

PLAN DE COURS:

Unité d'enseignement : UED

3.2

Matière: Impact des matériaux
sur l'environnement

Rédigé par:

YOUNES R.

Université Abderrahmane Mira-Béjaia

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Licence 3 : Génie des matériaux

Unité d'enseignement: UED 3.2.

Intitulée du module : Impact des matériaux sur l'environnement

Objectifs de l'enseignement:

La production de tout matériau génère des déchets. D'autre part, tout matériau ayant une durée d'utilisation limitée, finira par être jeté et devenir lui-même un déchet. Cette matière traite l'aspect de la protection de l'environnement et la gestion des déchets ainsi que la réglementation en vigueur dans ce domaine.

Connaissances préalables recommandées:

Structure de la matière, Sciences des Matériaux S, Mécanique des milieux continus.

Visées d'apprentissage

La compétence visée par ce cours, dans son ensemble, est « d'être capable de concevoir, d'analyser et d'implémenter un système théorique en relation avec état de surface pour le choix des outils à utiliser est très important pour le but de répondre aux exigences d'un commanditaire ».

I. Introduction

Pour mieux connaître et maîtriser la pollution de l'air, il est nécessaire de savoir quelles sont les sources de pollution, de les identifier et les quantifier. Cette connaissance permet ensuite de prendre des mesures de réduction des émissions à la source. Les inventaires d'émissions sont également une donnée de base nécessaire pour réaliser des évaluations de qualité de l'air et estimer les impacts de cette pollution sur la santé, les écosystèmes ...

Signée en 1979, la convention de Genève sur la pollution atmosphérique à longue distance a été l'élément déclencheur des réflexions et tentatives pour organiser et structurer les données relatives aux rejets de polluants sous la forme d'inventaires d'émissions de polluant. Cette dynamique a ensuite été relayée par un programme de la Commission Européenne, qui a permis de générer le premier inventaire d'émission.

2. Inventaire d'émission

Un inventaire d'émission est une évaluation de la quantité d'une substance polluante émise par un émetteur donnée pour une zone géographique et une période de temps donnée. On parle également de cadastres d'émission. Dans ce cas, il s'agit d'inventaires d'émission qui ont été spatialisés sur une grille d'espace et souvent découpés en plusieurs tranches de temps.

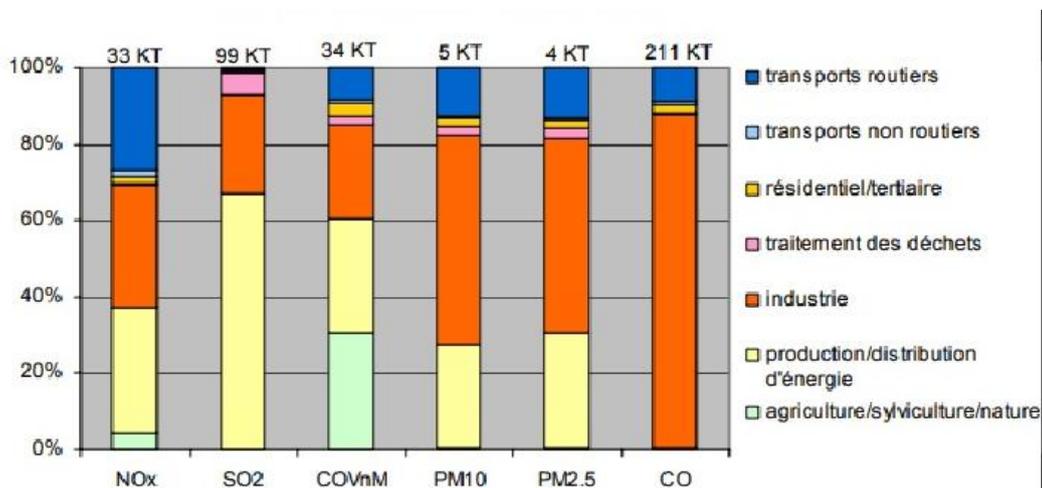


Figure 1 : Répartition des émissions par type d'activité sur une zone

2.1 Substances

Les différentes substances ont des durées de vie dans l'atmosphère qui sont extrêmement variables, ce qui explique que les problèmes de pollution se situent sur des différentes échelles de temps et d'espace. Voici l'ordre de grandeur de la durée de vie dans l'atmosphère de quelques polluants : Les polluants primaires sont les polluants que l'on trouve à l'endroit de l'émission.

Tab 01. Durée de vie indicative de certaines substances polluantes dans l'atmosphère

Substance	Polluant	Durée
CH₄	Méthane	Année
CO	Monoxyde de carbone	mois
SO₂	Dioxyde de soufre	Jours à mois
O₃	trioxygène	quelques jours
COV	Composé organique volatil	Heure à jours
Aérosols 1-10 µm	Aérosols	Minutes à jours
Aérosols <1 µm	Aérosols	Jours à semaine

2.2 Particulate Matter

Les PM, un polluant atmosphérique sans définition chimique « Poussières » est un terme générique désignant toutes les particules de matière en suspension dans l'air ambiant. On les appelle également « aérosols » ou « Particulate Matter (PM)». Il s'agit d'un mélange complexe de petites particules solides et de gouttelettes liquides. C'est le seul polluant atmosphérique pour lequel aucune définition chimique n'est utilisée du fait de la vaste gamme de composition physico-chimique de ces dernières. En fonction de la température et de l'hygrométrie, certaines particules en suspension peuvent contenir une quantité importante et variable d'humidité et de composés volatils. D'autres particules, entre autres les sels d'ammonium, se dissocient quand la température augmente et l'air devient plus sec. Vu la grande variation de taille et de composition physico-chimique, les impacts sur la santé et sur le climat sont très variés.

2.2.1 Classification des particules d'après la granulométrie

On considère différentes tailles de particules qui sont déterminées en fonction du diamètre aérodynamique, appelé ci-après « diamètre »:

Les particules totales (PM) : l'ensemble des particules dans l'air

Les particules fines (PM10) : les particules de diamètre inférieur à 10 µm

- Les particules très fines (PM2,5) : les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm
- Les particules ultrafines (PM1) : les particules de diamètre inférieur à 1 µm
- Les nanoparticules (PM0.1) : les particules de diamètre inférieur à 0.1 µm qui sont considérées comme les particules les plus nocives pour la santé.

Il est à noter que PM10 comptabilisent les PM2,5, PM1 et PM0.1, tout comme celles des PM2,5 englobent les PM1 et PM0.1 et les PM1 les PM0.1.

3. Différents types de polluants

3.1. Polluants réglementés

Sept polluants sont actuellement réglementés et font l'objet de mesures continues dans l'air, ils sont réalisées généralement par les associations de surveillance de la qualité de l'air.

Le dioxyde de soufre : SO₂ – le monoxyde de carbone : CO – le dioxyde d'azote : NO₂ — les particules (PM10) – le benzène : C₆H₆ – le plomb : Pb – les hydrocarbures aromatiques polycycliques : 6 (HAP) – le cadmium : Cd – l'arsenic : As – le nickel : Ni – le mercure : Hg

3.2. Composés organiques

3.2.1. Composés organiques volatiles – COV

Les COV regroupent une multitude de substances et ne correspondent pas à une définition très rigoureuse. Les hydrocarbures appartiennent aux COV et on fait souvent l'amalgame à tort. Ceci est sans doute dû au fait que l'on exprime souvent les COV en hydrocarbures totaux (notés HC), en équivalent méthane ou propane, ou par rapport à un autre hydrocarbure de référence. Il est fréquent de distinguer séparément le méthane (CH₄) qui est un COV particulier

3.2.2. Produits Organiques Persistants (POP)

Il existe douze composés organiques toxiques à basse concentration. Ce sont des résidus industriels souvent toxiques, mutagènes et cancérigènes, qui interfèrent avec notre système hormonal. La liste la

plus communément admise est la suivante : Trichloroéthylène (TRI), Trichloroéthane (TCE), Tetrachloroéthylène (PER), Dioxines et furanes (Diox), Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), Polychlorobiphényles (PCB) et Hexachlorobenzène (HCB). Ils sont semi-volatiles et circulent plus ou moins bien dans l'air, en fonction de la température de celui-ci : dans les endroits froids, leur volatilité est réduite et ils se concentrent donc dans les régions tempérées et polaires. Ils sont lipophiles (faible solubilité dans l'eau mais forte dans les graisses), avec attirance forte pour les tissus **adipeux** où ils se concentrent généralement (forte bioaccumulation). Ils ont également une durée de vie très longue.

PÉNÉTRATION DES PM SELON LEUR TAILLE

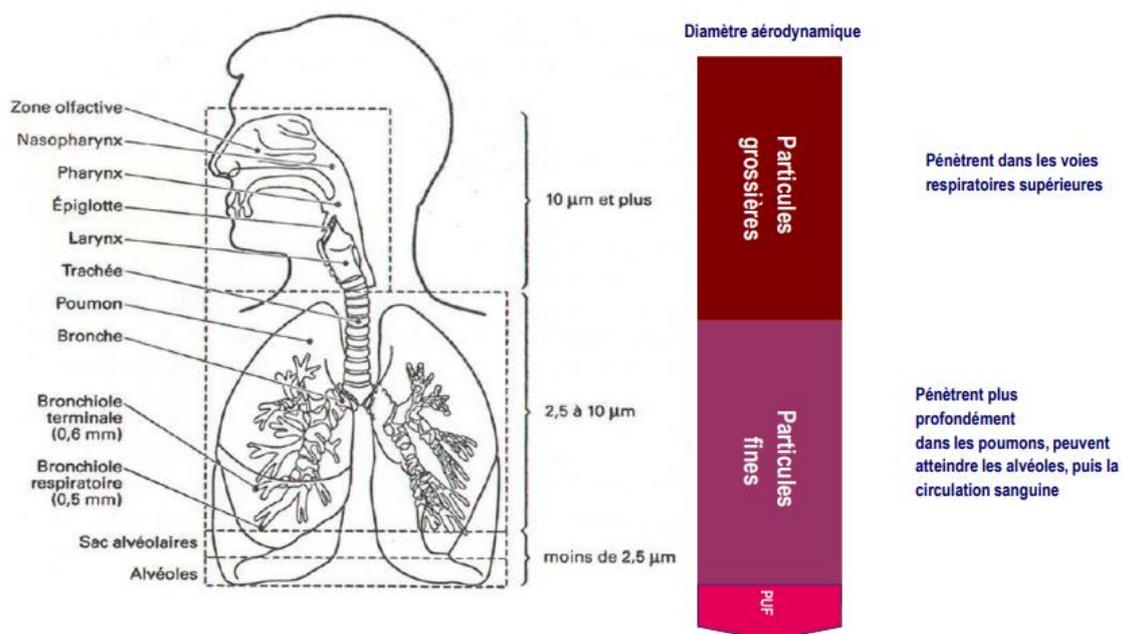


Figure 2 : Pénétration des PM selon leur taille

3.2.3. Métaux lourds

Les métaux lourds désignent en général les métaux dont le poids atomique est supérieur à celui du fer. Ces métaux sont parfois également désignés par le terme de métaux traces ou d'éléments traces métalliques. On considère en général les métaux lourds suivants : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Sélénium (Se), Zinc (Zn). Chaque métal possède des caractéristiques et un impact propre. Néanmoins, on distingue en particulier :

Mercure : le mercure est le seul métal liquide à température ambiante. Mais le mercure peut également se combiner avec du gaz carbonique et on parle alors de mercure organique.

– Plomb: le plomb a été pendant longtemps additionné à l'essence du fait de son pouvoir antidétonant.

- Cadmium : il provient surtout de l'incinération des déchets, ainsi que de procédés industriels (métallurgie..). Il a des effets sur le système respiratoire et gastro-intestinaux.

4. Types de pollutions

4.1. Pollution de l'air

La pollution atmosphérique peut être définie comme la présence d'impuretés dans l'air pouvant provoquer un gêne notable pour les personnes et un dommage aux biens. La pollution atmosphérique est donc fortement influencée par le climat et tout particulièrement par le vent, la température, l'humidité et la pression atmosphérique.

4.2. Pollution des sols

La pollution du sol peut être diffuse ou locale, d'origine industrielle, agricole (suite à l'utilisation massive d'engrais ou de pesticides qui s'infiltrent dans les sols). Ces pollutions agricoles peuvent avoir plusieurs impacts sur la santé humaine, en touchant des nappes phréatiques d'une part et en contaminant par bioaccumulation les cultures poussant sur ces sols d'autre part.

4.3. Pollution de l'eau

La pollution de l'eau peut avoir diverses origines parmi lesquelles :

- les exploitations agricoles industrielles: qui rejettent divers produits présents dans les engrais (comme des ions nitrates : NO_3^-) ou les produits phytosanitaires peuvent polluer les nappes phréatiques et entraîner la fermeture de points de captages d'eau potable si leur présence est trop importante
- l'industrie: Il s'agit essentiellement de produits chimiques et d'hydrocarbures (dégazage).
- les eaux usées: C'est un milieu favorable pour la mise en place d'une microfaune bactérienne (développement des bactéries) qui si elles ne sont pas traitées correctement peuvent être une source de pollution de l'eau. La demande chimique et biologique en oxygène (DCO et DBO) seront utiles pour évaluer la teneur de la pollution dans le l'eau.

4.4. Pollution par type ou agents polluants

- les pollutions liées aux transports, dont la pollution automobile et celle induite par les avions
- la pollution radioactive, (produits radioactifs (exemple : le phosphogypse; catastrophe de Tchernobyl),
- la pollution électromagnétique, (pollution liée aux rayonnements ionisants et non ionisants).
- la pollution thermique

- la pollution lumineuse: désigne à la fois la présence nocturne anormale ou gênante de lumière et les conséquences de l'éclairage artificiel nocturne sur la faune, la flore, les écosystèmes ainsi que les effets sur la santé humaine. Elle est souvent associée à la notion de gaspillage d'énergie, dans le cas d'un éclairage artificiel mal adapté, s'il constitue une dépense évitable d'énergie.
- la pollution spatiale et la pollution par les armes ou explosifs

5. La pollution de l'eau

Malgré toute l'importance que nous reconnaissons à l'eau pour notre santé et pour celle de l'environnement, de la faune et de la flore, nous contribuons, par toutes les activités de notre société industrielle, à la polluer et à en dégrader la qualité. Aucun aspect de notre vie moderne n'y échappe ; La fabrication des produits de consommation, l'agriculture, l'enfouissement des déchets et même les sports de loisir tels que le nautisme (et particulièrement les motomarines) ont des impacts négatifs importants sur l'eau, l'environnement et notre santé.

5.1. La pollution de l'eau par les industrielles

Des milliers de produits chimiques différents sont utilisés dans la fabrication des biens de consommation courants. Bien souvent, ces produits chimiques se retrouvent dans l'eau, puis rejetés dans l'environnement après que les eaux aient été traitées. C'est le cas de plusieurs usines manufacturières, métallurgiques et de fabriques de pâtes et papiers notamment. Cependant, il faut savoir que les traitements que l'on fait subir aux eaux usées sont surtout efficaces pour les débarrasser des coliformes d'origine fécale comme la bactérie E. coli, mais ne peuvent neutraliser tous les produits chimiques qui s'y retrouvent. démontre que les eaux usées traitées rejetées dans les cours d'eau demeuraient toxiques. Elles contenaient par exemple des pesticides, des déchets industriels, de l'arsenic, des métaux, des graisses, des diluants à peinture, de l'antigel, de l'huile à moteur

La problématique de la pollution de l'eau par l'agriculture découle de l'épandage des déjections utilisées comme fertilisants ainsi que de l'utilisation de pesticides dans les champs cultivés.

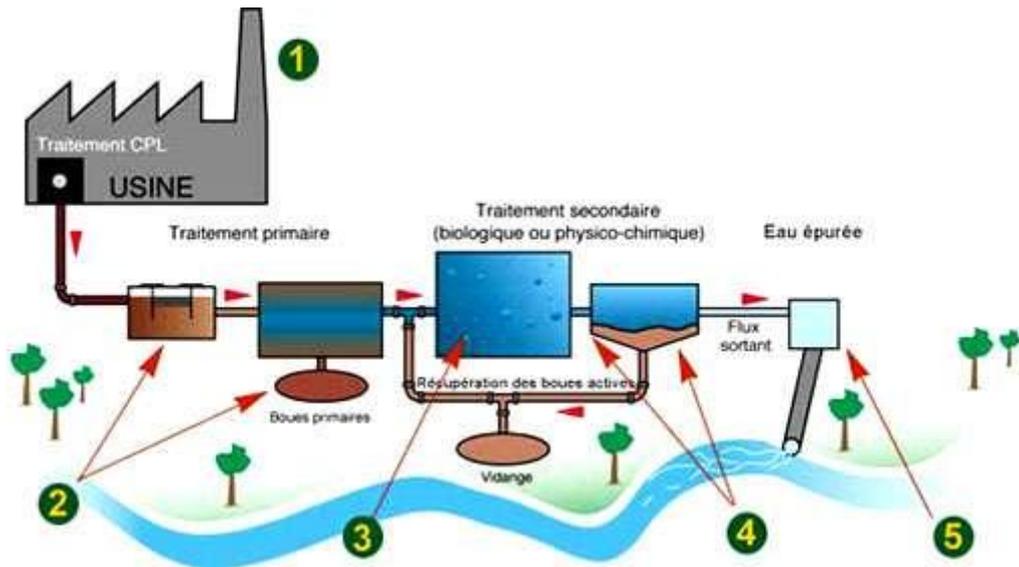


Figure 3 : Pollution de l'eau par les industrielles

5.2 Effets de l'urbanisation sur la qualité de l'eau

Elle n'est pas polluante en soi mais elle a beaucoup d'incidences sur la qualité de l'eau souvent indirectes. Le bétonnage de grandes surfaces favorise une accélération des écoulements et ne laisse pas le temps ni la possibilité à l'eau de s'infiltrer pour être purifiée par le terrain. D'autre part ce bétonnage systématique des villes favorise des inondations en aval à cause de l'accélération des écoulements précisément. Une autre incidence notable de l'urbanisation sur la qualité de l'eau et des milieux aquatiques est la modification du milieu et ceci est particulièrement grave quand il s'agit de rives de fleuves ou de lacs ou de côtes marines.





Figure 4. IJsselmeer, aux Pays-Bas, en 1987. © USGS

5.3. Trop de phosphore dans l'eau

Dans la majorité de nos lacs et rivières, la croissance des algues et des plantes est limitée par le phosphore. Les excédents de phosphore qui se retrouvent dans les milieux aquatiques constituent donc la cause directe de **l'eutrophisation** des cours d'eau, c'est-à-dire de la croissance excessive des plantes aquatiques et des algues. Cela peut avoir de nombreux effets néfastes, parmi lesquels l'augmentation de la **turbidité** de l'eau. Certaines algues (des algues bleues ou cyanobactéries) peuvent produire des substances qui intoxiquent le zooplancton, les poissons, les oiseaux aquatiques, le bétail et les humains. Présentes à forte densité, les algues font augmenter les coûts de traitement de l'eau potable et donnent à l'eau une mauvaise odeur et un mauvais goût

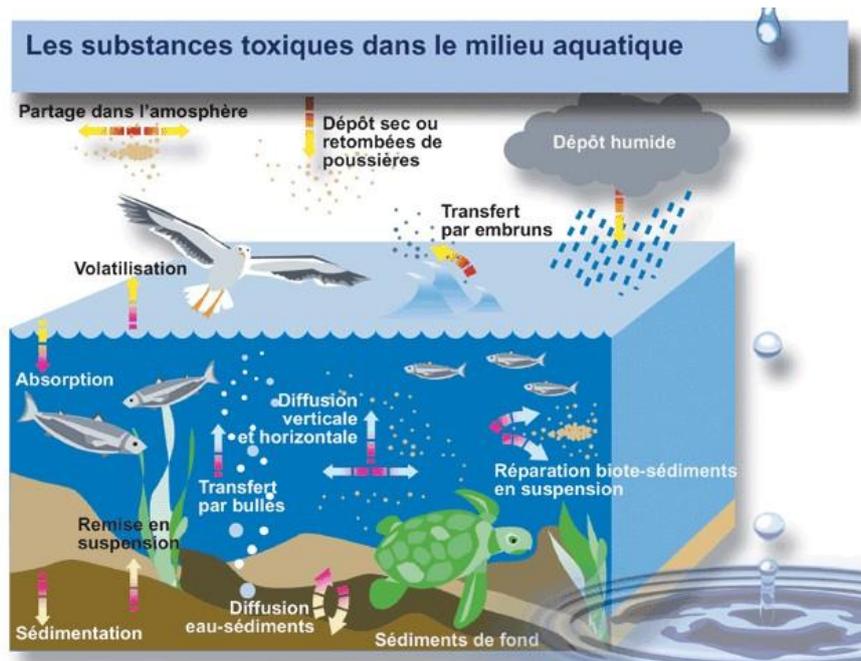


Figure 5 : Substance toxique dans le milieu aquatique

5.4. Trop de nitrates dans l'eau

Un lien significatif a été établi entre la présence de nitrates dans l'eau des puits privés et le fait que ces puits se trouvent en zone agricole intensive. Et, puisque la contamination des puits privés par des microorganismes et les nitrates peut occasionner certains problèmes de santé

5.5. Les motomarines et la pollution de l'eau

La grande majorité des motomarines sont munies de moteur à deux temps. Les motomarines libèrent jusqu'à 30% de leur combustible non brûlé directement dans l'eau. Une motomarine, qui peut consommer jusqu'à dix gallons américains d'essence à l'heure, libère entre 190 et 200 litres d'essence par année, à raison de moins d'une heure d'utilisation par semaine.

Les gaz d'échappement sont aussi une source de pollution. En sept heures de conduite, les émissions provenant d'une motomarine équipée d'un moteur de 100 chevaux-vapeur équivalent aux émissions d'une voiture qui parcourrait 160 000 kilomètres. En une heure de conduite, une motomarine produit autant de smog polluant qu'une voiture en une année.

6. Stratégies de traitement des déchets

La stratégie d'une bonne gestion des déchets s'appuie sur deux grands principes :

- Il faut prendre en compte simultanément les notions de matière, d'énergie, d'environnement et d'économie.

- Des lors que ces stratégies ont pour objectif le retour des déchets dans le milieu naturel, il y a lieu de s'inspirer des lois qui régissent le fonctionnement de ce milieu.

La gestion des déchets passe par cinq stratégies possibles qui sont représentés à la figure 6

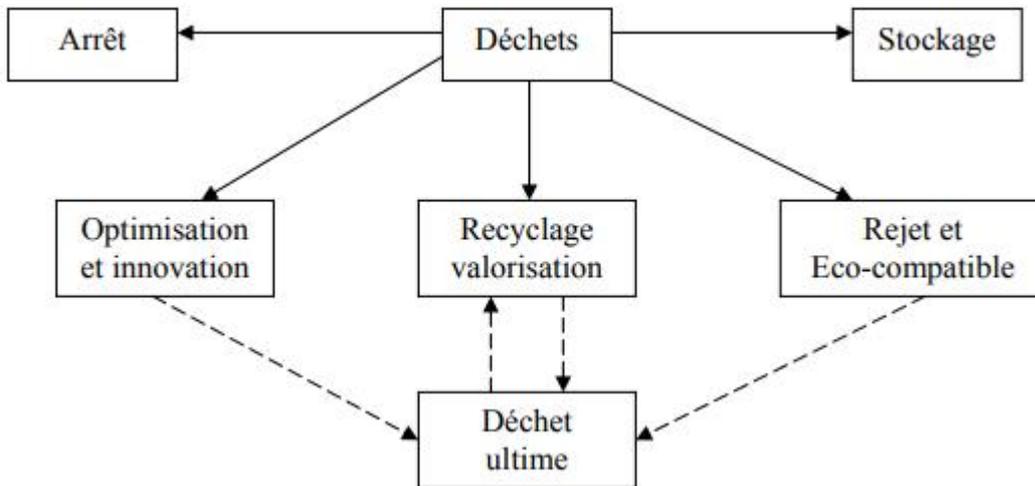


Figure 6 : Stratégies de traitement des déchets. (Boutemeur et al, 2002).

Leur mise en œuvre concrète passe par un certain nombre de filières techniques, elles articulent autour d'objectifs généraux suivants :

- Valorisation énergétique.
- Valorisation en matière première organique et minérale.
- Valorisation en science des matériaux.
- Valorisation en agriculture. • Valorisation en technique de l'environnement.
- Technique dite d'élimination.

Ces objectifs sont représentés à la figure 7.

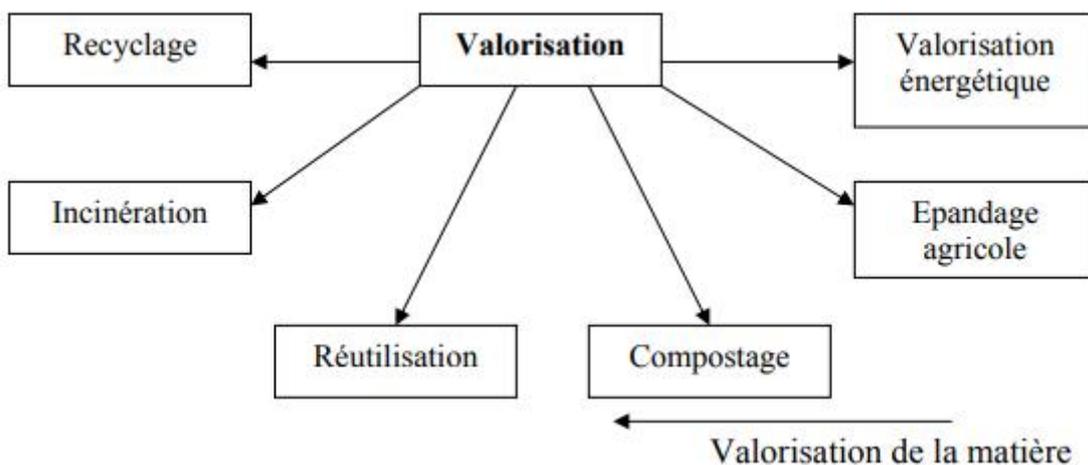


Figure 7 : Valorisation des déchets (Clastres, 2004).

6.1 Valorisation des déchets

L'intérêt qui est porté de plus en plus à la valorisation des déchets et des sous produits industriels est lié à la fois à la crise de l'énergie, à la diminution des ressources mondiales en matières premières et enfin la législation qui devient très sévère concernant la protection de la nature et l'environnement. Les arguments peuvent être résumés en : - Augmentation de la production. - Le coût de stockage ou de traitement est de plus en plus élevé. - Une législation de plus en plus sévère. - Une meilleure gestion de la recherche.

6.2 Présentation du sous-produit : le laitier du haut fourneau

Les laitiers du haut fourneau sont des co-produits de la fabrication de la fonte des usines sidérurgiques (la production des laitiers est liée à celle des fontes). Ils sont formés par la majeure partie de la **gangue** du minerai de fer et par la majeure partie des impuretés du coke et des fondants ajoutés, ce qui est illustré à la figure 8 :

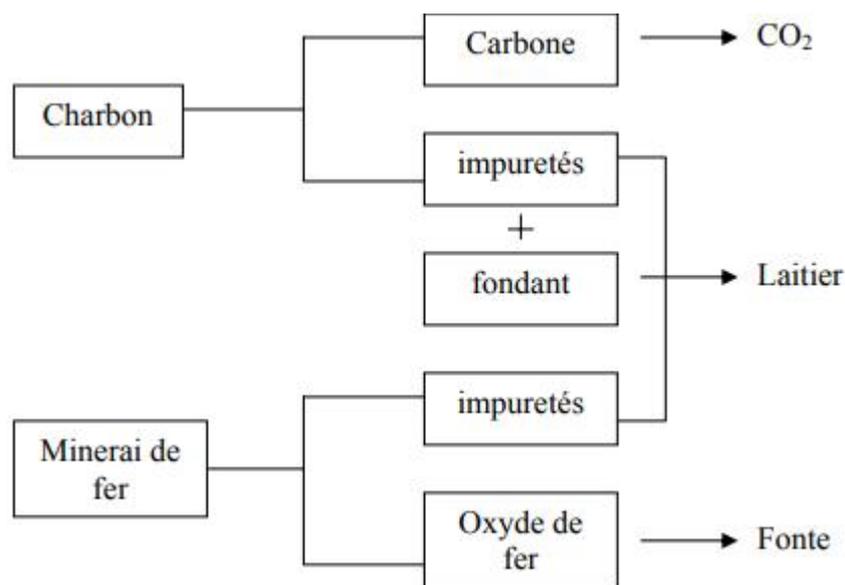


Figure 8 : représentation schématique de la production de laitier du haut fourneau. (Aitcin,2001)

La composition et la structure physique du laitier du haut fourneau varient énormément en fonction des procédés et des méthodes de refroidissement appliqués au laitier ; selon ces procédés on obtient le laitier granulé, bouleté et cristallisé. Chaque variété trouve des débouchés intéressants.

a- En cimenterie

L'emploi du laitier granulé en cimenterie est doublement important, car il permet à la fois des économies considérables d'énergie (réduction du combustible de 30 à 40 %), et permet d'obtenir des ciments présentant des propriétés variées. Le laitier peut produire un liant

hydraulique de plusieurs façons. Premièrement, il peut être mélangé à du calcaire et être utilisé comme matière première pour produire du ciment Portland par le procédé à sec. Le clinker obtenu à partir de ces matériaux est souvent utilisé avec le laitier dans la fabrication du ciment portland au laitier.

6.2 Exemple du recyclage du verre:

Pour recycler, il suffit de jeter ses objets en verre (bouteilles, pots, bocaux, flacons) dans les conteneurs prévus à cet effet. Il est inutile de retirer les étiquettes des contenants avant de les jeter, mais mieux vaut en ôter les bouchons et les couvercles, même si cela n'est pas obligatoire. Il faut penser à bien vider les bouteilles et à les rendre les plus propres possible. En voilà la figure 9 qui le montre :

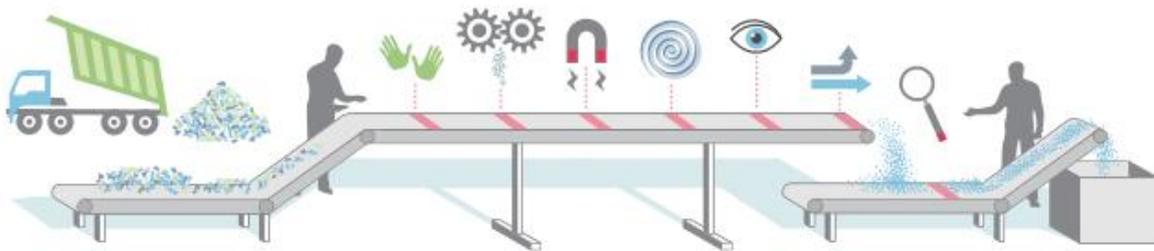


Figure 9 : Le tri du verre.

Le verre de cuisine et la vaisselle ne peuvent pas, en revanche, être recyclés. Ainsi, ne doivent pas rejoindre les conteneurs à verre, la porcelaine, la céramique, la faïence. En effet, les fabricants injectent des substances chimiques qui les rendent impossibles à recycler : ils peuvent donc altérer la qualité du tri. Le verre non recyclable rejoint alors la décharge pour y être stocké ou réutilisé. D'autres verres contiennent des produits dangereux et doivent subir une décontamination. Ainsi, ne doivent pas non plus être jetés dans un conteneur à verre, les vitres, les ampoules et le plateau de micro-ondes.

6.2.1. Processus de recyclage :

Le particulier effectue le premier tri du verre, puis les collectivités en assurent la collecte. Elles le portent vers un centre de tri où sont réalisées les opérations suivantes :

- Un premier tri mécanique (à la main), pour supprimer les éléments mécaniques (capsules, par exemple) ;

- Un deuxième tri par infrarouge, pour détecter les éléments non recyclables, comme l'acéramique,
- Un autre tri par souffleur, pour enlever les étiquettes et les bouchons.

Ces tris successifs doivent être effectués de manière rigoureuse, car une erreur de traitement risquerait d'endommager le four et de rendre les nouvelles bouteilles plus fragiles. Dans un second temps, les centres de tri effectuent le broyage et la fusion au calcin, afin de créer un verre neuf et coloré.

6.2.2. Le centre de tri :

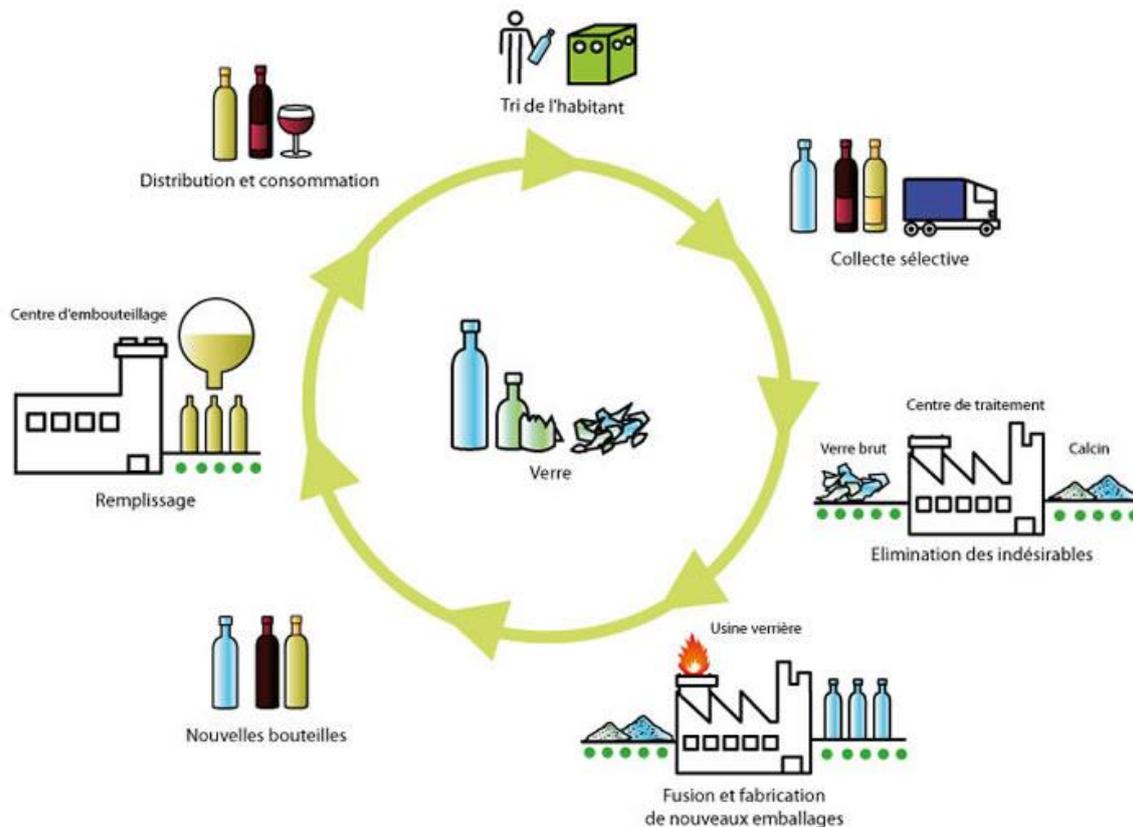


Figure 10 : Différentes étapes du tri.

La figure ci-dessus représente le centre de tri est une installation par laquelle les déchets ménagers, collectés sélectivement en porte-à-porte, sont triés et séparés par matériau avant d'être envoyés vers les filières de valorisation appropriées. Pour passer dans ce type de centre, le verre, majoritairement composé d'emballages ménagers, est initialement mélangé à d'autres matériaux recyclables. Actuellement ils collectent le verre mélangé à d'autres déchets recyclables.

Les déchets sont d'abord amenés dans des usines. Puis ils sont chargés sur la chaîne de traitement et peuvent éventuellement passer au travers d'une machine permettant l'ouverture des sacs s'ils ont été collectés de la sorte.

Si les corps creux et les corps plats ont été collectés en mélange, les déchets passent par un dispositif mécanisé (tri balistique, trommel, ...) pour séparer les deux fractions :

- corps plats (papier, journaux, cartons, etc.) ;
- corps creux (boites métalliques, ELA43, verre, plastiques).

Les corps creux subissent alors un tri manuel permettant l'élimination des corps plats résiduels, les films plastiques et les indésirables, puis un tri mécanique où les déchets sont triés par catégorie :

- les métaux ferreux : sont retirés par over band (aimant) ;
- les métaux non ferreux (aluminium, etc.) : sont séparés grâce à une machine à courants de Foucault (machine qui par l'intermédiaire de champs magnétiques permet de capter les métaux non ferreux) ;
- les plastiques (bouchons, flacons, bouteilles, etc.) : sont éliminés par tri aéraulique (insufflation d'air).

En fin de tri, le verre est généralement récupéré en deux fractions :

- une de moins de 10 mm de diamètre (les fines) ;
- une de plus de 10 mm de diamètre.

La fraction de moins de 10 mm est plus difficilement exploitable par les verriers du fait de sa trop grande finesse et de sa concentration trop importante en impuretés après tri. Ces fines de verre sont utilisées pour d'autres applications, pour la saturation en verre des mâchefers utilisés en sous-couche routière. Ces fines leur donnent une plus grande stabilité et évitent à long terme un affaissement de la sous-couche.

La fraction de plus de 10 mm de diamètre, quant à elle, est triée manuellement une dernière fois, afin de la débarrasser au maximum des impuretés. Cette fraction est ensuite envoyée vers les centres de traitements.

6.3.3. Quelle sont les verres non recyclables et pourquoi :

Une question se pose par elle-même, quelle sont les verres non recyclables ? Ce sont les verres qui ont une composition chimique différente du verre alimentaire et ne fondent pas à la même température et cela sont des exemples de ces verres : (Ampoules vaisselle, miroirs, néons, halogènes, faïence, porcelaine...etc.

6.3.4. L'intérêt du recyclage du verre :

Pour l'environnement le recyclage du verre est très bénéfique et en voilà quelques points qui montrent le bien fait du recyclage pour notre environnement :

- Les économies en ressources naturelles : sable et calcaire,
- Les économies en eau,
- Les économies d'énergie,
- La limitation des rejets de CO₂,
- La création d'emplois.
- Lors de son recyclage, le verre est brûlé dans un four avec du calcin. Le calcin limite les émissions de dioxyde de carbone (CO₂)

Le **calcin** est du débris de verre ajouté aux matières premières (sable, carbonate de soude...) mises en œuvre pour fabriquer le verre. Le **calcin**, parfois appelé groisil, sert à favoriser la vitrification.

7. désignation des symboles

Les symboles et logos du recyclage De nombreux symboles et logos, associés au recyclage, fleurissent sur les emballages et les produits de notre vie quotidienne, jusqu'à former une nébuleuse de signes difficile à comprendre. En effet, certains par leur présence de longue date ou la qualité de l'information qu'ils donnent sont de véritables repères. D'autres sont plus obscurs. Voici les symboles vous présentant l'essentiel en la matière :



Symbole de l'Eco-organisme Eco Emballages. Il indique que l'entreprise productrice de l'emballage s'est acquittée d'une redevance auprès d'Eco Emballage



Le ruban de Möbius

Symbole universel des matériaux recyclables depuis 1970. Il indique que le produit ou l'emballage est techniquement recyclable mais pas qu'il est recyclé, ni qu'il le sera.



Symboles qui précisent que l'emballage ou le produit est fabriqué avec des matières recyclées. Ils indiquent également à quel taux s'élève la matière recyclée.



Poubelle Barrée

Symbole indiquant que le déchet doit être collecté par une filière spécifique et ne doit pas être jeté dans une poubelle classique.



Triman

Symbole théoriquement obligation sur tous les emballages et produit recyclage pour janvier 2015. Il signifie que le produit est recyclable et qu'il doit être trié.



PET

Symbole précisant la matière qui compose notre emballage (ici PET = Polyéthylène Téréphtalate). Les plus communs sont les plastiques (1 à 7)



Symbole pour le verre recyclable (bouteilles, flacons, bocaux et pots).



Symbole pour l'aluminium recyclable qui indique que le produit ou l'emballage est constitué d'aluminium, matériau qui peut être recyclé



Symbole pour l'acier recyclable qui indique que le produit ou l'emballage est constitué d'acier, matériau qui peut être recyclé



Symbole indiquant le pourcentage de matière recyclé présente dans le papier



Symbole de l'organisme de reprise et de recyclage des emballages ménagers papier-carton issus des collectivités et certifiant une valorisation de l'emballage