aptitude du site à disperser les polluants .....	20
Qualité physico-chimique de l'air .....	20
Techniques de réduction des émissions de polluants.....	23
<b>L'eau</b> .....	<b>32</b>
Débit annuel moyen du milieu récepteur.....	32
Objectifs de qualité.....	32
Caractérisation de la couche aquifère .....	32
Objectifs de qualité.....	32
<b>Le sol et le sous-sol</b> .....	<b>33</b>
Sensibilité à l'érosion .....	33
Qualité et usage du sol.....	33
Stabilité.....	33
<b>Biotopes (aquatiques, terrestres et souterrains)</b> .....	<b>33</b>
Qualité biologique .....	33
Maillage écologique .....	33
Valeur patrimoniale du milieu naturel concerné.....	34
<b>Déchets : gestion des déchets</b> .....	<b>34</b>
<b>Ressources naturelles du sol et du sous-sol : gestion rationnelle</b> .....	<b>34</b>
<b>Santé et sécurité : maladies et accidents</b> .....	<b>34</b>
Toxicité des poussières.....	34
Risques d'explosion.....	34
<b>Cadre de vie</b> .....	<b>35</b>
Ambiance olfactive : odeurs .....	35
Ambiance auditive : bruit .....	35
Visuel : qualité paysagère.....	35
<b>Intégrité : biens matériels et patrimoine</b> .....	<b>35</b>
Valeurs patrimoniales des biens immobiliers .....	35
Intégrité physique des biens matériels.....	35
Capacité des équipements et infrastructures publics .....	35

Préalable à une éventuelle autorisation, l'évaluation environnementale est un processus qui vise la prise en compte des incidences d'un projet sur l'environnement tout au long des phases de réalisation dudit projet depuis sa conception jusqu'au réaménagement éventuel du site en passant par l'exploitation. Ensemble des informations fournies par le demandeur, par l'étude d'incidences, par les opinions et réactions des instances et du public susceptibles d'être concernés par le projet, l'évaluation environnementale est, pour l'autorité compétente, un des outils nécessaires à sa prise de décision.

Instrument privilégié du système, l'étude d'incidences doit aider le maître d'ouvrage à concevoir un projet le plus respectueux possible du milieu dans lequel celui-ci s'inscrit, tout en étant acceptable aux plans techniques et économiques. Elle permet, par l'analyse et l'interprétation des relations et interactions entre les facteurs exerçant une influence sur le milieu biophysique, les ressources naturelles et le milieu humain, de mettre en évidence l'ensemble des incidences probables ou prévisibles, subjectives ou objectives, directes ou indirectes, réversibles ou permanentes, qui résultent d'un effet objectif causé par une action et ce à court, moyen et long terme.

De plus, la comparaison et la sélection de solutions de substitution sont intrinsèques à la démarche d'évaluation environnementale ; l'étude d'incidences identifie clairement les objectifs et les critères de choix de la variante privilégiée.

Il apparaît donc que l'étude d'incidences tente de traduire sur une échelle de valeurs souvent subjective les incidences du projet sur l'environnement c'est-à-dire le résultat d'une comparaison entre deux états : l'état de référence ou état initial et l'état final qui résulte d'un effet objectif causé par une action. Inévitablement teintée de subjectivité due notamment

- au degré d'incertitude comme par exemple au niveau de la compréhension du fonctionnement des systèmes techniques, environnementaux ou sociaux ;
- aux choix à opérer au niveau d'une méthodologie d'évaluation environnementale ;
- à la présentation des résultats comme par exemple le choix des échelles ou l'emploi des couleurs dans des graphiques, la classification qualitative des incidences (négligeable, peu significative, importante, réelle,...), cette subjectivité ne pourra, sinon disparaître, au moins être atténuée que si, pour chaque compartiment environnemental étudié, l'étude fait preuve d'un esprit scientifique en matière d'objectivité, de précision, de méthode et que, sous peine d'introduire une distorsion dans la comparaison des incidences positives et négatives, les incertitudes et les choix opérés au niveau des subjectivités sont clairement indiqués ; que les résultats sont justifiés de façon explicite.

Le présent guide méthodologique vise à aider les différents acteurs qui prennent part au système d'évaluation environnementale qu'il s'agisse des concepteurs de projets, des maîtres d'ouvrage, des auteurs d'études d'incidences ou encore des autorités et administrations compétentes, à réaliser un projet conformément à l'un des principes de l'évaluation environnementale selon lequel le moyen le plus efficace d'atteindre un des objectifs de développement durable est de déterminer les effets négatifs sur l'environnement et de les prendre en considération le plus tôt possible dans la phase de planification des projets. Souple et ouvert, ce guide

- recense prioritairement les incidences potentielles spécifiques au secteur d'activité concerné, ce qui implique que les incidences génériques ainsi que les informations générales à fournir obligatoirement dans le cadre d'un processus d'EIE, quel que soit le secteur et quel que soit le projet, sont censées être décrites par ailleurs ; un même projet peut évidemment couvrir des activités relevant de plusieurs guides au contenu sectoriel qui seront dans ce cas intégrés dans l'évaluation globale ; de même, il peut arriver qu'une ou des composante(s) d'un certain processus de fabrication (donc, d'un certain guide) soi(en)t en pratique délocalisée(s) et fasse(nt) par exemple partie(s) intégrante(s) d'un autre atelier ; dans ce cas également, les composantes délocalisées pourront être, suivant le cas d'espèce, intégrées dans l'évaluation globale du projet ;
- répertorie les incidences essentielles pour les prises de décision, en évitant la collecte d'informations inutiles et le gaspillage de ressources ;

- est rédigé d'une manière ouverte et souple afin de se prêter à la "dynamique" des EIE, des réglementations et des technologies de production.
- examine la situation en tenant compte à la fois du régime d'exploitation normal et parfois, lorsque l'environnement risque d'en être notablement affecté, des démarrages, des fuites, des dysfonctionnements, des arrêts momentanés, des ralentissements.
- intègre également, de manière appropriée, des mesures préventives pour assurer la protection de l'environnement, eu égard notamment aux substances ou aux technologies mises en œuvre, à l'exclusion des accidents majeurs et des matières de compétences fédérales (telles que la protection du travail, les normes de produits, les radiations ionisantes,...).

L'adoption d'une politique environnementale et de développement durable et la consultation du public en début de procédure sont présentées comme des objectifs dont le but est d'assurer une meilleure planification du développement et sont basées sur la volonté et la responsabilisation des initiateurs de projets.

## Avertissement

Rédigé par la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE) du Ministère de la Région wallonne sur la base des travaux confiés à des bureaux d'études extérieurs spécialisés dans les domaines techniques et environnementaux du secteur considéré, ce guide ne présente aucun caractère obligatoire ou contraignant de quelque nature que ce soit.

C'est avant tout un document d'aide à l'intention de tous les acteurs concernés à un niveau ou à un autre par le processus d'évaluation environnementale et qui contient des informations indispensables qui leur permettent d'apprécier les incidences majeures potentielles du type de projet considéré sur l'environnement.

Ce guide méthodologique ne se veut pas exhaustif pas plus qu'il ne doit être interprété comme un substitut au contenu des études d'incidences défini par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement et ses arrêtés d'application. Par conséquent il ne dispense pas, l'auteur d'étude d'incidences notamment, d'analyser tout autre point pertinent qui prendrait en compte par exemple les caractéristiques techniques propres au projet étudié, les conditions géographiques, topographiques, géologiques ou encore hydrographiques du milieu concerné, les conditions humaines, et sociales ou encore les écosystèmes particuliers sis sur ou à proximité du site d'implantation du projet.

La méthodologie utilisée pour l'identification des incidences du projet sur l'environnement est basée sur la méthode matricielle développée par la Fondation Universitaire du Luxembourg (F.U.L.)<sup>1</sup>.

Cette méthode permet de mettre en relation les hypothèses d'action du projet sur le milieu récepteur exprimées dans les colonnes, ou abscisse, avec les éléments biophysiques et humains constitutifs du milieu récepteur consignés dans les lignes, ou ordonnée, de la matrice.

En abscisse, les principales caractéristiques du projet varient, par définition, d'un projet à un autre mais il y a au moins deux grandes phases qui sont communes à tous et qu'il convient d'analyser :

- la phase de chantier ;
- la phase d'exploitation de l'activité ;

Enfin, le cas échéant, il convient d'analyser :

- la phase de réaménagement après fin d'exploitation.

Parmi ces phases, cinq catégories générales de facteurs de perturbation du milieu ont été identifiées :

- les caractéristiques susceptibles d'effets liées à l'encombrement du projet comme les facteurs de forme de l'immobilier, la consommation de sol ;
- les caractéristiques de consommation de ressources naturelles qui permettent d'identifier et/ou quantifier cette consommation sur les ressources du milieu local et/ou extra local ;
- les rejets et/ou émissions associés au projet ;
- les stockages internes considérés comme de fréquentes sources de risque d'émission accidentelle ou récurrentes ;
- les impacts propres au type de projet considéré.

En ordonnée ont été fixées les composantes du milieu naturel qui sont d'une part le milieu biophysique :

- le climat et l'ozone stratosphérique;
- l'atmosphère;
- l'eau;
- le sol et le sous-sol;
- les biotopes;

et d'autre part, le milieu humain :

- les déchets;
- les ressources naturelles du sol et du sous-sol;
- la santé/sécurité;
- le cadre de vie;
- les biens matériels et le patrimoine.

Au niveau de la grille ainsi construite, c'est au croisement des lignes et des colonnes que s'expriment les incidences majeures et potentielles du type de projet auxquelles il conviendra de répondre même si, dans le cadre précis du projet étudié, cette analyse s'avère être sans objet.

<sup>1</sup> Fondation Universitaire Luxembourgeoise (1996) : *Conception et expérimentation d'une méthodologie pour l'identification et l'évaluation des incidences d'un projet sur l'environnement* ; Convention Région wallonne – FUL .

## 1. Secteur

Ce document est un guide détaillant, pour le secteur d'activité concerné, l'ensemble des nuisances environnementales qui peuvent être générées lors de la phase d'exploitation et, le cas échéant, lors de la phase de démantèlement des installations. Les nuisances liées à la phase de construction ne sont pas ici détaillées, car non spécifiques aux secteurs concernés.

Pour chaque nuisance potentielle mise en évidence, nous décrivons succinctement les différentes techniques d'atténuation possibles. Ces techniques seront décrites sur bases des technologies actuellement disponibles.

Ce guide est relatif aux industries de fabrication de produits céramiques reprises dans la rubrique générique n°26 (Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques) de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées - M.B. du 21 septembre 2002.

Les différents sous-secteurs de cette activité générale sont couverts par plusieurs rubriques. Le présent guide se réfère strictement aux rubriques et sous rubriques suivantes, comportant des activités relevant de la classe 1 (capacité installée de production supérieure ou égale à 500 T/jour) et donc soumises à étude d'incidences :

### 26.2 Fabrication de produits céramiques

26.20.03	Fabrication de produits céramiques divers
26.21.03	Fabrication de produits céramiques à usage domestique et ornemental (en porcelaine ou autres)
26.22.03	Fabrication d'appareils sanitaires en céramique
26.23.03	Fabrication d'isolateurs et de pièces isolantes en céramique
26.24.03	Fabrication d'autres produits céramiques à usage technique (pour usage chimique ou industriel)
26.25.03	Fabrication de produits céramiques non visés à d'autres rubriques
26.26.03	Fabrication de produits céramiques réfractaires

### 26.3 Fabrication de carreaux en céramique

26.30.01	Fabrication de carreaux en céramique
----------	--------------------------------------

### 26.4 Fabrication de tuiles, briques et autres produits en terre cuite pour la construction

26.40.01	Fabrication de tuiles, briques et autres produits en terre cuite pour la construction
----------	---

Les autres rubriques de ces secteurs ne comportant aucune activité relevant de la classe 1 ne sont donc pas couvertes par le présent guide. Il s'agit des installations de fabrication de céramiques et de produits en terre cuite dont la capacité installée de production est :

- supérieure ou égale à 10 kg/jour et inférieure à 100 kg/jour (classe 3)
- supérieure ou égale à 100 kg/jour et inférieure à 500 T/jour (classe 2)

Les activités d'extractions et de manutentions des matières premières (principalement limons et argiles provenant de la découverte de carrière ou d'argilière) utilisées dans les secteurs développés dans ce guide méthodologique, ne sont pas traités dans le cadre de ce document. Ces activités font parties des rubriques 14.00 – Extraction de pierres, sables, argiles, sels, minéraux et 14.90 – Dépendances de carrières.

Les nuisances potentielles relatives aux opérations de déchargement, de stockage et de manutention de produits toxiques, dangereux ou inflammables, lorsque non spécifiques aux activités traitées, ne sont pas traitées ici. On peut notamment mentionner les risques liés à l'utilisation d'hydrocarbures pour l'alimentation de véhicules ou de centrales de chauffe.

La gamme des produits céramiques et en terre cuite issus des secteurs étudiés est diversifiée. Elle englobe des biens domestiques et ornementaux (vaisselles, poteries, sanitaires), des produits destinés

aux domaines de la construction (briques ordinaires de diverses dimensions, briques de parement de divers coloris, textures et dimensions, hourdis, briques d'isolation thermique, tuiles), des produits à hautes résistances thermique et chimique (briques réfractaires, nattes en fibres céramiques, creusets, porcelaines de laboratoire) et des produits céramiques techniques (isolateurs, pots catalytiques).

Ainsi, les domaines cibles des produits céramiques et en terre cuite vont d'un public large aux milieux industriels les plus divers (sidérurgie, métallurgie, cokerie, industrie chimique, industrie du verre,...) en passant par le domaine de la construction.

- Une telle diversité de produits pourrait laisser penser à une multitude de procédés de fabrication bien distincts. En réalité, le schéma de production des produits céramiques et en terre cuite est grosso modo identique pour l'ensemble des secteurs. Ainsi, seules des particularités (forme de la courbe de cuisson, technique de mise en forme, matières premières) se greffent sur une méthode de production dont les bases sont anciennes.

De manière à traiter les risques de nuisances pouvant être générées par les unités de production relevant de ce guide, nous avons choisi de procéder comme suit :

- nous avons décrit le procédé de mise en œuvre commun à toutes les filières de fabrication des produits céramiques en précisant le cas échéant les particularités de certaines ;
- nous avons présenté pour chaque critère d'évaluation des incidences potentielles les aspects concernant les secteurs étudiés.

Une grille d'évaluation, synthétisant ce guide, est insérée ci-après. Voir MATRICE.

La détermination des incidences potentielles de chaque activité traitée est basée sur l'expérience, sur des contacts opérés avec les Fédérations représentant les secteurs traités, sur la bibliographie, et sur les expériences réalisées à l'étranger.

Pour ce faire, ont notamment été contactées les deux fédérations suivantes :

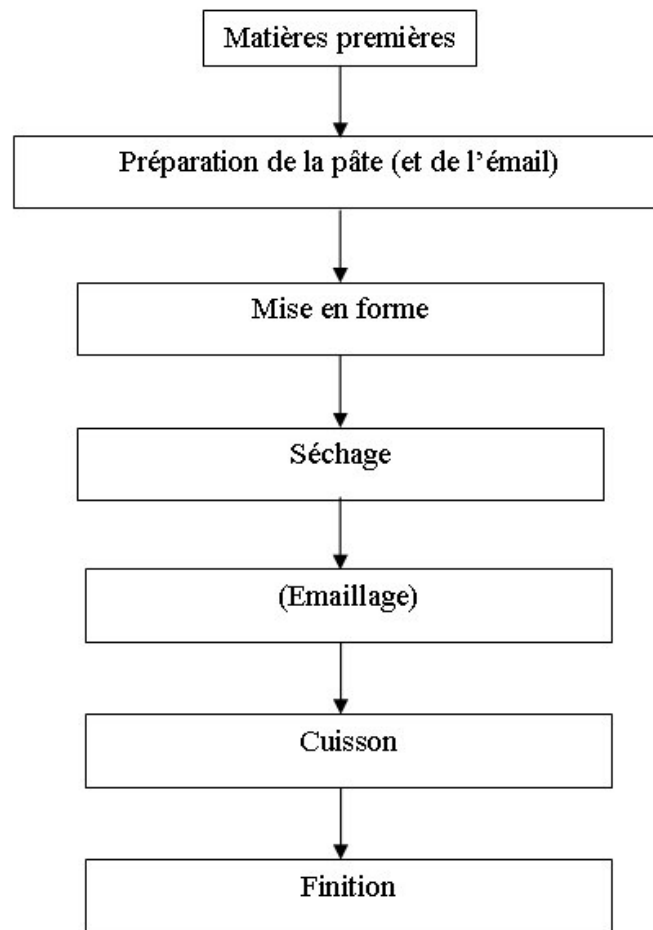
- Fédération Belge de la Brique – FBB (Mme DUFOURNI)
- Fédération des Industries Céramiques de Belgique et du Luxembourg - FEDICER (M. EECKMAN)

Pour les expériences à l'étranger, diverses informations ont été collectées principalement pour la France et les Etats-Unis via l'Internet.

## **2. Procédés de fabrication des produits céramiques et des produits en terre cuite**

Bien que les produits céramiques et les produits traditionnels en terre cuite soient multiples, les opérations de fabrication sont similaires et se succèdent dans un ordre identique.

Ainsi, le schéma principal de fabrication d'un produit céramique ou en terre cuite comprend un nombre limité d'opérations présentées ci-après :



On notera que des nouvelles céramiques de haute technologie sont de plus en plus courantes et ne font plus nécessairement intervenir le schéma classique de production ci-dessus. En effet, les progrès de la chimie et les recherches sur les nouvelles structures de matériaux ont permis de développer des phases nouvelles utilisés dans les céramiques de pointe. Ainsi, apparaissent des produits à base d'oxynitride, de nitrure, de carbure, de siliciures. De surcroît, le remplacement de l'argile pour des liants organiques (alcool polyvinylique, alginate, cire, carboxyméthylcellulose) permet l'utilisation de nouveaux procédés de façonnage et de séchage que ceux habituellement rencontrés dans les céramiques traditionnelles.

### 2.1. Matières premières

Les matières premières utilisées pour la préparation de la plupart des produits céramiques et terre cuite traditionnels sont généralement :

- des mélanges d'argiles (silicates d'alumine – exemple smectite, kaolinite, illite) et/ou de limons offrant la plasticité à la pâte ;
- du quartz, du sable, des feldspaths, du basalte, de l'andésite, du porphyre, de la chamotte, de la calcite, du schiste pour fournir la structure à la céramique (squelette), pour réduire la température de fusion lors de la cuisson (fondant) et réduire la plasticité de la pâte ;
- de l'eau pour adapter la plasticité de la pâte.

Pour certains produits réfractaires, l'argile, laquelle joue un rôle de liant, est mélangée à des minéraux possédant des propriétés de résistance à la cuisson. Ces minéraux sont entre autres la bauxite calcinée, la cyanite, la corindon, du carbure de silicium et du graphite.

Pour la production de produits poreux et de grandes capacités isolantes, des matières organiques (sciures de bois, fibres de cellulose, polystyrène,...) sont ajoutées dans la pâte.

Pour des raisons de qualité finale des céramiques et terres cuites traditionnelles (diminution du phénomène d'inflorescence<sup>2</sup>) ou d'esthétique, certains additifs sont mélangés dans la pâte tels que du carbonate de baryum, des oxydes de titane ou de manganèse.

Pour améliorer des préparations liquides (barbotine), il est souvent ajouté dans ces milieux aqueux des liquides organiques (alcools), des défloculants (cations monovalents, silicate de sodium, sels d'ammonium, des acides organiques (oléique, stéarique, benzoïque,...)), et des surfactants pour améliorer la dispersion des différentes matières premières et argiles ainsi que pour stabiliser le milieu. Des agents antimoussants sont parfois ajoutés dans les barbotines pour piéger les bulles de gaz présentes dans la phase liquide et favoriser leur élimination.

Pour les mélanges céramiques et des produits en terre cuite sous forme granulaire et les pâtes à extruder, des plastifiants, des liants et des lubrifiants y sont mélangés pour augmenter la flexibilité et la cohésion des mélanges céramiques ainsi que de réduire les forces de frictions et par conséquent limiter l'usure des équipements. Ces composés sont par exemple l'alcool polyvinylique, l'éthylène glycol, la glycérine et les acides stéarique et oléique.

Les matières intervenant dans la préparation de l'émail sont semblables à ceux intervenant dans la barbotine des produits en céramique. La différence essentielle se situe au niveau de la quantité des fondants et la proportion des oxydes, plus importante dans les émaux.

Remarque : certaines productions (e.g. sanitaire, creuset de laboratoire) nécessitent l'emploi de moules en plâtre et/ou en résine. Par conséquent, des substances tels que des plastifiants, des solvants et des monomères interviennent dans le procédé de fabrication de certaines industries productrices de céramiques sans pour autant faire partie des matières premières.

## 2.2. Procédés de fabrication

La nécessité d'obtenir un produit ayant une structure homogène implique l'obtention de matières premières de faible granulométrie. Ainsi, les opérations de broyages et de malaxages sont incontournables dans un procédé de fabrication de pièces en céramique et en terre cuite.

Selon les cas, ces opérations sont effectuées :

- en milieux aqueux (barbotine) dans des installations dénommées usuellement *trommels* lesquels sont munis de galets généralement en matière siliceuse ; dans ces installations, les matières premières sont finement broyées ; ensuite, cette préparation est mélangée avec des matières argileuses dans des délayeurs ; généralement, afin d'éliminer les impuretés et les petites particules de fer, la barbotine passe à travers des tamis vibrants et des filtres électromagnétiques ; en fonction du type de mise en forme, la barbotine est laissée telle quelle ou déshydratée à l'aide d'installations de déshydratation mécanique (filtre presse) ;
- sans apports d'eau dans l'argile, cette dernière et les matières premières sont broyées et malaxées dans des broyeurs-mélangeurs mécaniques à meules verticales ou à cylindres horizontaux ; ensuite, la plasticité de la matière est adaptée par adjonction d'eau lors de la mise en forme.

La seconde grande étape d'un processus de fabrication de produits céramiques est la mise en forme des pièces. Les procédés de mise en forme peuvent être classés en :

- procédés à « sec » ou applicables aux matières grenues ;
- procédés applicables aux pâtes plastiques ;
- procédés utilisant la barbotine.

Les procédés à « sec » consistent à compacter et à façonner des céramiques sous formes grenues ou de poudre dans un moule souple ou dans une matrice rigide. Ces procédés peuvent être accomplis par pression sèche, par compactage isostatique et par compactage vibratoire.

La technique de pression sèche est utilisée pour la mise en forme de produits ayant une épaisseur relativement uniforme et de symétrie axiale. Elle s'applique à des poudres céramiques possédant une

---

<sup>2</sup> Inflorescence : apparition de cristaux de sulfate de sodium sur la surface

humidité allant de 5 à 15%. Le principe de la technique consiste à compacter le mélange entre un piston et une matrice, les pressions appliquées s'étendent généralement de 30 à 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Dans la technique de compactage isostatique, le degré d'humidité des poudres varie entre 0 et 15%. La matière à façonner est placée entre un moule flexible lequel est désaéré, scellé et un noyau en métal, le tout est placé dans une chambre pressurisée remplie d'un fluide (gaz ou liquide). Cette technique est utilisée pour la production de formes complexes et peut être mise en œuvre sous haute température. Le compactage par vibration est utilisé pour la production de pièce irrégulière à partir de poudres très fines.

Le procédé de mise en forme le plus couramment appliqué aux *pâtes plastiques* est l'extrusion : la pâte est malaxée dans un malaxeur généralement horizontal et est désaérée dans une chambre sous vide après avoir été subdivisée en petits fragments à travers une grille. Une fois désaérée, la pâte est forcée à travers une filière qui fournit un pain ou un colombin continu sectionné à intervalles réguliers. L'extrusion permet d'obtenir un produit de forme définitive (ex. briques) ou un produit intermédiaire qui subira une dernière opération de mise en forme telle que l'usinage.

L'humidité d'une pâte à étirer varie entre 8 et 12%. Pour éviter les frottements entre la pâte et la filière, des produits de lubrification sont ajoutés lors de l'extrusion.

Un autre procédé de fabrication couramment employé pour la production de produits tels que des briques est le procédé par moulage traditionnel qui se base sur la technique ancienne de façonnage à la main : une certaine quantité de pâte est jetée dans un moule préalablement sablé afin que celle-ci n'adhère pas aux parois, la terre crue est pressée pour remplir convenablement le moule lequel est ensuite retourné pour libérer son contenu. Cette technique est actuellement fortement mécanisée. Ce procédé de fabrication nécessite une pâte relativement ductile pouvant contenir jusqu'à 20% d'eau. Pour ce faire, les argiles sont stockées à l'extérieur de bâtiments afin qu'elles subissent les intempéries. Dans ce cas la pâte n'est pas désaérée.

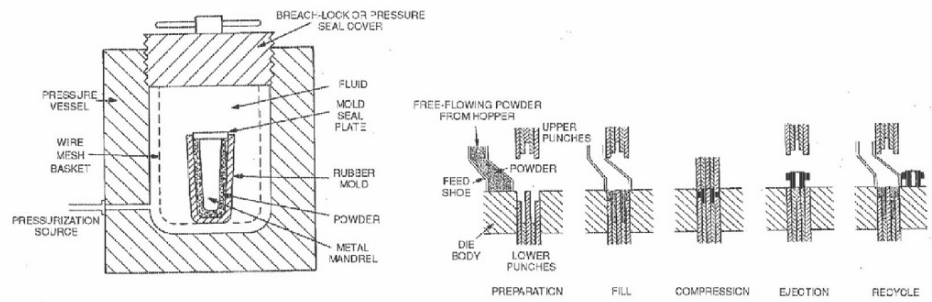
Pour les produits de grande série ayant des formes à symétrie axiale (ex. bols, assiettes, plats), les procédés dit de « jiggering » et de « jolleying » sont très souvent utilisés. Ils consistent à placer une quantité de pâte sur un moule en rotation lequel détermine une des surfaces du produit. La pâte est écrasée à l'aide d'un « pilon » muni à son extrémité d'une forme dont le profil détermine l'autre surface de la pièce en céramique. Lorsque la surface intérieure est façonnée par le moule en rotation, la technique employée est le « jiggering ». Si le moule en rotation détermine la face externe de la pièce, on parle de la technique de « jolleying ». Tout comme l'extrusion, les moules sont lubrifiés ou aspergés d'un brouillard d'eau.

La mise en forme de produits céramiques à *base de barbotine* est généralement opérée à l'aide d'un mélange contenant 20 à 35% d'humidité. La fabrication de sanitaires, de figurines creuses, de porcelaines de table, ... est usuellement fabriquée en versant de la barbotine contenant des substances dispersives et anti-moussantes (cfr point 3.1.1. « Les matières premières ») dans des moules en plâtre. La porosité de ces derniers conduit à une succion capillaire du liquide de la barbotine provoquant la formation d'un dépôt d'épaisseur croissante sur la paroi du moule. Lorsque l'épaisseur requise est atteinte, l'excès de barbotine est évacué et la pièce est démoulée.

Un autre procédé de mise en forme basée sur l'emploi de barbotine consiste à former un fin film de céramique sur une surface. Deux possibilités peuvent se présenter : le support est plongé dans la barbotine ou la bande est recouverte par de la barbotine qui s'écoule d'un réservoir. Ce procédé est continu et l'opération de séchage est effectuée dès le dépôt de la barbotine sur la surface.

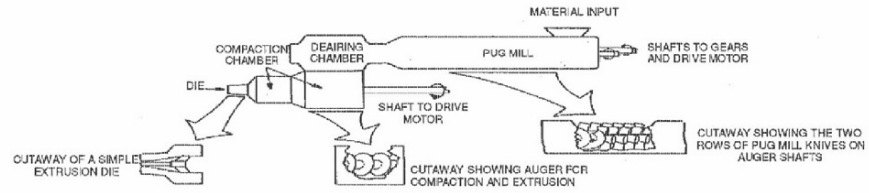
Ces derniers procédés permettent la production de feuilles en céramique, des substrats pour les isolants diélectriques et pour des conducteurs.

La figure de la page suivante reprend quelques schémas de principe de différents procédés de mise en forme de pâte et de barbotine.

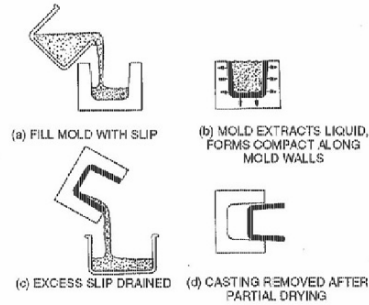


*Pression isostatique*

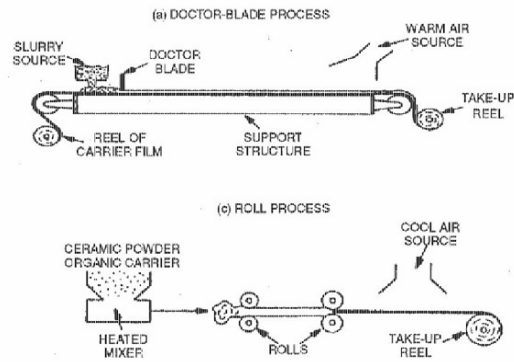
*Compaction*



*Mise en forme par extrusion*



*Moulage à partir de barbotine*



*Mise en forme de feuilles*

**Schémas de procédés de mise en forme**

### 2.3. Le séchage

Les produits « crus », c'est-à-dire n'ayant pas encore subi de traitements thermiques, doivent perdre une bonne part de l'eau qu'ils contiennent avant d'être cuits. En effet, la réalisation d'une cuisson d'un produit céramique « cru » conduit à un risque plus grand de fissuration et d'éclatement de la pièce céramique.

D'une façon générale, le séchage de pièces céramiques est réalisé progressivement en contrôlant deux paramètres primordiaux : la température et le degré d'humidité du milieu de séchage.

Les produits céramiques sont séchés dans des séchoirs où la température et le degré d'humidité sont modulés en fonction du temps ou dans des tunnels dans lesquels les produits progressent lentement dans des zones possédant des caractéristiques de température et d'humidité bien spécifiques.

Un cycle de séchage débute toujours par une atmosphère chaude et très humide lesquelles permettent une évaporation aisée de l'eau (faible viscosité de l'eau) contenue dans l'argile avec des tensions internes faibles au niveau de la structure solide. Le séchage des pièces doit être minutieusement contrôlé pour éviter des fissurations, des retraits différentiels importants et des distorsions des pièces (gauchissements, voilements).

Généralement, dans la production en grande série de pièces céramiques, le séchage est réalisé en utilisant l'air chaud des sections de refroidissement des fours tunnels (cfr point suivant).

On notera que les techniques de séchage ne se basent pas exclusivement sur le principe de séchage par l'air. Des alternatives ou des compléments à cette technique sont l'évaporation par effet Joule, par radiation infrarouge et par agitation moléculaire via des micro-ondes.

Les cycles de séchage varient de 2 jours pour la fabrication de briques à 15 jours pour la fabrication de pièces de forme complexe comprenant des différences d'épaisseur importante. A la fin du séchage, en fonction du produit fabriqué, l'humidité résiduelle dans la pièce en céramique se situe entre 0,5% et 6%.

### 2.4. L'émaillage

L'opération d'émaillage est utilisée à des fins d'esthétiques ou pour améliorer la résistance de surface dans le cas d'applications spécifiques (chimie, électrotechnique,...). Par conséquent, cette opération ne rentre pas systématiquement dans le processus de fabrication des industries qui nous occupent. Un émail ressemble dans la structure et la texture à du verre.

Elle consiste à recouvrir, par aspersion ou par trempage, une surface par un liquide composé par un mélange d'oxydes (alumine, quartz, zircone, oxyde de lithium, oxyde de sodium et potassium, oxyde de magnésium et de calcium, oxyde de zinc, oxyde de strontium, oxyde de baryum, oxyde de plomb,...), de carbonate et de borates.

### 2.5. La cuisson

La cuisson permet de consolider thermiquement une céramique en un corps dense composé de grains fins et uniformes. On associe régulièrement la cuisson à une agglomération ou une densification des particules de la céramique.

Une cuisson conventionnelle est accomplie à environ deux tiers de la température de fusion des matériaux à pression atmosphérique. Les températures de cuisson sont comprises en générale entre 800 et 1.500 C. Le tableau ci-dessous reprend des températures types de cuisson pour différentes production de céramique et de produits en terre.

<b>Produits céramiques</b>	<b>Intervalles de températures</b>
Briques de maçonnerie	1.000°C à 1.250°C
Briques de pavage	1.050°C à 1.200°C
Briques poreuses	900°C à 1.000°C
Tuiles	980°C à 1.100°C
Faïences	1.150°C à 1.250°C
Carreaux céramiques	1.150°C à 1.250°C
Porcelaines	1.150°C à 1.250°C
Grains d'argile expansés	1.050°C à 1.150°C
Porcelaines électriques	1.300°C à 1.400°C

### ***Températures de cuisson conventionnelle***

En plus d'une cuisson conventionnelle, d'autres méthodes sont utilisées incluant la cuisson sous pression, mise en forme sous haute température, cuisson au plasma, cuisson par infra rouge,...

La cuisson s'effectue dans deux grands types de fours :

- les fours à feu intermittent ;
- les fours à feu continu fixe ou fours tunnels.

Les fours à feu intermittent ou fours intermittents sont utilisés dans le cas de productions spéciales de petites séries. Ils sont généralement à flamme renversée de forme circulaire ou rectangulaire. Dans ce type de fours, les flammes s'élèvent d'abord le long des parois intérieures jusqu'à la voûte, pour ensuite sortir par les orifices percés dans la sole située dans la partie inférieure du four. Ce système de chauffe permet une bonne répartition de température car les gaz les plus chauds, et donc les plus légers, qui tendent à s'élever sont continuellement appelés vers le bas grâce à un tirage descendant.

Afin d'élever les flammes le long des parois, la bouche des foyers, généralement alignés latéralement à la base du four, est enfermée dans un conduit en maçonnerie ouvert à sa partie supérieure.

Les fours tunnels sont apparus dans la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle et permettent la production massive de pièces en céramique (briques, tuiles, cuvettes, hourdis, ...). Dans ces fours, la fournée est chargée sur des wagonnets qui parcourent un tunnel rectiligne et passe successivement par les zones dites de « préchauffage », de « cuisson » et de « refroidissement ». Ces fours ont le gros avantage de faciliter la manutention des pièces et d'éviter de réchauffer inutilement les maçonneries du four après les avoir refroidies. Les fumées de combustion sont utilisées pour le préchauffage des pièces à cuire et l'air utilisé pour le refroidissement des pièces cuites est envoyé au niveau des séchoirs pour la déshydratation des pièce en « cru ».

On notera qu'en Belgique, jusqu'à la fin des années 1970, il existait également un troisième type de fours, les fours dit « Hoffmann ». Ces fours étaient caractérisés par un feu continu mobile. Ils étaient constitués de deux galeries longitudinales accolées, en communication à leurs extrémités.

L'enfournement et le défournement des pièces en céramique étaient réalisés par l'intermédiaire de portes réalisées dans les murs extérieurs.

Lors de la fabrication de produits isolants, les matières organiques ou les polymères contenus dans le mélange argileux sont brûlés permettant de rendre poreux le produits (présence de vides).

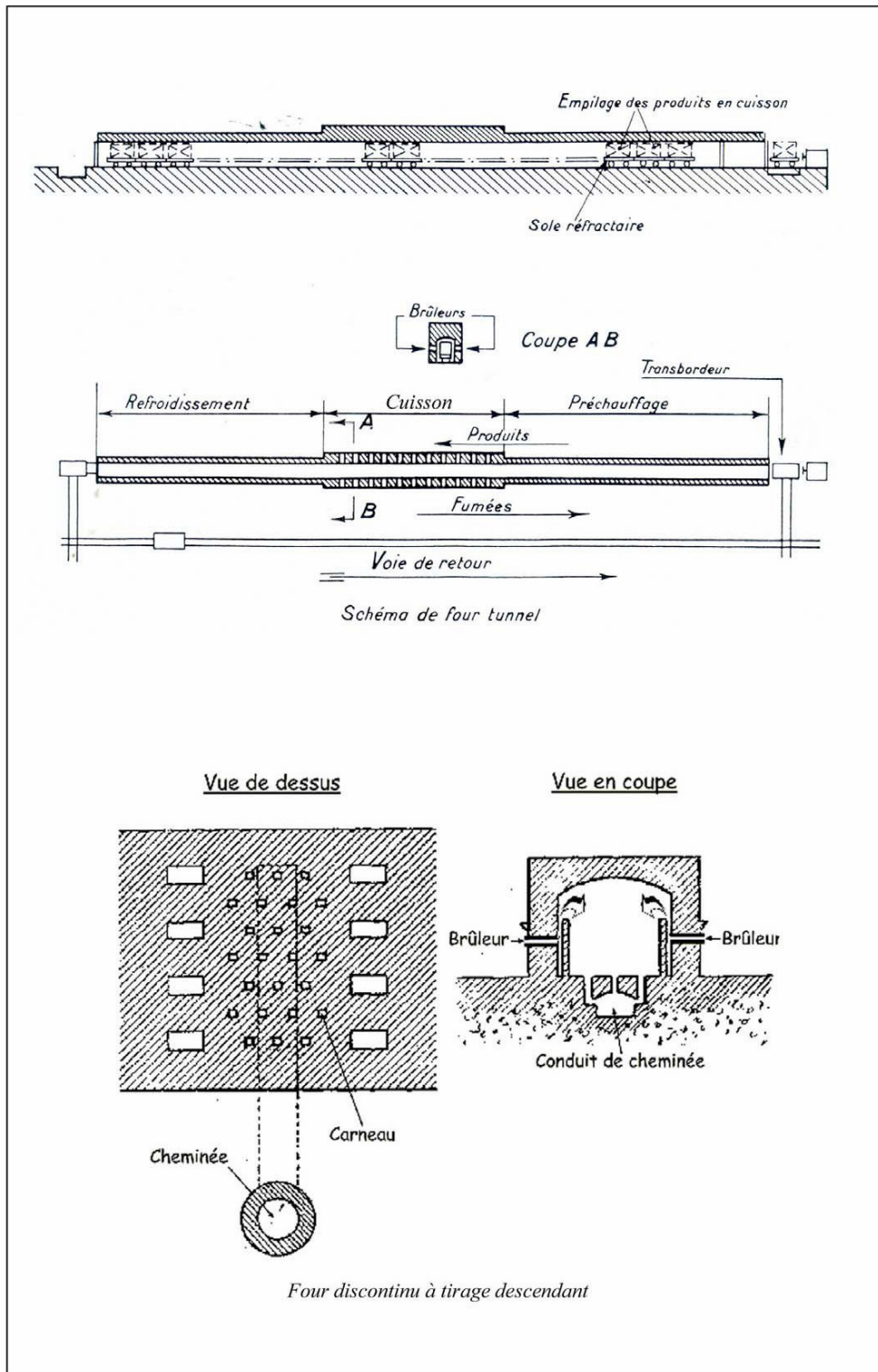


Schéma de types de fours

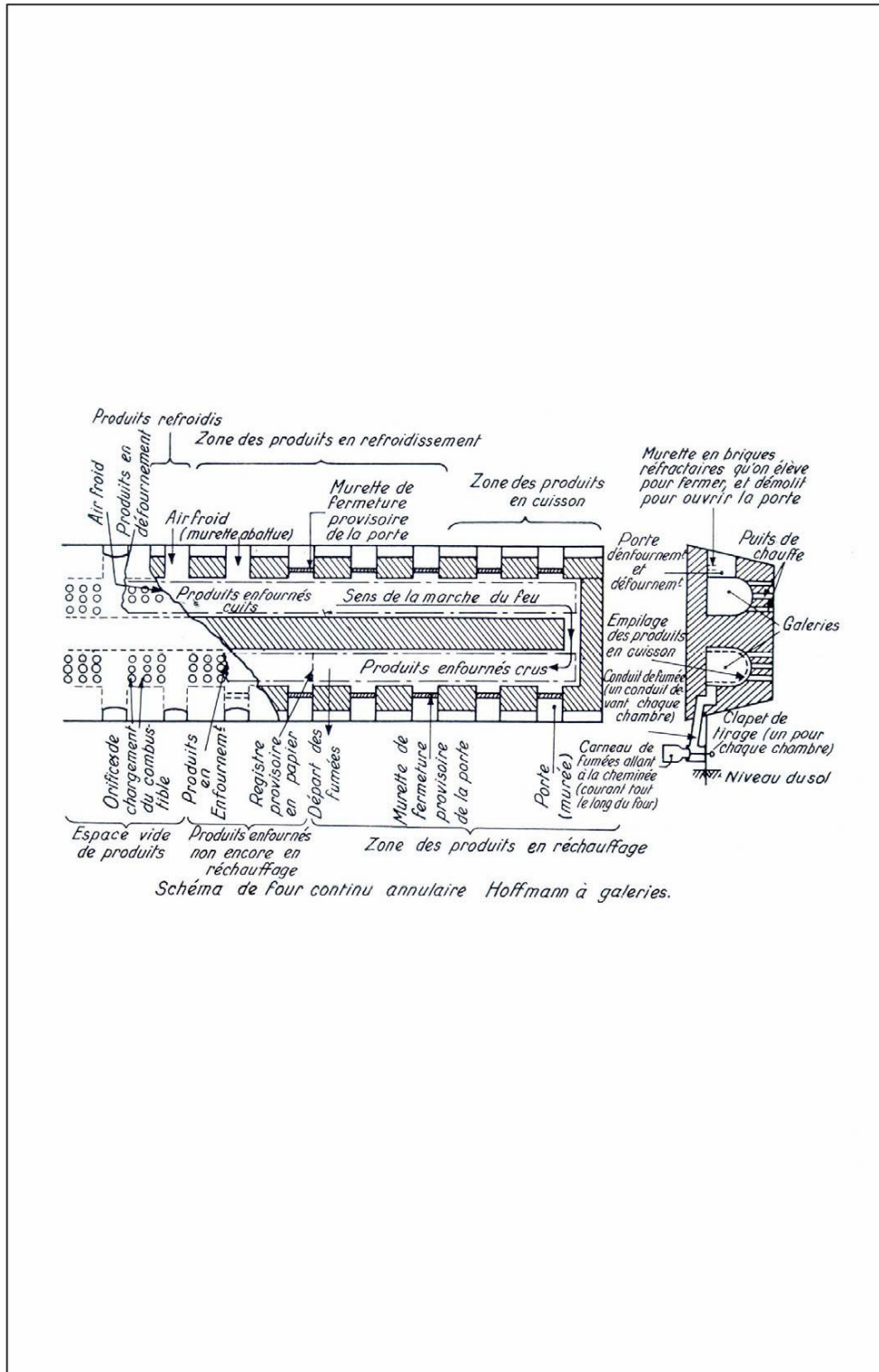


Schéma d'un four « Hoffmann »

## Matrice

Voir page suivante

Fabrication de produits céramiques					
DOMAINES	ELEMENTS CONSTITUTIFS DU MILIEU	PRINCIPAUX CRITERES D'EVALUATION DES INCIDENCES & OBJECTIFS DE QUALITE		Fabrication de produits céramiques	
A I R	CLIMAT ET OZONE STRATO-SPHERIQUE	Emissions de gaz à effet de serre	1	X	
		Emissions de gaz qui appauvrissent la couche d'ozone	2	X	
	ATMOSPHERE	Aptitude du site à disperser les polluants	3	X	
		Qualités physico-chimiques de l'air	4	X	
	E A U X	EAUX DE SURFACE	Debit annuel moyen du milieu récepteur	5	X
			Objectifs de qualité (caractérisation)		X
		EAUX SOUTERRAINES	Caractérisation de la couche aquifere	6	X
			Objectifs de qualité		X
	S O L	SOL	Sensibilité à l'érosion	7	X
			Qualité et usage du sol	8	X
		SOUS-SOL	Stabilité	9	X
	B I O T O P E S	AQUATIQUES	Qualité biologique	10	X
TERRESTRES		Maillage écologique	X		
SOUTERRAINS		Valeur patrimoniale du milieu naturel concerné	X		
				X	
	DECHETS	Gestion des déchets	11	X	
	RESSOURCES NATURELLES DU SOL ET DU SOUS-SOL	Gestion rationnelle	12	X	
				X	
S A N T E / S E C U R I T E	SANTE / SECURITE	Maladies et accidents	13	X	
	C A D R E D E V I E	AMBIANCE OLFRACTIVE	Odeurs	14	X
		AMBIANCE AUDITIVE	Bruit	15	X
		VISUEL	Qualité paysagère	16	X
	I N T E G R I T E	BIENS MATERIELS	Valeurs patrimoniales des biens immobiliers	17	X
		ET	Intégrité physique des biens matériels	18	X
PATRIMOINE		Capacité des équipements & infrastructures publics	19	X	

## Incidences potentielles

La fabrication de produits céramiques a des incidences sur :

- l'air
- l'eau
- le sol et le sous-sol
- les biotopes
- les déchets
- les ressources naturelles du sol et du sous-sol
- la santé et la sécurité
- le cadre de vie
- les biens matériels et le patrimoine

### L'air

#### Climat et ozone strato-atmosphérique

##### Emission de gaz à effet de serre

Le secteur de la production des céramiques est très consommateur d'énergie, principalement sous la forme des combustibles fossiles. Or, la production de gaz à effet de serre, dont le principal est le dioxyde de carbone, est liée à la combustion de matières fossiles.

Dans le choix des combustibles à utiliser, le gaz naturel est de loin le meilleur du point de vue des émissions de dioxyde de carbone. En effet, une fois brûlé, il dégage 25 à 30% moins de dioxyde de carbone que le fuel lourd et 40 à 45% moins de dioxyde de carbone que le charbon. Le tableau, ci-dessous, présente la teneur en carbone de différents combustibles fossiles :

Combustibles	Teneur en carbone (kg de carbone/Gigajoule)
Combustibles ou carburants de synthèse	39,0
Charbon	25,8
Pétrole	20,0
Gaz naturel	15,3

#### ***Teneur en carbone de combustibles fossiles (Agence Internationale de l'Energie – 1991)***

En Belgique, la consommation de charbon comme combustible fossile par les industries des céramiques et terres cuites s'est maintenue à une valeur inférieure à 10-15% depuis 1970, à l'exception d'un pic (35%) au milieu des années 1980. L'utilisation de l'électricité et du propane a toujours été relativement basse (moins de 10%). Après les années 1960, une décroissance continue de l'utilisation du mazout au profit du gaz naturel s'est opérée : en 1970, la part prise par le mazout était de 75%, contre 10% en 1997, tandis que celle du gaz naturel est passée de 5% à 80% de nos jours.

Parallèlement à l'utilisation d'un combustible moins riche en carbone, un autre moyen de réduction des émissions de dioxyde de carbone passe par l'optimisation de la consommation d'énergie (l'utilisation de four continu, la réutilisation des gaz chauds au niveau des sécheur, la conception des fours). On notera que depuis les années 1970, le secteur relatif à la production de briques de maçonnerie a réduit sa consommation d'énergie de l'ordre de 30%.

L'E.P.A. (Environmental Protection Agency – U.S.A.) a tenté de déterminer sur base d'un panel de tests des coefficients d'émission du dioxyde de carbone pour différents types de cuisson de céramiques utilisant le gaz naturel. Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus :

Type de production	Coefficient d'émission (kg de CO <sub>2</sub> /tonne de céramiques produites)		
	min.	max.	moyenne
Cuisson de tuiles non émaillées	70	650	390
Cuisson de tuiles émaillées	340	370	360
Cuisson de carreaux céramiques	-	-	100
Cuisson de sphères et de garnissages en céramique	100	650	390
Recuisson de tuiles	47	50	49

***Estimation du coefficient d'émission de dioxyde de carbone pour quelques industries céramiques, de fabrications des briques et tuiles.***

Emissions de gaz qui appauvrissent la couche d'ozone et/ou favorise la pollution photo oxydante

Le secteur des industries céramiques est émetteur d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et de composés organiques volatils en proportion variable selon le combustible employé.

Les oxydes d'azote et les COV<sup>s</sup> sont des précurseurs d'ozone troposphérique et de sous produits à caractères oxydants : l'incidence s'observera donc plus au niveau d'une augmentation de l'azote troposphérique que d'une réduction de la couche d'ozone située dans les couches supérieures de l'atmosphère et à l'apparition de smog photo oxydant.

Le monoxyde de carbone joue également un rôle important au niveau des brouillards photochimiques oxydants par l'accélération de la vitesse d'oxydation du monoxyde d'azote en dioxyde d'azote. L'E.P.A. a estimé un coefficient d'émission moyen pour le monoxyde de carbone de plusieurs fours au gaz naturel. Ce coefficient d'émission est de 1,6 kg CO/tonne de céramiques produites.

L'emploi, de plus en plus généralisé, du gaz naturel comme combustible fossile conduit à une réduction des émissions des NO<sub>x</sub> liés à l'activité de fabrication des céramiques : la combustion du gaz naturel conduit à deux fois moins d'oxydes d'azote que le fuel et le charbon.

Les COV<sup>s</sup> sont principalement produits durant le chauffage (température s'étalant de 200°C à 400°C) des pièces en céramique. Ils proviennent de la décomposition et de la combustion incomplète des composés organiques présents naturellement dans la matière première (argile) ou des molécules organiques ajoutées pour les besoins de la production.

Les plus grandes émissions de COV<sup>s</sup> apparaissent lors des production de produits poreux et possédant de grandes capacités d'isolement. Dans la production de ce type de produits, des matières organiques telles que le polystyrène sont ajoutées pour favoriser le développement du volume des pores. Les émissions de COV<sup>s</sup> sont également observées lorsque l'atmosphère de la zone de cuisson est réductrice.

Quoi qu'il en soit, on peut donc considérer que les différentes industries céramiques ne génèrent pas d'émissions de composés susceptibles d'appauvrir la couche d'ozone tels que les chorofluorocarbones.

Différentes mesures peuvent être utilisées pour réduire les émissions de COV<sup>s</sup> et de monoxyde de carbone :

- il est possible de remplacer les matières organiques par des substances inorganiques telles que la perlite (lave vitreuse qui se fragmente en petites sphères) ou la vermiculite (argile qui chauffée augmente beaucoup de volume (jusqu'à 20 fois) et s'exfolie en filaments) ;
- les émissions de COV<sup>s</sup> apparaissant dans la zone de chauffage à la suite de la décomposition et de la combustion partielle des composés organiques des matières premières peuvent subir une nouvelle combustion en les ramenant vers la zone de

cuisson où règne des hautes températures (supérieures à 1.000 C) – technique de post combustion interne ;

- la post combustion des gaz peut être réalisée en-dehors de la zone de cuisson des fours, au sein d'un réacteur thermique lequel est constitué de minimum deux parties (zone de préchauffage, zone de combustion) lesquelles peuvent jouer alternativement le rôle de préchauffage des gaz et de combustion ; dans la zone de combustion, les matières organiques brûlent totalement et le monoxyde de carbone est converti en dioxyde de carbone (température minimum 800°C et temps de contact 1,5 seconde) ; lorsque les concentrations en COV<sup>s</sup> et en monoxyde de carbone sont suffisamment élevées, la post combustion est presque autonome ; lorsque les concentrations sont trop faibles, il est nécessaire d'utiliser une source d'énergie complémentaire pour le préchauffage de l'installation de post combustion ;
- une variante à la post combustion présentée ci-avant est la post combustion catalytique dans laquelle les gaz sont amenés sur une surface catalytique qui accélère la réaction de combustion ; cette technique est fortement intéressante dans le cas de faibles concentrations mais est à éviter pour des gaz contenant des poisons tels que les composés soufrés.

## **Atmosphère**

### Aptitude du site à disperser les polluants

Pour toute implantation d'une industrie du secteur de la fabrication de céramiques et de produits en terre cuite, objet de ce guide, et indépendamment de la qualité du site à disperser les polluants atmosphériques, il convient d'évaluer l'adéquation de l'implantation, par rapport aux zones sensibles (zone d'habitats, zones de loisirs, zones protégées, etc.). Des critères de proximité et d'orientation par rapport aux vents dominants doivent être pris en compte.

Les opérations susceptibles de générer des émissions de polluants atmosphériques (déversement de matières pulvérulente, séchage et cuisson des pièces) doivent être implantées en fonction de ces critères.

Par ailleurs, compte tenu des nuisances olfactives (cas exceptionnel de fabrication de briques isolantes à partir de substances organiques) et des émissions (essentiellement liées à la cuisson) qui peuvent être générées, il convient de tenir compte de la topographie des lieux, qui peut être un facteur limitant les capacités de dispersion des éventuels rejets atmosphériques (vallée encaissée par exemple). Différents paramètres climatiques (notamment la fréquence des brouillards et vitesse moyenne du vent) doivent également être pris en compte, ceux-ci pouvant donner des indications sur les aptitudes du lieu à la dispersion de la pollution atmosphérique.

### Qualité physico-chimique de l'air

Les différents polluants répertoriés pour le secteur de la fabrication des céramiques, de briques, de tuiles et autres sont détaillés (origine, caractéristiques, moyens de réduction) dans les rubriques ci-dessous.

On notera dès à présent que bien que la vapeur d'eau rejetée des séchoirs n'est pas à considérer comme un polluant, elle peut modifier le taux hygrométrique de l'air ambiant aux alentours des industries céramiques, avec pour conséquence des fréquences accrues de phénomènes verglaçant ou de brume, pouvant s'observer durant les périodes de basse température et/ou de vent faible.

#### **1. Les poussières**

Parallèlement à la circulation des camions sur site, les poussières peuvent avoir pour origine le déversement des matières pulvérulentes en vrac. Néanmoins, ces matières sont habituellement stockées dans un bâtiment pour éviter leur dispersion.

Une source de poussières liée aux matières premières est également le stockage des argiles, lequel est, selon le type de production, maintenu à l'extérieur (cas des productions traditionnelles de briques) ou préservé des intempéries (cas où le contrôle du degré d'humidité est important tel que dans les techniques d'extrusion de pièces). Lorsque les argiles sont stockées à l'extérieur des bâtiments, elles sont soumises à l'érosion éolienne conduisant à l'envol de poussières.

Les émissions de poussières viennent essentiellement du séchage et de la cuisson des matières premières au niveau des séchoirs et des fours. A ce niveau, les poussières ont deux origines :

- les combustibles employés pour obtenir l'énergie nécessaire à la cuisson ;
- les matières à sécher et à cuire.

L'émission de poussières est la plus importante dans le cas d'un combustible fossile tel que le charbon ou le fuel. Le gaz naturel reste le combustible fossile le moins polluant. Les industries céramiques généralisant l'utilisation du gaz naturel comme combustible, les poussières ont pour principale origine les chambres de cuisson et de séchage des pièces céramiques. Cette émission est fonction des matières utilisées, à titre d'exemple, une argile de Boom conduit à une émission plus importante de poussières lors de sa cuisson que les limons et les argiles de Polder.

L'E.P.A. a estimé des coefficients d'émission de poussières pour différents cas de figures de cuisson et de séchage utilisant comme combustible du gaz naturel, ces derniers sont présentés ci-dessous :

Type de production	Coefficient d'émission (kg poussières/tonne de céramiques produites)		
	min.	max.	moyenne
Cuisson de tuiles et de garnissage en céramique	0,028	0,59	0,25
Cuisson de carreaux céramiques	0,023	0,031	0,028
Recuisson de céramiques	0,031	0,039	0,034
Séchage de céramiques	0,19	2,4	1,2

***Estimation du coefficient d'émission de poussières pour quelques industries céramiques, de fabrications des briques et tuiles.***

## **2. Les fluorures (HF)**

Les argiles utilisées dans l'industrie de la céramique contiennent du fluor en faible concentration. Durant la cuisson, le fluor se libère de la matière, est entraîné avec les fumées rejetées par la cheminée. Les émissions de fluor sont donc causées par l'utilisation de matières premières contenant du fluor.

L'émission de fluor ne dépend pas uniquement de la concentration en fluor constitutif des matières premières mais est fonction de paramètres opératoires tels que la température, l'humidité de l'atmosphère du four, le débit d'évacuation des fumées, de la présence de calcium dans les matières premières, l'atmosphère réductrice ou non de la chambre de cuisson.

L'influence des principaux facteurs, ci-avant, dans les mécanismes de formation d'HF de la manière suivante :

- un taux élevé de calcium favorise la formation de fluorure de calcium et donc diminue l'émission de fluorure d'hydrogène (HF) ;
- un taux d'humidité élevé favorise la libération de fluorure d'hydrogène par hydrolyse du minerai fluoré et entrave les réactions de résorption par action du calcium ;
- la réaction de résorption du fluor par réaction avec le calcium se déroule à faible température ; cette réaction est favorisée au niveau de la zone de chauffage du four ; par conséquent, plus le produit quittera lentement la zone de chauffage, plus la réaction de désorption sera grande et conduira à une diminution des émissions d'HF ;

- la température d'émission du fluorure d'hydrogène se produit à une température comprise entre 600°C et 900°C ; plus vite ce palier est passé moins la réaction de formation du fluorure d'hydrogène pourra se produire ;
- plus le débit des fumées sera rapide, plus les émissions d'HF seront évacuées ; de ce fait, la réaction de formation de fluorure d'hydrogène sera accentuée ;
- plus la surface spécifique augmente, plus la diffusion de l'eau et d'HF hors du produit augmente ;
- une atmosphère réductrice diminuerait les émissions d'HF.

### 3. les chlorures (HCl)

Les émissions d'HCl lors de la cuisson proviennent de la présence de chlore dans la pâte. Une des sources les plus évidentes de chlore est l'eau utilisée pour la préparation de la pâte. Elle contient environ 50 à 100 mg/l de chlore. D'autres éléments, comme le chlorure de baryum, peuvent aussi être des sources en chlore.

Les émissions d'HCl dépendent essentiellement de la présence en chlore des matières premières. A la différence des émissions en HF, il n'y a pas d'influence du calcium sur le taux d'émission en HCl.

### 4. Les oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>)

Pendant la cuisson, les émissions de SO<sub>x</sub> qui se forme proviennent partiellement de la combustion des matériaux combustibles utilisés. Néanmoins, actuellement, suite à la généralisation du gaz naturel comme combustible fossile, les quantités d'oxydes de soufre émis par le secteur des céramiques en terre cuite a fortement diminué (exemple pour l'industrie de la fabrication des briques la quantité émise est passée de 13 kg/m<sup>3</sup> de briques en 1970 à 4 kg/m<sup>3</sup> de briques à nos jours).

Le reste des émissions proviennent de l'argile et matières supplémentaires (schistes) utilisées comme matières premières lesquelles contiennent du soufre en faible concentration. Durant la cuisson, ce soufre est libéré de ces matières et est rejeté via la cheminée. En supposant une corrélation linéaire entre les émissions de SO<sub>2</sub> et le taux de soufre dans les matières utilisées, il est constaté qu'à chaque % supplémentaire de soufre dans la matière utilisée, on assisterait à une augmentation moyenne d'émission d'environ 2650 mg SO<sub>2</sub> /Nm<sup>3</sup>.

Les paramètres jouant un rôle dans le dégagement de SO<sub>x</sub> sont ceux qui ont également un effet sur l'émission des fluorures (cfr. point 4.2.).

Il est possible de jouer sur le taux d'émission de SO<sub>x</sub> de la manière suivante :

- plus il y a de calcium dans la matière première, plus l'absorption du SO<sub>x</sub> libre est favorisée et donc les émissions diminuées ;
- Si l'on chauffe rapidement jusqu'à la température de fusion, l'oxygène n'a pas le temps de rentrer et d'attaquer le noyau de pyrite ; de ce fait, l'oxydation de la pyrite est entravée et les émissions de SO<sub>x</sub> sont diminuées ; les températures de cuisson les plus hautes influencent fortement la décomposition des sulfates et donc favorisent les émissions SO<sub>x</sub> ;
- plus le débit des fumées est élevé, plus vite le SO<sub>x</sub> libre est emmené par les fumées ; il y a donc une influence à ce que du nouveau SO<sub>x</sub> libre se forme ;
- plus la surface spécifique est grande, plus la diffusion d'oxygène est favorisée et plus la libération de SO<sub>x</sub> augmente ;
- si l'on se trouve dans un milieu fermé (sans courant d'air), la diffusion d'oxygène et donc de SO<sub>x</sub> est entravée ; il est alors possible de supprimer la libération de SO<sub>x</sub> ;
- une atmosphère réductrice ne joue aucun rôle dans la décomposition de la pyrite ; les SO<sub>x</sub> sont donc libérés suite à la décomposition des sulfates ;

- la surface spécifique des cristaux de pyrite augmente quand ce sont des gros grains ; comme l'oxydation de ces grains commence sur la surface, elle se passera plus vite pour des gros grains ; par conséquent, la décomposition de la pyrite apparaîtra déjà au basse température.

## 5. Les dioxines

D'après certains auteurs, ces émissions sont dues à l'utilisation de matières supplémentaires et/ou de déchets pour la préparation de la pâte.

Par les campagnes de mesures qui ont été réalisées par AMINAL (Administratie Milieu, Natuur, Land en Waterbeheer) en Flandre, le problème des dioxines n'apparaît que pour très peu de fours. Pour ceux où la question s'est posée, la cause n'était pas spécialement connue. Des analyses sur les matières premières, combustibles, taux de chlore des eaux utilisées sont nécessaires pour comprendre mieux le problème.

### Techniques de réduction des émissions de polluants

#### 1. Les poussières

Les moyens de contrôle principaux des émissions dues au charroi sont les suivants :

- réduire la vitesse des véhicules (limitation à 30 km/h max.) ;
- traitement et endurcissement des pistes ;
- planter des haies en périphérie du site (écrans anti-poussières), et pour une meilleure efficacité, choisir des espèces à feuillage marcescent ou persistant ;
- humidifier les pistes lors de conditions atmosphériques défavorables ;
- installer des systèmes de lavage des véhicules circulant sur les zones de stockage des matières premières et sortant de l'établissement ;

Pour les zones de stockages interne et externe de matières premières, les mesures pour limiter la dispersion de poussières sont :

- utiliser de systèmes d'aspiration ;
- adapter la hauteur de chute lors des déversements ;
- entourer les stocks d'un mur ou d'un écran végétal afin d'éviter l'envol des poussières ou recouvrir complètement le stock en laissant un accès pour le chargement et le déchargement ;
- installer des systèmes d'arrosage pour les stocks en plein air.

Au niveau des émissions de poussières contenues dans les gaz des séchoirs et des fours, il est possible d'envisager les mesures suivantes :

- utiliser un combustible à faible teneur en cendre, autant que possible le gaz naturel ;
- aspirer les poussières qui s'accumulent au niveau de la chambre de cuisson du four entre chaque nouvelle cuisson ;
- employer des techniques de nettoyage des fumées telles que la séparation centrifuge (cyclone), la filtration à l'aide de toiles (filtre à manches), l'aspiration sous eau (mise en contact des fumées avec un liquide de sorte que les poussières soient emprisonnées dans le liquide lequel est simplement épurée), la filtration électrostatique (le gaz passe entre deux électrodes, la première électrode est munie d'un grand potentiel - jusqu'à 100.000 V - qui permet d'ioniser les gaz ; les ions générés s'attachent sur les particules de poussières présentes dans les fumées ; sous l'influence de la force électrique, les particules de poussières liées aux ions sont

repoussées par la première électrode et attirées par la seconde sur laquelle elles se fixent).

## 2. Epuration des fluorures, des chlorures et des oxydes de soufre.

### Installation d'absorption en cascade

Par cette installation, il se passe une réaction entre un absorbant (souvent du carbonate de calcium) et les fumées polluées dans une pièce où l'absorbant descend sous l'influence de la gravité et les fumées sont conduites sens opposé. Pour que le temps de réaction et la surface de contact soient suffisants, des obstacles freinent la chute des absorbants et améliorent la circulation et la bonne répartition des fumées dans l'installation. Le carbonate de calcium ayant réagi est récupéré en bas de l'installation.

#### **Avantages :**

- faible énergie utilisée ;
- pas d'utilisation d'eau ;
- les investissements relativement limités ;
- les coûts de maintenance limités ;
- la surveillance limitée.

#### **Inconvénients :**

- le grand espace nécessaire à l'installation ;
- la grande consommation d'absorbant ;
- la grande quantité de déchets ;
- la faible flexibilité concernant la conduite et l'utilisation d'autres absorbants.

### Nettoyage à sec avec filtre

L'absorbant ( $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ) est soufflé à sec directement dans les effluents au niveau de la cheminée. L'absorption des polluants se déroule dans un réacteur type venturi permettant un temps de contact suffisant entre le réactif absorbant et les polluants. A la suite du réacteur se trouve un filtre qui neutralise les particules absorbées et sépare des fumées les absorbants n'ayant pas réagi. Les filtres les plus adéquats pour la récupération des absorbants sont du type filtre à manches.

Le bicarbonate de sodium est le plus approprié pour l'élimination de  $\text{SO}_2$  mais il est plus cher qu'un absorbant à base de calcium.

#### **Avantages :**

- pas d'utilisation d'eau ;
- la flexibilité de la conduite de l'installation et de l'utilisation de l'absorbant.

#### **Inconvénients :**

- l'investissement relativement important ;
- les fortes pertes de charge à contrecarrer (besoin important d'énergie électrique).

### **Nettoyage à ½ sec avec filtre**

La méthode est semblable à la précédente mis à part une faible utilisation d'eau. La réactivité de l'absorbant est augmentée par une légère humidification du milieu.

#### **Avantages :**

- plus petite consommation d'absorbant que pour la technique à sec ;
- les quantités de résidus sont faibles ;
- bon rendement.

#### **Inconvénients :**

- importants investissements ;
- grande perte de charge (augmentation de la consommation d'électricité) ;
- possibilité d'apparition de corrosion vu le plus haut degré d'humidité des fumées ;
- gestion complexe.

### **Nettoyage mi-humide avec filtre**

On réalise une solution d'absorbant qui est pulvérisée dans les fumées de gaz. Par la suite, il apparaît un résidu sec qui a réagi et qui peut être séparé par un filtre. L'utilisation des réactifs et la formation du résidu sont équivalents de ceux rencontrés pour le nettoyage à semi sec mais les investissements sont plus importants ici.

#### **Avantages :**

- plus petite consommation d'absorbant que pour la technique à sec ;
- les quantités de résidus sont faibles ;
- bon rendement.

#### **Inconvénients :**

- importants investissements ;
- grande perte de charge (augmentation de la consommation d'électricité) ;
- possibilité d'apparition de corrosion vu le plus haut degré d'humidité des fumées ;  
gestion complexe.

### **Nettoyage sous eau**

Les composants sont extraits des fumées par un contact intime avec l'eau. la connaissance de la dissolution des différents polluants est très importante. Pour augmenter cette dissolution, un composé basique comme le carbonate de calcium, l'hydroxyde de calcium, le carbonate de sodium et l'ammoniac sont ajoutés à l'eau. Ces installations sont communément dénommé tour de lavage ou scrubber. Pour augmenter la surface de contact entre les fumées et l'eau, la tour peut contenir un remplissage en matériaux inertes tels que des céramiques (sphères, Saddle, anneaux Raschig).

Le rendement d'épuration est habituellement de 90 à 95 % pour SO<sub>2</sub> et de 95 à 99 % pour HF et SO<sub>3</sub> lorsqu'on utilise de l'hydroxyde de calcium (lait de chaux) ou des suspensions de carbonate de calcium. Un double lavage à l'aide d'hydroxyde de sodium augmente le rendement d'épuration des oxydes de soufre.

Une installation de lavage des eaux chargées en fluorures et sulfites est nécessaire. Cette épuration des eaux peut être effectuée à l'aide d'une centrifugeuse, d'un filtre ou d'un crible lorsque c'est l'hydroxyde de calcium qui est utilisé. Une alternative à l'utilisation de l'hydroxyde de calcium est la craie. Le rendement est moindre mais la technique est meilleur marché. Quand ce type de nettoyage est appliqué pour éliminer le soufre, le résidu contient un taux élevé de sulfite de calcium et il est nécessaire de compléter l'installation d'épuration par l'utilisation de technique d'oxydation.

**Avantages :**

- plus petite consommation d'absorbant ;
- flexibilité d'utilisation des absorbants ;
- quantité moindre de résidus ;
- très haut rendement de nettoyage.

**Inconvénients :**

- investissements élevés ;
- grande consommation d'eau et production d'eau usée à traiter ;
- perte de charge importante au niveau de la tour de lavage ;
- possibilité d'apparition de corrosion au sein de l'installation d'épuration ;
- gestion complexe ;
- coût élevé de la maintenance des installations.

**Condensation des fumées de gaz**

Le gaz humide est condensé hors du four sur des échangeurs de chaleur. L'HF, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et HCl se retrouve dans le condensat sous forme dissoute. Ces eaux polluées nécessitent un nettoyage coûteux.

Dans une installation en Hollande, on a observé des rendements >85 % en HF, ± 90 % en SO<sub>3</sub> contre un rendement qui reste plus faible (10 à 40%) pour SO<sub>2</sub>.

**3. Tableau synthétique des techniques disponibles**

Les tableaux présentés aux pages suivantes fournissent un aperçu des techniques environnementales disponibles et une sélection de BAT (Best Available Technics not excessive cost) relatives aux réduction des émissions de polluants atmosphériques par l'industrie des céramiques et produits en terre cuite.

Aperçu des techniques environnementales disponibles et sélection de BAT (Best Available Technics not excessive cost)

N°	Technique	Milieu							Technique			Rentabilité	BAT	
		Eau	Air	Sol	Déchet	Energie	Bruit	Global	Général <sup>1</sup>	Qualité <sup>2</sup>	Global			
	Mesures pour limiter le développement de poussières provenant des minéraux présents dans les matières premières													
1	Aspiration par enveloppement	0	++	0	0	0	0	+	+	0	+	-	Oui	
2	Captage par aspiration à distance	0	++	0	-	-	-	+	+	0	+	-	Oui	
3	Adaptation de la hauteur de chute aux déversements <sup>3</sup>	0	+	0	0	0	0	+	+	0	+	-	Oui	
4	Limitation de la vitesse près des ouvertures de buses	0	+	0	0	0	0	+	+	0	+	-	Oui	
5	Protection des stocks qui sont à l'air libre	0	+	0	0	0	0	+	+	0	+	-	Oui	
6	Traitement et durcissement des pistes	0	+	0	-	-	0	+/- <sup>4</sup>	+	0	+	-	Selon les cas	
7	Installation d'arrosage pour les stocks en plein air et les pistes	-	+	0	-	-	0	+/- <sup>4</sup>	+	0	+	-	Selon les cas	
8	Système de lavage des véhicules circulant et sortant de l'établissement	-	+	+	-	-	0	+/- <sup>5</sup>	+	0	+	-	Selon les cas	

<sup>1</sup> On tient compte du degré de faisabilité de la technique en pratique

<sup>2</sup> On tient compte de l'influence sur la qualité du produit fini

<sup>3</sup> Dans la mesure où le captage de poussières n'est pas possible (ligne de mesure 2)

<sup>4</sup> Dépend de l'ampleur des émissions de poussières

<sup>5</sup> Dépend du taux de pollution induit par le charroi sur les routes publiques

N°	Technique	Milieu							Technique			Rentabilité	BAT
		Eau	Air	Sol	Déchet	Energie	Bruit	Global	Général	Qualité	Global		
	Mesures pour limiter les émissions de HF, SOx et d'HCl lors de la cuisson – Processus intégrés												
9	Utilisation de combustible avec une faible concentration en soufre, autant que possible le gaz naturel	0	++	0	0	0	0	+	+	0 <sup>6</sup>	+ <sup>6</sup>	-	Oui <sup>6</sup>
10	Ajout de poussières de sol d'argile sulfureuses soufre non locales avec des poussières de sol d'argile sulfureuses locales	0	++	0	0	0	0	+	+	0	+	-/-- <sup>7</sup>	Selon les cas
11	Utilisation d'un mélange d'argile pauvre en soufre comme matière première <sup>8</sup>	0	++	0	0	0	0	+	+	0	+	-	Oui
12	Eviter d'utiliser des matières supplémentaires sulfureuses, fluorées et chlorées	0	++	0	0	0	0	+	+	0	+	-	Oui
13	Ajout d'une matière supplémentaire riche en calcium	0	++	0	0	-	0	+	+	0/-	0/-	-	Oui <sup>9</sup>
14	Optimisation de la courbe de cuisson	0	+	0	0	-	0	+	+	0/-	0/-	-	Oui <sup>9</sup>
15	Changement du taux d'humidité dans l'atmosphère du four	0	+	0	0	-	0	+	-	0/-	-	--	Non
16	Modification du débit des gaz	0	+	0	0	+	0	+	+/-	0/-	0/-	0	Oui <sup>10</sup>
17	Condensation des vapeurs dans le four	0	+	0	0	0	0	+	+	0/-	0/-	0	Oui <sup>9</sup>

	Technique de nettoyage des gaz/fumées sortant du four <sup>11</sup>												
18	Installation d'absorption en cascade	0	++	0	-	-	0	+	+	0	+	-	Oui
19	Nettoyage à sec avec filtre	0	++	0	-	-	0	+	+	0	+	--	Non
20	Nettoyage à demi-sec avec filtre	0	++	0	-	-	0	+	+	0	+	--	Non
21	Nettoyage mi-humide avec filtre	0	++	0	-	-	0	+	+	0	+	--	Non
22	Nettoyage sous eau	-	++	0	-	-	0	+	+	0	+	--	Non
23	Condensation des fumées de gaz	-	++	0	-	-	0	+	- <sup>12</sup>	0	-	Selon les cas	Non
	Mesures pour limiter les émissions de poussières – Processus intégrés												
24	Utilisation d'un combustible à faible teneur en cendre, autant que possible le gaz naturel	0	++	0	0	0	0	+	+	0 <sup>13</sup>	+ <sup>13</sup>	-	Oui <sup>13</sup>
25	Eloigner les poussières de l'ouverture du four	0	++	0	0	-	0	+	+	0	+	-	Oui
	Techniques de nettoyage des fumées												
26	Séparation par centrifugeuse	0	+/0 <sup>14</sup>	0	0	-	0	+/- <sup>14</sup>	+	0	+	-	Non <sup>15</sup>
27	Filtres en toile	0	++/0 <sup>14</sup>	0	0	-	0	+/- <sup>14</sup>	+	0	+	-	Selon les cas
28	Aspiration sous eau	-	++/0 <sup>14</sup>	0	0	-	0	+/- <sup>14</sup>	+	0	+	-	Selon les cas
29	Filtres électriques	0	++/0 <sup>14</sup>	0	0	-	0	+/- <sup>14</sup>	+	0	+	-	Selon les cas

<sup>6</sup> A l'exception de produits de qualité esthétiques particulières (briques dures) qui sont fabriqués uniquement avec de la houille comme combustible

<sup>7</sup> Dépend du pourcentage ajouté et de la distance du transport

<sup>8</sup> En particulier : schiste rouge avec une teneur en soufre au-dessus de 0,5 %

<sup>9</sup> Dans la mesure de la qualité du produit fini ne diminue pas de trop

<sup>10</sup> Dans la mesure où la transmission de chaleur reste suffisamment intacte

<sup>11</sup> La sélection de BAT pour le nettoyage des gaz de fumées est étayée dans le texte

<sup>12</sup> Pas d'adaptations opérationnelles connues

<sup>13</sup> A l'exception de produits de qualité esthétiques particulières (briques dures) qui sont fabriqués uniquement avec de la houille comme combustible

<sup>14</sup> Seulement dans le cas d'un effet environnemental positif quand il n'y a pas de nettoyage de gaz de fumées pour des gaz acides (HF, SO, HCl) qui est utilisé

<sup>15</sup> Non, car les techniques <sup>32</sup>, <sup>33</sup> et <sup>34</sup> sont des meilleures techniques du point de vue environnemental

N°	Technique	Milieu							Technique			Rentabilité	BAT	
		Eau	Air	Sol	Déchet	Energie	Bruit	Global	Général	Qualité	Global			
	Mesures pour limiter les émissions COV – Processus intégrés													
30	Utilisation de matière inorganique comme matière supplémentaire	0	+	0	0	0	0	+	- <sup>16</sup>	- <sup>16</sup>	-	-	Non	
31	Postcombustion interne des gaz carbonisés dans le four	0	+	0	0	-	0	+/- <sup>17</sup>	+/- <sup>18</sup>	0	0	-	Selon les cas	
	Techniques de nettoyage des gaz													
32	Postcombustion dans un réacteur thermique	0	+	0	0	-	0	+/- <sup>19</sup>	+	0	+	-	Selon les cas	
33	Postcombustion par catalyse	0	+	0	0	-	0	+/- <sup>19</sup>	-	0	-	-	Non	

<sup>16</sup> Ces poussières ont tendance à se répandre soudainement et vivement de sorte que la formation de pores est difficilement contrôlable et que la qualité du produit diminue

<sup>17</sup> Uniquement dans le cas d'un effet environnemental positif quand les émissions de COV jouent un rôle significatif et qu'il n'y a pas d'installation combustible externe qui est utilisée

<sup>18</sup> Les systèmes utilisés semblent s'interférer avec la conduite normale des fours dans la pratique

<sup>19</sup> Uniquement dans le cas d'un effet environnemental positif quand les émissions de COV jouent un rôle significatif et qu'il n'y a pas d'installation combustible interne dans le four utilisé. Les émissions de COV baissent au fur et à mesure et l'utilisation d'énergie du réacteur thermique augmente.

## **L'eau**

### **Eaux de surface**

#### Débit annuel moyen du milieu récepteur

Le secteur des industries céramiques et terres cuites est susceptible d'influencer le débit naturel et les caractéristiques physico-chimiques d'un cours d'eau. Les eaux rejetées sont principalement de deux types :

- les eaux de lessivage des zones de stockage des matières premières ;
- les eaux de filtration dans le cas des procédés de fabrication faisant intervenir des barbotines.

Si les débits du cours d'eau récepteur sont faibles, les valeurs maximales en polluants qui peuvent être autorisées dans les rejets doivent être adaptées afin de ne pas induire de dépassements de normes dans le milieu récepteur.

En cas de rejets importants, même non contaminés, il convient également de vérifier que cela ne générera pas de nuisances à l'aval (érosion des berges, inondations, envasements), et, le cas échéant, de limiter les volumes d'eau rejetées par un recyclage de l'eau une fois épurée dans le procédé de fabrication.

#### Objectifs de qualité

On ne détaillera pas les risques et mesures à prendre pour les opérations de transvasement et de stockage des produits utilisés, de même que pour la conception générale et l'implantation des unités mettant en œuvre ces produits : ceux-ci sont identiques à ceux observés dans toutes les industries mettant en œuvre des composés potentiellement toxiques ou dangereux pour l'environnement (industrie chimiques au sens large par exemple).

On se limitera à décrire les risques, et présenter les moyens d'y obvier, pour les opérations spécifiques à l'industrie traitée par le présent guide.

Les eaux de lessivage des zones de stockage sont caractérisées par de forte concentration en particules sédimentables et en suspension. On notera que certaines industries utilisent des schistes dans leur préparation de pâte, lesquels peuvent contenir des molécules organiques lessivables.

Ces eaux seront rassemblées au niveau d'un bassin de décantation dont la surverse se déverse vers le milieu récepteur (collecteur ou cours d'eau). On vérifiera avant rejet la qualité de ces eaux de surverse.

Les eaux de filtration des barbotines contiennent essentiellement des métaux lourds et des particules sédimentables et en suspension.

Il est très important que toutes les eaux issues du nettoyage des hottes d'émaillage, les fractions de barbotine rejetées des systèmes de filtration et d'épuration (tamis) soient récupérées au même titre que les eaux de la filtration des barbotines.

Une épuration comportant une étape de décantation, une étape de coagulation et de floculation est utile avant tout rejet vers le milieu récepteur.

### **Eaux souterraines**

#### Caractérisation de la couche aquifère

Par le passé, il arrivait que les industries du secteur des céramiques utilisant de la barbotine déversent leurs surplus de production ou les productions de mauvaise qualité (mélange de colorants, émaux, barbotine, plâtre) dans des grandes fosses creusées à même le sol. Les eaux s'infiltraient dans le sol et les boues partiellement déshydratées étaient stockées sur site.

Ces pratiques, actuellement rares, pouvaient nuire à la qualité des eaux des nappes en présence.

#### Objectifs de qualité

Etant donné que la pratique présentée, ci-avant, n'a plus cours actuellement, ce paragraphe est sans objet.

## **Le sol et le sous-sol**

### Sensibilité à l'érosion

Les activités visées par le présent guide ne sont pas susceptibles de générer des problèmes d'érosion des sols.

### Qualité et usage du sol

Suite au phénomène de lessivage par les eaux de pluie, une pollution des sols peut apparaître au droit des zones de stockage des matières premières telles que les schistes. De même, les dépôts de déchets (ex. : boues provenant des installations d'épuration de la barbotine, surplus de production, boues de nettoyage d'installation de broyage,...) à même le sol peuvent conduire à une pollution locale du sol et de sous-sol.

Au niveau de la qualité des sols, il faut tenir compte du risque de contamination des sols en périphérie des usines par les émissions de polluants des cheminées (des résidus générés lors de combustions incomplètes, tels les dioxines, retombées acides).

Compte tenu des risques de pollution, il convient, malgré toutes les mesures de précaution qui pourraient être prises, d'évaluer la sensibilité des sols aux alentours des usines de fabrication de céramiques.

Une utilisation de ces sols par l'agriculture constitue un facteur de sensibilité accru. De même, certaines caractéristiques des sols peuvent accroître cette sensibilité (sols acides, pauvres en matières organiques, pauvres en calcium).

### Stabilité

Les activités visées par le présent guide ne sont pas susceptibles de générer des problèmes de stabilité des sols.

Il convient toutefois de s'assurer des caractéristiques géotechniques des sols, et d'établir des constructions en fonction des résultats de ces investigations. Notamment, certaines activités à risques nécessitent l'installation de dalles étanches : il convient d'évaluer la portance des sols afin d'éviter des tassements qui pourraient induire des pertes d'étanchéité par fissuration de la dalle et déchirement des éventuelles membranes, ou pourraient provoquer des inversions de pente perturbant la récolte des eaux contaminées. En cas de tassement, la stabilité des cuves et réservoirs aériens pourraient également être affectée.

## **Biotopes (aquatiques, terrestres et souterrains)**

### Qualité biologique

Certaines activités concernées par le présent guide peuvent induire des nuisances susceptibles d'altérer gravement les écosystèmes. On retiendra essentiellement :

- la possibilité d'altération des milieux aquatiques spécifiques en cas de rejets d'eaux contaminées (matières en suspension et métaux lourds - cfr. section 5 Eaux) ;
- la possibilité d'altération des milieux terrestres (forestiers) par les rejets d'effluents (retombées acides, émissions de fluor – cfr. section 4 Air), certaines espèces végétales y étant particulièrement sensibles ;
- le cas échéant, la destruction de milieux naturels de valeur présents au droit du site d'implantation d'un projet.

Ces différentes nuisances peuvent être contrôlées par la prise de mesures décrites ailleurs dans ce guide.

Pour ce qui concerne la destruction directe de milieux naturels de valeur, le seul moyen d'y obvier est de choisir un autre site d'implantation.

### Maillage écologique

Le fonctionnement des industries visées par le présent guide n'a pas d'incidences sur le maillage écologique.

## Valeur patrimoniale du milieu naturel concerné

En dehors des rares cas où l'implantation d'une nouvelle unité pourrait altérer un site de valeur, le fonctionnement des industries visées par le présent guide n'a pas d'incidences sur la valeur patrimoniale du milieu naturel.

### **Déchets : gestion des déchets**

Mis à part les déchets provenant de la maintenance des installations (huiles usagées, antigels, graisses,...) et les déchets liés à la manutention des matières premières (emballages), le secteur des industries traitées dans ce guide possède une très grande potentialité pour le recyclage en interne de ses déchets de production.

On peut considérer que jusqu'à l'étape de séchage incluse, toutes les matières constitutives des pièces (pâte) peuvent être intégralement recyclées dans le procédé de fabrication. Une fois cuite, les pièces non conformes peuvent être broyées et mélangées dans la pâte pour constituer la structure de la pièce (squelette – cfr section 3). (ce cas est fréquent au niveau de la fabrication des réfractaires).

On notera que la récupération d'éventuels déchets provenant du nettoyage des dépoussiéreurs comme matière première doit se faire avec prudence. En effet, ces déchets peuvent contenir des concentrations importantes en soufre et en fluor.

### **Ressources naturelles du sol et du sous-sol : gestion rationnelle**

Le problème lié à une bonne gestion des ressources naturelles du sol et du sous-sol n'est pas spécifique aux industries de fabrication des céramiques, brique, et autres mais est à considérer plus en amont, au niveau de l'exploitation des carrières.

Toutefois, si les bâtiments industriels sont implantés à proximité immédiate du gisement de matières premières, comme c'est souvent le cas, il convient d'éviter que par cette localisation, une partie du gisement ne soit rendue inexploitable.

### **Santé et sécurité : maladies et accidents**

#### Toxicité des poussières

La toxicité des poussières est fonction de la taille et de la nature des particules considérées. Il est admis que les particules en suspension sont celles dont la taille est inférieure à 10 µm. Ces dernières peuvent donc être inhalées par les personnes exposées à ce type de pollution.

Les particules inférieures à 5 µm peuvent poser un problème de santé puisqu'elles sont "respirables", c'est-à-dire qu'elles peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. La courbe de rétention pulmonaire indique que 40% des particules entre 1 et 2 µm sont retenues dans les alvéoles. Elles peuvent donc être à l'origine de maladies pulmonaires telles que la pneumoconiose.

La nature de la poussière joue un rôle dans la gravité de cette maladie : un indice de nocivité relative, compris entre 0 et 1, a été défini. Le quartz présente un indice de 1, tandis que le calcaire a l'indice 0. Pour l'argile, l'indice est de 0,2 tandis que pour le charbon, l'indice est de 0,1.

Les poussières sédimentables, ou retombées, appartiennent à la classe de particules de taille plus importante (au-delà de 10 µm). Elles sont inhalables (susceptibles de pénétrer dans le corps humain via le nez ou la bouche) mais quasiment pas respirables. Elles ne sont donc généralement pas directement nuisibles à la santé mais peuvent présenter une certaine écotoxicité et, le plus souvent, une nuisance locale.

Elles provoquent une pollution caractérisée notamment par l'empoussièrement des biens matériels chez les riverains et des bâtiments, des végétaux, du paysage et du cadre de vie en général.

Ces poussières qui n'ont donc pas de caractère toxique pour la santé peuvent cependant représenter, dans certains cas, une nuisance pour le cadre de vie.

#### Risques d'explosion

Les risques d'explosion au niveau des industries de fabrication des céramique, des briques et autres se situent essentiellement au niveau des fours.

## **Cadre de vie**

### Ambiance olfactive : odeurs

Des problèmes d'odeurs peuvent apparaître dans des cas spécifiques de production tels que la fabrication de briques isolantes. Mais en général, les industries de fabrication des céramiques, briques et autres ne sont pas génératrices de ce type de nuisances.

### Ambiance auditive : bruit

Mis à part, le bruit généré par le charroi des véhicules de la clientèle et de manutention des matières premières, les principales sources de bruit au sein d'une fabrique de céramiques, de briques et autres se situent au niveau des installations de préparation des matières premières telles que les broyeurs, les tamis vibrant, les filtres presses, ... Au niveau de la mise en forme, seule les techniques dite « traditionnelles », actuellement fortement mécanisées, peuvent conduire à des nuisances sonores conséquentes.

Mais toutes les opérations de fabrication sont situées à l'intérieur de bâtiments. Une limitation de diffusion des nuisances sonores passe donc par l'insonorisation de ceux-ci.

### Visuel : qualité paysagère

Les industries concernées par le présent guide ne génère pas d'impact visuel spécifique.

Il convient cependant, comme pour toute industrie, de veiller à une intégration paysagère minimale.

## **Intégrité : biens matériels et patrimoine**

### Valeurs patrimoniales des biens immobiliers

Les industries concernées par le présent guide ne génèrent pas de nuisances spécifiques susceptibles d'altérer la valeur patrimoniale des biens immobiliers.

### Intégrité physique des biens matériels

Les industries concernées par le présent guide ne génèrent pas de nuisances spécifiques susceptibles d'altérer l'intégrité physique des biens matériels.

### Capacité des équipements et infrastructures publics

Il convient de veiller à ce que les infrastructures publics puissent supporter les nécessités d'approvisionnement et de dessertes des industries concernées par le présent guide (réseau de distribution d'eau, de gaz, d'électricité, téléphone, réseau routier).