

**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**

# **CHANTIER DE CONSTRUCTION**



**RÉGION WALLONNE**

## Table des matières

<i>Table des matières</i> .....	2
<i>Avant-propos</i> .....	4
<i>Avertissement</i> .....	6
<i>Méthodologie</i> .....	7
<i>Présentation des activités des chantiers industriels</i> .....	8
<b>1. Introduction</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Activités de construction</b> .....	<b>9</b>
2.1. Travaux préparatoires .....	9
2.2. Travaux de terrassement .....	9
2.3. Travaux de fondations .....	10
2.4. Constructions souterraines et égouts .....	10
2.5. Superstructure.....	10
2.6. Finition .....	12
<b>3. Phases importantes</b> .....	<b>12</b>
3.1. Travaux de béton .....	12
3.2. Travaux de maçonnerie .....	14
3.3. Travaux métalliques .....	15
3.4. Travaux en bois .....	15
3.5. Équipements de chantiers .....	16
<i>Matrice</i> .....	<b>16</b>
<i>A. L'air</i> .....	<b>18</b>
1. Emissions de substances toxiques.....	18
2. Production de poussières.....	20
<i>B. Les eaux</i> .....	<b>22</b>
1. Qualité de l'eau .....	22
2. Niveau et mouvement naturels des eaux souterraines.....	23
<i>C. Le sol</i> .....	<b>25</b>
1. Qualité du sol .....	25
2. Sensibilité à l'érosion.....	27
<i>D. Les biotopes</i> .....	<b>28</b>
1. Qualité et maillage écologique .....	28
2. Valeur patrimoniale du milieu naturel concerné.....	29
<i>E. Les déchets</i> .....	<b>29</b>
<i>F. Les ressources naturelles du sol et du sous-sol</i> .....	<b>32</b>
<i>G. La santé et la sécurité</i> .....	<b>33</b>
<i>H. Le cadre de vie</i> .....	<b>35</b>
1. Ambiance olfactive .....	35
2. Ambiance auditive .....	35
3. Ambiance visuelle .....	36
<i>I L'intégrité</i> .....	<b>36</b>

<b>1. Valeurs patrimoniales des biens immobiliers et intégrité physique des biens matériels.....</b>	<b>36</b>
1.1. Vibrations .....	36
1.2. Tassements et éboulements .....	37
<b>2. Capacité des équipements et des infrastructures publiques .....</b>	<b>38</b>
<b><i>Bibliographie</i> .....</b>	<b>39</b>

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. INTRODUCTION

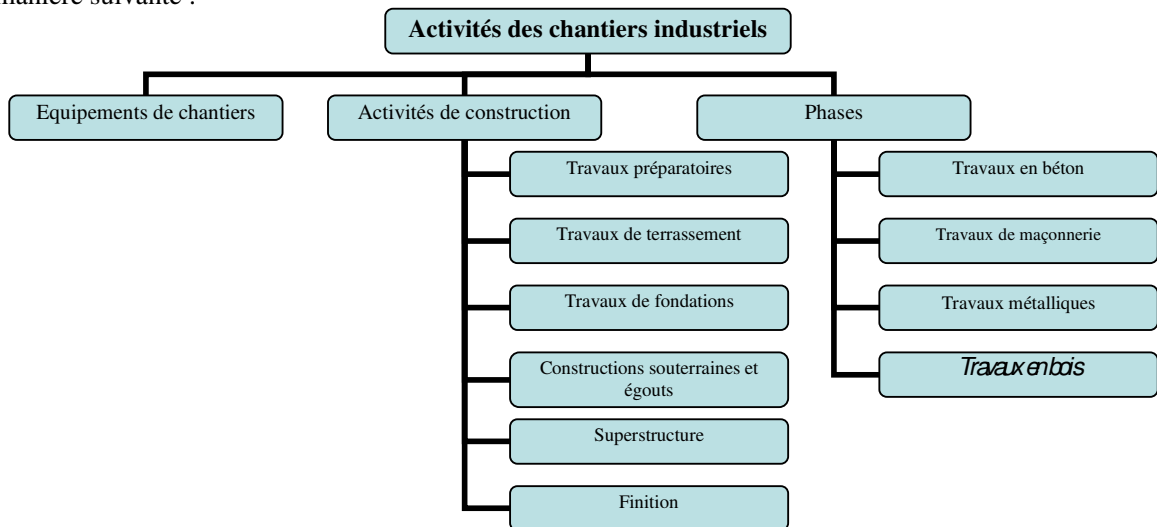
L'impact environnemental d'un chantier industriel sera différent en fonction du type de chantier. Les travaux de construction industrielle sont aussi vastes à définir que les activités industrielles proprement dites. Dans ce guide d'évaluation, il sera au moins tenu compte des types de constructions industrielles suivants

- L'**immeuble de bureau** se compose d'une structure portante en béton, de murs d'enveloppe de façade ou de grandes surfaces vitrées, un mur intérieur en béton coulé, de la maçonnerie ou des cloisons légères. Pour le revêtement de façade, on utilise de la maçonnerie, de la pierre naturelle ou des panneaux. La cave sert souvent d'espace de stationnement ou de salle technique. Les immeubles de bureaux demandent plus d'attention pour la finition intérieure et l'aménagement.
- Le **hall de production industriel** opte bien souvent pour une structure de soutien en acier ou en béton caractérisée par des portées importantes. Les murs intérieurs sont exécutés en maçonnerie, en béton coulé ou en panneaux suivant leur fonction.
- Pour l'exécution des **constructions industrielles**, en plus des techniques à réaliser, vient une partie importante de constructions en acier et en béton pour les fondations des constructions proprement dites (épuration des eaux, les tours,..). Les installations d'épuration des eaux ou une nouvelle unité industrielle de production en sont des exemples.

La caractéristique de la construction industrielle, c'est la réalisation rapide des travaux de construction. Sous la pression des investissements du maître de l'ouvrage, les délais d'exécution des constructeurs industriels sont toujours plus courts. C'est la raison pour laquelle beaucoup d'entrepreneurs se sont spécialisés dans la préfabrication.

Avant la réalisation de son projet, l'édificateur désignera normalement un entrepreneur principal qui sera responsable du projet. L'entrepreneur principal fera appel pour des tâches spécifiques (travaux de terrassement, fondations, HVAC, finitions) à des sous-traitants.

Les différentes activités d'un chantier industriel peuvent être représentées schématiquement de la manière suivante :



## **2. ACTIVITES DE CONSTRUCTION**

### **2.1. Travaux préparatoires**

Les travaux préparatoires comprennent l'étude du chantier et du sol, la préparation et l'aménagement du chantier et le piquetage des bâtiments.

L'étude des caractéristiques physiques du sol est réalisée à l'aide de forages ou de carottages de puits. Cette étude détermine les exigences auxquelles les fondations doivent satisfaire.

La préparation du chantier comprend

- la démolition des bâtiments et l'enlèvement des obturations, des plantations se trouvant à l'endroit des travaux
- le déblaiement des plaques de gazon et de la couche arable et le nivellement du terrain
- la protection des bâtiments adjacents et des plantations avoisinantes
- la recherche des conduites de distribution
- la clôture et/ou la signalisation du chantier

L'aménagement du chantier comprend

- l'assurance de l'accès au chantier
- le montage des cabanes de chantier et des installations sanitaires
- les équipements provisoires pour l'eau, l'électricité, le téléphone et l'égouttage ;
- un générateur peut être utilisé pour la production du courant électrique
- le montage des silos, des grues, des machines de construction et la mise en place du transport ; dans le cas d'une grue fixe ou d'une grue roulante, il faut installer une semelle de fondation.
- l'aménagement du stockage des matériaux de construction et du matériel à l'air libre ou dans des entrepôts en fonction de l'avancement des travaux. Il faut consacrer une attention particulière à l'entreposage des produits de construction ou des additifs dangereux (pour l'environnement) tels que les huiles, les composants chimiques, le mazout, ...

On travaillera de préférence avec un plan d'aménagement en y indiquant les emplacements destinés à l'entreposage du matériel, aux baraques, aux abris pour matériaux, aux engins de chantiers fixes et mobiles.

### **2.2. Travaux de terrassement**

Le terrassement comprend l'ensemble de l'excavation et du rehaussement, nécessaires pour rendre le terrain constructible, ainsi que les excavations pour l'aménagement des fondations. Les terrassements importants sont le plus souvent réalisés par des sous-traitants spécialisés.

Une opération de déblai est nécessairement suivie d'un remblai, d'une mise en dépôt, d'une évacuation (en vue de remblai ou de valorisation) ou d'une mise en CET (centre d'enfouissement technique). Un remblai effectué convenablement comprend le chargement, le transport, le déchargement, l'épandage par couche et le compactage suivant le profil prescrit.

Lors des travaux de terrassement, il faut tenir compte de la stabilité des talus et de la pression des eaux souterraines. Si les excavations sont réellement escarpées ou profondes, les murs du puits doivent être étayés. Cela peut être fait en étançonnant les murs à l'aide d'étauçons télescopiques ou de rideaux de palplanches. Les rideaux de palplanches sont des murs permanents ou temporaires qui servent de barrage pour l'eau ou la terre et qui sont composés d'une série de palplanches en bois, en acier ou en béton armé, qui sont enfoncées dans le sol par un équipement spécialisé actionné par des moteurs ou par de la vapeur. Les palplanches en béton armé sont principalement utilisées pour les travaux permanents. Les rideaux de palplanches en bois et en acier peuvent être réutilisés. Les murs en ciment-bentonite peuvent également servir de murs de retenue pour la terre et l'eau.

Si les travaux de terrassement ont lieu sous le niveau de la nappe phréatique ou si de l'eau s'infiltre dans la tranchée de fondation, il faut alors réaliser un drainage ouvert ou un captage des eaux. Un drainage ouvert recueille l'eau souterraine dans des rigoles ou des conduites de drainage posées sur le fond de la tranchée de fondation d'où elle est dirigée vers des puisards. Le captage des eaux réduit le niveau de la nappe phréatique à l'aide d'une série de conduites verticales enfoncées dans le sol et par lesquelles l'eau souterraine est pompée. Le tube de forage est foré ou battu dans le sol. Entre le tube de forage et le tube de filtrage est apporté du sable de granulométrie grossière ou du gravier.

### 2.3. Travaux de fondations

La fondation reprend les charges du bâtiment ou du complexe industriel et les transmet à la semelle de fondation. La plupart du temps, les fondations forment également une protection de la construction contre les eaux souterraines. Généralement, nous distinguons les fondations peu profondes et les fondations profondes qui sont réalisées avec des matériaux différents et suivant des méthodes distinctes. Le système de fondation à utiliser dépend de la nature du sol, de la charge à porter et des facteurs qui peuvent affecter la résistance du sol ou de la fondation.

Les fondations peu profondes utilisent souvent des tranchées creusées ou une surface de construction qui sert de moule et sont remplies de béton. Si cela n'est pas possible, il faut procéder au coffrage.

Font partie des fondations peu profondes :

- les semelles isolées, en béton armé ou non
- les tranchées de fondation en béton non armé
- les tranchées de fondation, éventuellement élargies, en béton armé
- les radiers

Les fondations profondes sont utilisées lorsque la bonne terre se trouve à plus de 5 mètres. Font partie des fondations profondes :

- les puits de fondation
- les pieux de fondation
- les murs profonds des fondations

Les puits perdus sont creusés et coffrés. Ce coffrage peut être récupéré ou servir de coffrage perdu. Les pieux de fondation sont enfoncés dans le sol, battus ou vissés. Les pieux de fondations sont éventuellement remplis d'eau, c'est l'amenée d'eau sous pression en dessous de la fondation sur pieux pendant le battage des pieux. Nous pouvons faire la distinction entre les pieux préfabriqués en acier ou en béton et les pieux moulés dans le sol.

Les murs de fondation sont réalisés comme des murs de soutènement qui peuvent également remplir la fonction de fondation. Les murs de fondation profonds peuvent atteindre une profondeur de plus de 40 mètres. Une tranchée est creusée à l'aide d'un grappin. Entre-temps, on évite que les murs s'éboulent en remplissant la tranchée de bouillie d'argile lourde, la boue de ciment-bentonite. Après le creusement, on place une cage armatures que l'on bétonne. La bentonite est ensuite récupérée. Le coulis de bentonite peut être retiré dans des installations adaptées pour être ensuite réutilisé.

### 2.4. Constructions souterraines et égouts

En construction industrielle, la construction souterraine peut compter plusieurs étages et avoir différents objectifs. L'espace souterrain est souvent utilisé comme espace de stationnement, comme zone technique ou comme espace de stockage. Les exigences de ventilation, d'isolation et de protection contre les eaux souterraines sont définies en fonction de la destination de la construction.

Les travaux souterrains de construction industrielle sont souvent réalisés en béton armé étanche.

Un système d'égouts est l'ensemble des installations d'évacuation et de canalisations, équipé de puits de contrôle et de collecte afin d'évacuer les eaux usées industrielles, les eaux usées domestiques et l'eau de pluie. L'aménagement de bassins de décantation et de réception peut également être rangé dans cette activité. Cette évacuation peut se faire soit directement dans les égouts publics ou les eaux de surface, soit indirectement par le biais d'une station industrielle d'épuration des eaux. Plusieurs entreprises ne doivent rien déverser grâce au traitement et à la réutilisation intégrale de leurs eaux usées dans une station d'épuration.

### 2.5. Superstructure

En construction industrielle, nous travaillons souvent avec une ossature, étant donné la rapidité de la réalisation. Dans ce cas, une ossature de béton armé ou d'acier assure la fonction de soutien. Les autres éléments de construction sont ensuite montés sur cette structure de soutien où nous utilisons souvent des éléments de construction préfabriqués. Cette méthode permet de construire de manière très rapide et très efficace.

Les éléments **verticaux** (murs – colonnes) ont les fonctions suivantes :

- une fonction de soutien pour les charges horizontales et verticales
- l'isolation contre l'humidité, l'isolation thermique et l'isolation acoustique.

Les murs extérieurs des constructions industrielles sont souvent réalisés à partir de béton coulé, d'éléments préfabriqués en béton ou d'éléments métalliques, par murs entiers ou par panneaux. Au fur et à mesure que les murs sont dressés et que la charge présente sur ceux-ci est réduite, leur épaisseur peut progressivement être réduite. La maçonnerie (blocs de béton, briques, ...) est un peu moins utilisée pour les murs extérieurs en construction industrielle mais est souvent utilisée pour les murs intérieurs.

Pour les immeubles de bureaux, on choisit souvent des murs-rideaux. Dans une ossature en béton, la façade est composée d'éléments légers et de grandes surfaces vitrées. Ces éléments de construction sont fixés à l'ossature portante.

Pour la réalisation des façades extérieures des bâtiments industriels (chantiers, entrepôts, ...) ou par exemple pour des complexes sportifs, on utilise souvent un revêtement de façade en métal. Le revêtement de façade en métal est fixé au squelette de la structure. L'acier ou l'aluminium est protégé contre la corrosion.

Les murs intérieurs des constructions industrielles sont composés d'une gamme variée de matériaux : blocs de béton, briques, blocs de béton cellulaire, blocs de plâtre, parois de plâtre cartonné, panneaux préfabriqués en métal, panneaux composites. Le choix dépend de la fonction (mur portant ou non portant, mur de séparation, cloisonnement...).

Au niveau des éléments de construction **horizontaux**, nous pouvons distinguer les poutres et les planchers. Les fonctions sont

- le support de la charge permanente et provisoire
- le support des plafonds et des planchers
- le support des éléments d'équipement

Les planchers portants sont réalisés au moyen d'éléments préfabriqués ou semi préfabriqués, en béton coulé ou (exceptionnellement) par une superposition d'éléments dans le cas des constructions en bois.

Les planchers en béton armé et en béton précontraint comprennent :

- les planchers monolithiques préfabriqués en béton armé, tels que les dalles pleines, les dalles creuses, les planchers à nervures, les planchers champignons
- les planchers semi préfabriqués en béton, où le remplissage et le recouvrement sont réalisés sur place. Ici, l'utilisation d'un coffrage est exclue. Entre les éléments ou au-dessus se trouvent éventuellement une couche de remplissage, une couche de compression et une couche de finition. Les hourdis et les planchers en prédalles en sont des exemples.
- la construction en béton coulé.

Les planchers en acier sont également appliqués dans les lieux de travail industriels. Leur fixation est réalisée par boulonnage ou par soudage. Les planchers combinés tels que bois sur acier ou béton sur acier sont également appliqués.

La **toiture** est la cinquième façade d'un bâtiment et protège également contre le climat extérieur, plus particulièrement contre les précipitations, le vent, le froid, la chaleur et le bruit.

Il existe différentes formes de toitures telles que les toitures plates, les toitures à versants et les toitures voûtées. Dans le cas de la construction industrielle, nous réalisons souvent, mais pas exclusivement, des toitures plates.

Les toitures plates destinées aux complexes industriels sont réalisées avec une structure portante de poutres préfabriquées en béton, en acier ou éventuellement en bois. La mise en œuvre est analogue à celle d'un sol en béton armé ou d'un plancher portant en métal. La toiture est rendue étanche grâce à la mise en place d'une étanchéité en matériaux souples (rouleaux de toiture bitumeux ou synthétiques). Ensuite, on pose également une isolation et un écran pare vapeur. Le plancher de toiture se compose de panneaux monolithiques en béton, d'éléments préfabriqués en béton, de panneaux autoportants en fibres organiques et minérales, de bacs acier, de panneaux de toiture composés avec isolation intégrée contre la chaleur,...

Une toiture à versants est rendue étanche à la pluie grâce à la pose d'une couverture en matériaux durs (tuiles, ardoises, tôles ondulées...) qui se chevauchent ou grâce à la pose d'un revêtement métallique (zinc, cuivre). La plupart des sous-toitures à versants sont réalisées en bois, mais on trouve aussi des charpentes en acier et même des toitures en voile mince de béton.

## 2.6. Finition

Parmi les finitions d'un bâtiment, nous pouvons distinguer les activités suivantes :

- Techniques
  - Sanitaire (adduction et évacuation dans les canalisations, installations sanitaires,...)
  - Chauffage (chaudière, radiateurs et convecteurs, conduits,...)
  - Ventilation (bouches de pulsion et de traction, systèmes mécaniques de ventilation,...)
  - Électricité (câbles électriques, appareils,...)
  - Câblage (multimédias et domotique)
  - Installations de sécurité (alarme contre l'effraction, alarme incendie, manche à incendie,...)
  - Techniques industrielles spécifiques (conduites, installations, moteurs, ...).
- Plâtrage : système humide ou système sec (plaques de plâtre)
- Travaux de couverture de sol (sol en mortier de ciment ou en anhydrite)
- Menuiserie intérieure et extérieure : portes, fenêtres et escaliers
- Murs de séparation légers (pour le cloisonnement)
- Finitions :
  - revêtement du sol
  - finitions des murs
  - ameublement
  - éclairage
  - peinture
  - ...

## **3. PHASES IMPORTANTES**

### 3.1. Travaux de béton

Le béton armé, non armé ou précontraint, est depuis des décennies le principal matériau de construction pour les ouvrages d'art, les bâtiments et la construction des routes. Il le doit à ses différentes caractéristiques telles que son prix de revient faible, sa durabilité et ses possibilités d'application étendue. Il offre donc une solution économique et élégante pour de nombreux problèmes de construction et est adapté pour toutes sortes de formes et d'applications, allant des pavés en béton les plus simples aux éléments de façade architectoniques les plus compliqués et les plus grands travaux de génie civil.

#### **Béton**

Le béton prêt à l'emploi est fabriqué dans des centrales à béton spécialisées et est livré par camion malaxeur sur le chantier. Dans des cas exceptionnels, lorsqu'on a un (très) grand besoin de béton prêt à l'emploi sur le chantier, on travaille avec des centrales à béton sur le chantier lui-même. Cette méthode s'applique plutôt aux travaux d'infrastructure tels que les tunnels, les travaux de voirie et les murs de quai.

Afin d'obtenir un béton suffisamment solide et résistant, et afin de s'assurer que tous les angles et cavités sont remplis et que l'armature est recouverte, le béton doit être compacté pour en éliminer les inclusions d'air. Sur le chantier, le compactage est réalisé par vibration. Le béton auto-compactant a récemment fait son entrée sur le marché du béton.

Le produit de cure est une mesure de protection contre le séchage prématuré du coulis de béton et du béton jeune. Le produit de cure est indispensable en cas de fort ensoleillement et de vent. La protection du béton après coulage est une précaution afin d'éviter les dégâts. Les produits de cure sont des résines qui sont apportées par vaporisation sur la surface du béton et forment un film continu par lequel la vapeur d'eau s'échappe. De l'eau peut aussi être répandue comme traitement ultérieur. Pendant la durée de la prise, le béton doit être protégé contre le lessivage par la pluie et l'eau de ruissellement.

Durant la phase de durcissement, une protection contre les basses températures et le gel est nécessaire. Si les travaux de bétonnage doivent également être réalisés dans des conditions de gel hivernal, on peut isoler et chauffer les éléments coulés. Dans des cas spécifiques, une protection permanente du béton durci est nécessaire. C'est typiquement le cas lorsque le béton est en contact avec des substances chimiques agressives telles que celles que nous pouvons retrouver dans les différents secteurs industriels.

## **Coffrages**

Le coulis de béton est relativement fluide et peut donc prendre différentes formes. Un coffrage est une forme ou un gabarit dans lequel on verse le béton afin de lui donner la forme et la texture de surface désirées, et de le soutenir pendant le processus de prise et de durcissement. Le coffrage joue également un rôle important dans l'aspect du béton. Dans le cas d'une construction en béton coulé, les coffrages constituent un facteur de temps et de prix à ne pas sous-estimer.

Une structure de coffrage est composée d'un coffrage de contact et d'une structure de soutien.

Il faut faire une distinction entre trois types de coffrages.

- Les coffrages uniques, ou coffrages traditionnels, sont entièrement construits sur le chantier. Ils se composent généralement de bois et d'accessoires métalliques.
- Les coffrages-outils réutilisables en bois, en métal ou en plastique.
- Les coffrages perdus qui sont incorporés dans le bétonnage.

L'utilisation de coffrages-outils est implantée depuis longtemps dans le monde de la construction et principalement dans la construction industrielle où l'on cherche à optimiser le rendement et l'efficacité. Les coffrages-outils peuvent être utilisés pour les colonnes, les poutres, les murs et les planchers. Pour les formes spéciales et pour les travaux de finition, on utilise des coffrages traditionnels en bois. Les coffrages-outils sont éventuellement produits sur mesure pour les bétonnages spéciaux et répétitifs.

L'utilisation de profils de soutien aux dimensions souhaitées pour le soutien – dénommés doka's dans les entreprises – pour remplacer les madriers en bois classiques est un autre exemple du coffrage-outil.

Les produits de décoffrage tels que l'huile sont appliqués sur le coffrage avant le coulage du béton et doivent rendre le décoffrage plus facile sans endommager le béton ou le coffrage. Sans ces produits de décoffrage, il y aurait une adhésion importante entre le béton et le coffrage, d'une part à cause de l'infiltration de laitier de ciment dans les pores et d'autre part à cause d'un « effet de ventouse » sur les surfaces peu poreuses.

Le béton ne peut être décoffré qu'après un durcissement suffisant. Cette période dépend de différents facteurs. Après le décoffrage et le nettoyage, les pièces sont entreposées sur le chantier en fonction de leur taille. Après la dernière utilisation sur le chantier, les coffrages sont nettoyés dans un entrepôt central. Il existe à cet effet sur le marché des appareils adaptés tels qu'un rabot à béton ou une machine de nettoyage des planches. Pour certains types, un traitement avec un produit de décoffrage est prévu après le nettoyage des panneaux.

## **Armatures**

On résout le problème de la faible résistance à la traction du béton en renforçant celui-ci avec des armatures. Afin d'éviter même une fissuration minimale, on utilise une armature précontrainte. L'armature précontrainte permet la fabrication d'éléments plus longs et plus minces, de sorte que des grandes portées deviennent techniquement possibles.

Les treillis et les cages d'armatures sont fabriqués dans l'atelier ou auprès de fournisseurs spécialisés. Exceptionnellement, des cages d'armatures peuvent être pliées et tressées sur le chantier de construction industrielle.

La pose d'une armature nécessite les opérations suivantes :

- le découpage des barres d'armatures
- Le pliage éventuel des barres et le pliage des étriers aux extrémités
- le tressage des barres d'armatures en treillis ou en cage
- la pose des cages d'armatures dans le coffrage

On utilise traditionnellement des armatures en acier, mais le marché offre également des alternatives sous la forme d'armatures composites en fibres de verre, fibres d'aramide ou fibres de carbone.

Le béton renforcé de fibres d'acier est un type spécial de béton. On y intègre des fibres d'acier courtes et fines. Le béton renforcé de fibres d'acier s'applique principalement dans les sols industriels pour éviter la fissuration, l'écaillage et les dégâts.

### **Préfabrication**

En solution alternative aux bétonnages classiques et aux constructions en béton coulé, on peut utiliser des éléments préfabriqués. Dans le contexte d'un effort d'optimisation de la production et de la réalisation des bétonnages, et sous la pression des temps de construction toujours plus courts, les bétonnages préfabriqués gagnent de plus en plus en importance.

La production du béton préfabriqué peut se faire à un endroit du chantier ou dans une unité de production fixe spécialisée. On utilise souvent de l'acier de grande qualité à diamètres plus petits ou du béton de fibres afin de réduire l'épaisseur et le poids des éléments. Les conditions de production contrôlées et le confinement par rapport aux influences atmosphériques permettent d'atteindre une production optimale.

Lors de la préfabrication, il faut tenir compte des distances de transport éventuellement considérables et des moyens de transport et de montage adaptés tels que la dimension des éléments à transporter et l'utilisation de grues de construction suffisamment lourdes.

Les produits en béton préfabriqués sont livrés sur le chantier puis montés et placés ou scellés avec des nodules de béton.

L'utilisation d'unités de préfabrication sur le chantier proprement dit présente des avantages similaires dont le principal avantage par rapport à la production dans une entreprise de préfabrication est sans conteste l'absence de transport. Les unités de préfabrication sur chantier sont généralement utilisées pour la production de colonnes et de poutres relativement simples.

### **3.2. Travaux de maçonnerie**

La maçonnerie peut être composée de briques, de blocs de béton, de grès ou de pierre naturelle. Différents appareillages sont réalisables. La maçonnerie peut être armée afin de présenter une résistance plus élevée.

La maçonnerie est assemblée à l'aide de mortier ou de colle. Les colles de construction comprennent la colle de polyester, la colle de polyuréthane et la colle époxy. Le mortier est un mélange homogène d'un liant et de sable, auxquels sont ajoutés une certaine quantité d'eau et d'additifs. Le mortier a pour fonctions :

- assurer l'adhérence entre les éléments de maçonnerie et répartir la charge sur toute la surface de ceux-ci.
- recouvrir les surfaces des murs et des plafonds (mortier de plâtre)
- remplir les joints de la maçonnerie (mortier de rejointoyage).

Le mortier n'est désormais plus produit sur le chantier industriel. Deux solutions sur mesure sont utilisées :

- le mortier humide industriel livré sur le chantier
- le mortier sec livré dans des silos sur le chantier

Les avantages évidents sont la qualité constante du mortier et la très faible utilisation de main-d'œuvre.

Le mortier humide industriel est livré avec la bétonnière dans des bacs de 200 ou 300 litres. Les entrepreneurs peuvent également aller chercher eux-mêmes le mortier à la centrale de production industrielle. Le mortier peut être travaillé pendant 36 heures.

Les silos de mortier sec sont installés sur le chantier. Le silo est équipé d'une vis mélangeuse qui mélange sur place l'eau avec la quantité souhaitée de manière entièrement automatique. Les quantités requises peuvent être préparées de façon simple.

### 3.3. Travaux métalliques

La multiplicité des profils, les caractéristiques mécaniques et la grande facilité de mise en oeuvre de l'acier font qu'il est employé dans de nombreux ouvrages, soit comme ossature porteuse, soit comme support de toiture sous des formes diverses. L'acier se rencontre dans tous les types de constructions, quelle que soit leur destination, réalisées à titre provisoire ou définitif, modulables ou adaptables.

La charpente traditionnelle correspond à l'assemblage dans l'espace de plusieurs composants linéaires ou plans permettant de construire un objet dans les trois dimensions et d'assurer la stabilité de l'ensemble. Elle est caractérisée par une hiérarchisation des fonctions:

- le transfert des efforts d'un élément à l'autre, chacun travaillant séparément, la panne ou la solive repose sur la poutre qui prend appui sur les poteaux
- la stabilité d'ensemble, obtenue par les contreventements horizontaux et verticaux.

La charpenterie métallique nécessite l'emploi d'un certain nombre de composants produits dans un atelier, dont l'assemblage constitue l'ouvrage définitif.

Les assemblages de plusieurs pièces élémentaires fonctionnent selon les trois principes de base suivants:

- par cisaillement, en utilisant les boulons ordinaires
- par adhérence, avec les boulons précontraints HR, la soudure et le collage
- par un système mixte, cisaillement et adhérence: le rivetage.

La transmission d'un effort tranchant est, de préférence, reprise par un assemblage partiellement boulonné, donc moins rigide. La transmission d'un moment fléchissant exige beaucoup de rigidité, obtenue par un complément de plaques boulonnées ou par soudure.

### 3.4. Travaux en bois

Le bois est un matériau très souvent utilisé sur le chantier. Brut de sciage ou blanchi, il sert d'élément de structure, de support de couverture, de façade ou pour l'aménagement intérieur. Simples ou complexes, les travaux de charpenterie en bois doivent prendre en compte les qualités et les défauts inhérents à la matière. L'évolution des techniques de préparation des bois, de fabrication de produits dérivés – panneaux de particules, contreplaqué, lamellé-collé – et d'assemblages tend à rendre le bois plus performant et plus fiable, en exploitant au mieux ses caractéristiques physiques et mécaniques.

Les travaux de charpente portent plus particulièrement sur les ouvrages qui supportent la couverture. Ils se situent surtout en comble, partie supérieure du bâtiment, que le comble soit aménageable, habitable ou non. La forme du comble est adaptée à l'aspect général du bâtiment, aux conditions climatiques, à la pente de la toiture et aux matériaux utilisés.

La forme et l'utilisation déterminent le principe même de la charpente retenue : traditionnelle, industrialisée, en bois lamellé-collé ou autres.

Le bois lamellé-collé permet de réaliser des pièces de formes variées qui constituent la structure porteuse de la charpente d'un bâtiment. Pour ce faire, la pièce de bois est débitée en planches ou lames qui sont collées l'une à l'autre après un traitement spécial. Ce procédé permet d'améliorer les propriétés du bois.

Les assemblages ont pour fonction d'assurer la liaison entre deux ou plusieurs pièces de bois constituant une charpente ou une ossature. Les assemblages sont réalisés selon les trois principes suivants:

- Liaison par contact bois, employée en charpente traditionnelle
- Liaison par organe d'assemblage, pouvant être des éléments à tige (pointes, broches, boulons, tire-fonds), des assembleurs (anneaux, crampons, clavettes) ou des pièces métalliques telles que: connecteurs, cornières, sabots ou étriers
- Liaison par collage utilisée essentiellement pour la charpente en bois lamellé-collé. Les techniques de collage sont limitées par les risques d'arrachement des fibres de bois.

L'utilisation des bois dans la construction industrielle est surtout limitée au bois de charpente (collé laminé).

### 3.5. Équipements de chantiers

Les équipements des chantiers industriels comprennent différents bâtiments de chantier ou conteneurs temporaires, du petit matériel et du gros matériel.

Les différents **bâtiments de chantier temporaires** sur un chantier industriel peuvent se développer jusqu'à former un petit village. Si aucune infrastructure existante n'est disponible, on utilise souvent des conteneurs modulaires. Pour les grands travaux de constructions industrielles, on installe souvent un complexe de bureaux « temporaires » doté de tous les équipements.

Les bâtiments de chantiers temporaires servent de bureaux et de salle de réunion, de locaux sanitaires, de réfectoire et de stockage pour le matériel et certains matériaux de construction. Les bâtiments de chantier temporaires doivent être pourvus des raccordements aux services de distribution (en ce compris la télécommunication) et à l'égout pour les eaux usées sanitaires et ménagères. Pour les activités de construction plus petites, on utilise des unités sanitaires chimiques mobiles.

Par **petit matériel**, nous entendons tous les petits appareils manuels et les installations qui sont très souvent utilisés pour les activités de construction. Il s'agit des foreuses, des instruments de mesure, des scies... L'entretien ou la réparation du petit matériel n'ont en principe pas lieu sur le chantier.

Par **gros matériel**, nous entendons tous les engins de levage, les véhicules de transport et autres grandes installations. Le gros matériel est entretenu sur le chantier proprement dit (renouvellement de l'huile, graissages ...) et si possible réparé sur le chantier.

Par engins de levage, nous entendons différents appareils tels que

- le monte-charge
- la grue de chantier ou la grue à tour
- la grue télescopique

Les différentes installations sont caractérisées par leur mobilité et leur capacité de chargement.

Les chariots élévateurs sont utilisés sur les chantiers pour le chargement, le déchargement, le transport et l'empilage des matériaux sur des plateaux de chargement ou des palettes. Toute une gamme de bulldozers est utilisée pour l'excavation et le transport du sable.

L'entraînement des gros engins est réalisé par

- la vapeur, surtout utilisée pour les béliers à vapeur
- les moteurs à explosion (essence), surtout utilisés pour l'entraînement des bétonnières, des engins de levage, des béliers, des aiguilles vibrantes, des pompes... Les moteurs à explosion doivent être révisés en temps opportun : renouvellement de l'huile, eau de refroidissement, antigel...
- moteurs à combustion (diesel), surtout utilisés pour les engins plus lourds qui doivent fonctionner plus longtemps. Les moteurs à combustion nécessitent moins d'entretien que les moteurs à explosion
- l'air comprimé est obtenu par un compresseur dont la pompe à air est actionnée par un moteur à combustion, un moteur à explosion ou un moteur électrique. L'air comprimé est principalement utilisé pour les marteaux pneumatiques et les pilonneuses.
- les moteurs électriques sont entraînés par le courant électrique fourni par le réseau de distribution ou par un générateur.

Outre les voitures personnelles et les camionnettes pour le personnel, on travaille très souvent avec des camions (camions à benne basculante et camions remorques). L'espace de stationnement nécessaire doit également être disponible.

Matrice

Voir page suivante

INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES POTENTIELLES D'UN CHANTIER INDUSTRIEL											
ELEMENTS CONSTITUTIFS DU MILIEU	PRINCIPAUX CRITERES D'EVALUATION DES INCIDENCES & OBJECTIFS DE QUALITE	TRAVAUX PREPARATOIRES	TRAVAUX DE TERRASSEMENT	TRAVAUX DE FONDATIONS	FINITION	TRAVAUX EN BÉTON	TRAVAUX DE MACONNERIE	TRAVAUX MÉTALLIQUES	TRAVAUX EN BOIS	ÉQUIPEMENTS DE CHANTIERS	
AIR	CLIMAT ET OZONE STRATO-SPHERIQUE	Emission de gaz à effet de serre	3	-	-	2	1	-	-	-	3
		Emission de gaz qui appauvrissent la couche d'ozone	1	-	-	2	1	-	-	-	1
	ATMOSPHERE	Aptitude du site à disperser les polluants	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Qualités physico-chimiques de l'air	4	2	1	2	2	1	1	1	3
EAUX	EAU DE SURFACE	Débit annuel moyen du milieu récepteur	-	2	2	-	-	-	-	-	-
		Objectifs de qualité (caractérisation)	2	2	1	-	2	-	-	-	2
	EAUX SOUTERRAINES	Caractérisation de la couche aquifère	-	3	1	-	-	-	-	-	-
		Objectifs de qualité	1	2	1	-	2	-	-	-	2
SOL	SOL	Sensibilité à l'érosion	2	1	-	-	-	-	-	-	1
		Qualité et usage du sol	2	4	1	1	1	-	-	-	2
	SOUS-SOL	Stabilité	3	3	3	-	-	-	-	-	1
BIOTOPES	AQUATIQUES TERRESTRES SOUTERRAINS	Qualité biologique	2	2	-	-	-	-	-	-	2
		Maillage écologique	2	2	-	-	-	-	-	-	2
		Valeur patrimoniale du milieu naturel concerné	2	2	-	-	-	-	-	-	2
DECHETS		Gestion des déchets	4	1	1	3	2	2	1	2	1
RESSOURCES NATURELLES DU SOL ET DU SOUS-SOL		Gestion rationnelle	1	3	3	3	3	3	3	2	-
SANTE / SECURITE		Maladies et accidents	4	3	2	2	2	2	2	2	3
CADRE DE VIE	AMBIANCE OLFACTIVE	Odeurs	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	AMBIANCE AUDITIVE	Bruit	4	3	3	1	1	1	1	1	4
	VISUEL	Qualité paysagère	2	1	1	-	-	-	-	-	2
INTEGRITE	BIENS MATERIELS ET PATRIMOINE	Valeurs patrimoniales des biens immobiliers	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		Intégrité physique des biens matériels	4	4	2	-	-	-	-	-	3
		Capacité des équipements & infrastructures publics	-	2	-	-	-	-	-	-	-

Graduation : '- ' nul – 1 très faible – 2 faible – 3 relativement élevé – 4 élevé

La pollution de l'air propre aux ouvrages industriels est relativement limitée. C'est le plus souvent la poussière qui est pointée du doigt en tant que source de pollution, mais elle reste localisée et est généralement fortement limitée dans le temps. Il existe d'autres sources plus petites de pollution de l'air: les composés organiques volatils, divers produits d'une combustion incomplète et une série de catégories spécifiques telles que les PCB, les CFC et le radon.

### 1. EMISSIONS DE SUBSTANCES TOXIQUES

Divers produits utilisés en construction émettent des **substances volatiles** nocives. Ces gaz peuvent parfois être relâchés durant plusieurs années. La plupart des COV jouent un rôle important dans les processus photochimiques qui provoquent la formation de substances toxiques, comme l'ozone, entre autres.

On entend par COV (Composé Organique Volatil), une grande diversité de substances organiques dont la tension de vapeur est au moins de 0,1 mbar dans des conditions normales de température et de pression. Les COV sont libérés dans l'atmosphère par les processus de combustion et les solvants des peintures, les diluants, les colles, les cires, les produits de protection du bois, l'époxy, les produits d'entretien, les agents dégraissants et détachants. L'utilisation de produits de décoffrage à base d'huile minérale donne également lieu à une émission de COV.

La construction industrielle contribue, elle aussi, à la diffusion de **produits de combustion incomplète**. Les principaux d'entre eux sont le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines et les polychlorobiphényles (PCB).

La principale source de HAP dans la construction se trouve dans l'utilisation de goudron et de brai en construction routière et dans les produits de préservation du bois. Les dioxines sont produites par l'incinération des déchets dans des feux ouverts sur chantier.

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des liaisons organiques toxiques persistantes et apparentées aux dioxines. A l'heure actuelle, on ne peut plus se servir de PCB, mais ils étaient utilisés jadis dans des applications fermées (transformateurs, condensateurs et autres composants électriques) et dans des applications ouvertes (p. ex. peinture, huile). Les PCB peuvent parvenir dans l'environnement suite à de l'évaporation, aux déversements, aux fuites dans les appareils qui en contiennent ou de la combustion de matériaux contenant des PCB. C'est surtout lors de travaux de démolition et de rénovation industrielle qu'il faut être attentif à la pollution par les PCB.

On entend généralement par **fumée de soudure**, un mélange de particules solides et de gaz qui se libèrent lors des opérations de soudage et de découpe thermique. Comme les gaz et les vapeurs métalliques ne sont pas visibles, on ne prend pas de mesures explicites pour les contrer. Les gaz suivants peuvent se former lors du soudage:

- gaz de combustion comme le dioxyde de carbone et parfois le monoxyde de carbone;
- des gaz de protection, comme l'argon, l'hélium et le dioxyde de carbone, séparément ou en mélange avec l'oxygène ou l'hydrogène;
- le dioxyde de carbone et le monoxyde de carbone libérés sous l'effet de la chaleur sur le décapant ou les scories.
- les vapeurs nitreuses, le dioxyde d'azote et l'ozone se dégagent de l'air ambiant de l'arc sous l'effet de la chaleur ou du rayonnement ultraviolet;
- les gaz produits par l'évaporation de solvants ou les souillures sur une surface métallique.

Le soudage n'est pas la seule opération qui produit un dégagement de fumée, les processus de découpe thermique en sont une autre source. Comme la matière à enlever par découpe thermique est brûlée, il se forme toutes sortes d'oxydes et de nitrites ainsi qu'une grande quantité de poussières. De même les enduits, les primers, la peinture, etc. y contribuent. Le type de gaz et de vapeurs qui se dégagent dépend du processus de soudage ou de découpe appliqué.

Une source importante du réchauffement de la terre, l'**effet de serre**, est l'émission de CO<sub>2</sub>. Le chauffage des bâtiments et la consommation énergétique liée à l'usage d'appareils électriques

contribuent à une part non négligeable des émissions dans l'atmosphère. L'influence du chauffage des installations temporaires de chantier est négligeable, mais étant donné la durée de vie des bâtiments, le choix et l'impact environnemental du système de chauffage et des dispositifs d'isolation sont essentiels.

L'application des **CFC** et des **HCFC** a longtemps été généralisée dans la technique de réfrigération industrielle et semi industrielle, la climatisation maritime et domestique et dans les appareils électroménagers. Puisque les CFC et les HCFC attaquent la couche d'ozone et renforcent l'effet de serre, il a été décidé de les interdire et de les remplacer par des produits réfrigérants exempts de chlore et qui ont une influence nulle sur la couche d'ozone et un effet de serre minime. En cas de démolition, il faut éviter les émissions nocives lors du démantèlement de ce genre d'installations industrielles.

La combustion des carburants lors des transports et de l'utilisation de machines donne lieu à une émission de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, COV, CO, plomb et particules de suie dans l'atmosphère. Gros consommateur de matériaux et nécessitant les transports correspondants, le secteur de la construction y contribue également.

Certains matériaux de construction (ex. : plâtre synthétique à base de phosphogypse, sulphogypse) ou certains sols émettent du **radon**. Le radon est un gaz inodore et incolore mais radioactif. Comme le radon est gazeux, il peut remonter du sol et aboutir dans l'atmosphère. Lorsque le radon se décompose, d'autres éléments radioactifs mais non gazeux se forment. Ces éléments se déposeront par conséquent et adhéreront partiellement à la poussière, à la fumée et à d'autres particules qui se trouvent dans l'air.

Dans la majorité des cas, le sol constitue la source principale du radon présent dans les habitations. Pour être en quantité importante, il faut encore que la configuration des lieux lui permette d'entrer (cave sur sol en terre battue, fissures dans la dalle de sol ...). Mais les matériaux de construction pierreux, comme les blocs de béton, la brique, la pierre naturelle... contiennent aussi des produits de dégradation de l'uranium et émettent par conséquent du radon. Les plus gros producteurs de radon sont, par exemple, le béton léger à base d'argile et contenant du monoxyde d'aluminium, du plâtre phosphoreux... A l'heure actuelle, les cendres volantes et les cendres qui sont libérées par la combustion du charbon sont utilisées en grande partie comme matériau de construction et contribuent également à l'émission de radon.

### **Prévention et réduction des émissions dans l'atmosphère**

Quelques mesures simples permettent d'éviter ces nuisances ou d'en diminuer fortement l'impact.

L'utilisation des **produits de substitution** n'émettant pas ou peu de solvant et de vapeur nuisible:

- Des aérosols respectant la couche d'ozone (étiquette, fiche technique)
- Eviter les décapants chimiques qui peuvent émettre des COV
- Panneaux de bois agglomérés à faible émission en formaldéhyde
- Plâtre naturel
- Peintures aqueuses
- Colle aqueuse ou thermo fusible
- Nettoyants non volatils
- Asphalte bitumineux (au lieu d'asphalte à base de goudron)

**Refermer convenablement les pots** de produits, peintures et solvants. Cela limite les émissions de solvants et évite les écoulements accidentels. Les restes de produits ne séchant plus, la consommation en sera diminuée. Stocker les absorbants souillés et les produits dans des conteneurs fermés hermétiquement.

On peut limiter les effets négatifs des huiles de décoffrage en utilisant des **produits de décoffrage** respectueux de l'environnement, en diminuant la consommation de produit grâce à une optimisation de la technique de pulvérisation, en adoptant la bonne technologie et en pratiquant un entretien de qualité.

Une bonne gestion et l'évacuation par une entreprise d'élimination agréée lors de l'entretien et du démontage des appareils existants qui contiennent des PCB (transformateurs, condensateurs) ou des

CFC (appareils de réfrigération et de climatisation). Lors de l'entretien, il faut également éviter les pertes de fuite avec émission dans l'environnement.

Pour réduire l'émission de SO<sub>2</sub> issu de la combustion **dans le chauffage des immeubles et les moteurs**, on peut opter pour une épuration des gaz de fumée, une technologie de combustion améliorée, une production d'énergie qui ne recourt pas aux énergies fossiles et la désulfuration des carburants. Il est encore possible d'obtenir des réductions supplémentaires des émissions de NO<sub>x</sub> en améliorant la technologie de la combustion et en épurant les gaz de fumée. Les émissions de NO<sub>x</sub> par les véhicules à moteur sont réduites grâce à l'usage du catalyseur, de préférence en combinaison avec des programmes d'entretien qui en garantissent le bon fonctionnement.

Les principales techniques de lutte contre les concentrations élevées de radon et le principe sur lequel est basée cette approche sont le colmatage des fissures, des joints et des trous par lesquels le radon peut s'infiltrer dans le bâtiment depuis le sol, la ventilation accrue des pièces d'habitation et des caves, et la réduction de la pression d'air dans le sol sous la dalle de plancher.

## 2. PRODUCTION DE POUSSIÈRES

La poussière en suspension est un mélange de particules distinctes (liquides ou solides), de composition et de dimensions variées. Un gaz comprenant des particules en suspension est un aérosol. A l'heure actuelle, les poussières en suspension sont considérées comme l'un des principaux polluants atmosphériques qui engendrent des effets défavorables sur la santé.

L'activité de construction industrielle génère principalement de grosses poussières (avec un diamètre aérodynamique supérieur à 10 µm) et une petite quantité de fines poussières et d'aérosols. Les grosses poussières se diffusent uniquement au niveau local et leur diffusion est limitée à un nombre d'activités spécifiques dans le temps et dans l'espace.

La vaporisation du produit de décoffrage ou des peintures produit un brouillard contenant des **aérosols**.

Les produits les plus pulvérulents dans le secteur de la construction sont le ciment, les cendres volantes, le plâtre et les colles en poudre. Ces matériaux ne sont pas présents sur un chantier de construction industrielle (par exemple en cas de production externe de béton prêt à l'emploi) ou bien ils y sont entreposés dans des silos fermés. On peut toutefois rencontrer de petites quantités de ciment, de plâtre ou de colles en poudre.

Les **grosses poussières** sont présentes dans l'air parce qu'elles sont soulevées et dispersées par le vent. Les principales sources de grosses poussières sont les activités de démolition, les travaux de terrassement et l'entreposage de sable fin.

La démolition des bâtiments, d'installations et de plantations existants engendre une production considérable de poussières, surtout en cas de temps sec et venteux. L'utilisation d'explosifs lors de la démolition donne lieu à une production brusque et violente de poussières.

Lors des travaux de démolition au cours desquels une grande quantité de gravats est produite, il arrive qu'on utilise un concasseur mobile pour briser les gravats et les recycler en granulats. Cette activité génère une production considérable de poussières.

Les autres sources apparentes de production de poussières sont les travaux de terrassement par temps sec, le sable fin et les granulats pendant l'approvisionnement, l'entreposage et le transbordement, et les activités de transport sur le chantier. Les travaux de polissage et de sciage de toutes sortes de matériaux (bois, pierre, béton, ...) constituent une source moins importante de production de poussières étant donné que l'opération est limitée dans le temps.

Les activités de sablage lors de la rénovation ou du traitement des bâtiments ou des ouvrages d'art sont une source particulière de poussières.

Le soudage et la découpe thermique dégagent également un mélange solide de particules et de gaz, appelé fumée de soudure. Les particules solides présentes dans la fumée de soudure rendent généralement la fumée de soudure visible. Les particules solides, des poussières de soudure, sont constituées de poussières respirables et non respirables, selon leur granulométrie. Généralement, des mesures doivent être prises contre cette production de poussières car cette dernière est considérée comme directement gênante.

La production de poussières d'amiante est une forme particulière et dangereuse de poussières. A l'heure actuelle, l'utilisation de l'amiante est interdite, mais des bâtiments existants en contiennent encore souvent, de sorte qu'il faut en tenir compte lors de leur démolition.

Une étude similaire d'incidences environnementales de fabrication d'éléments ou d'ouvrages en amiante, traitement et enlèvement d'amiante de matériaux contenant de l'amiante, est réalisée.

### **Prévention et réduction de la production de poussières**

On évite la formation d'**aérosols** en badigeonnant les produits de décoffrage au lieu de les vaporiser. Bien que la littérature signale qu'il faut utiliser quantité de produit de décoffrage moindre, il semble que cela ne soit généralement pas le cas dans la pratique. De plus, le badigeonnage prend plus de temps et engendre davantage de pertes d'étanchéité. La vaporisation permet, en outre, d'appliquer un dosage correct pour, entre autres, le béton apparent.

L'application de produits pulvérulents tels que le ciment, le plâtre ou les colles en poudre est limitée à de très faibles quantités ou à des applications intérieures où leur diffusion par le vent reste limitée.

L'humidification est généralement utilisée pour réduire la production et la diffusion des grosses poussières. Un temps sec et venteux accroîtra le développement des poussières et la diffusion de celles-ci. Les activités qui impliquent la production des poussières peuvent éventuellement être différées.

C'est principalement dans le cas d'activités telles que la démolition ou les travaux de terrassement que la vaporisation à l'eau est la seule mesure de diminution réalisable. Lors des grands projets de démolition rénovation où l'on conserve les façades extérieures, un écran anti-poussière peut éventuellement faire office de revêtement des façades. Les travaux de sablage des façades nécessitent également un écran anti-poussière.

Il est possible de limiter un peu la production de poussières lors de l'utilisation d'un concasseur mobile en utilisant des systèmes d'arrosage en aval du concasseur, à la sortie des granulats recyclés.

L'entreposage de sable fin peut se faire à l'abri du vent et être également humidifié.

Les mesures suivantes sont appliquées pour une bonne gestion des activités de transport :

- Humidification des routes par temps sec. Sur les chantiers, humidifier superficiellement les voies d'accès permet de diminuer les nuages de poussières soulevées par les camions.
- Nettoyage de la route à la sortie du chantier.
- Bâcher les camions qui transportent des terres ou des matériaux poussiéreux.

Afin de limiter la production de poussières lors de toutes sortes de travaux de polissage ou de sciage, il faut prioritairement limiter la production en agissant à la source et assurer un captage optimal le plus près possible de l'émission.

- Mouiller les matériaux lors des découpes produisant de la poussière
- Découper ou cisailer les matériaux pouvant l'être (ciseaux, lames) plutôt que d'employer une scie (par exemple pour les briques).
- Utiliser des scies circulaires avec une vitesse de rotation la plus lente possible.
- Utiliser des machines possédant un système d'aspiration de poussières. Sur chantier, veiller au bon état des filtres-sacs.

### 1. QUALITE DE L'EAU

En Région wallonne, 80% de l'eau potable distribuée provient de nappes d'eau souterraines.

Une seule goutte de mazout ou d'huile peut polluer beaucoup de litres d'eau. On imagine facilement la pollution engendrée par le déversement sur le sol d'une vidange de camion, d'une machine (plusieurs litres) ou celle d'une citerne à mazout qui se vide.

On peut établir la distinction suivante parmi les **eaux usées** qui sont produites sur un chantier:

- Effluents professionnels
  - Les liquides ou produits utilisés comme réactifs, dissolvants, diluants, nettoyants, peintures et vernis, ...
  - Les eaux de distribution utilisées pour
    - Nettoyer les surfaces souillées : les camions et engins de chantier, banches huilées, sols salis, ...
    - Diluer et évacuer les fonds des bétonneuses, pots de produits et peintures aqueuses,...
    - Humidifier le ciment, rallonger le béton, les additifs, ...
- Eaux sanitaires (WC et éviers)
- Eaux claires :
  - eaux de pluie tombée ayant ruisselé sur le sol et le chantier
  - eau pompée (rabattre la nappe, démerger une fondation, ...)

L'eau souterraine pompée lors d'**activités de rabattement de la nappe phréatique** n'est pas toujours de bonne qualité par définition. Elle peut être polluée par des activités industrielles, la pollution du sol,... Le déversement de cette eau peut avoir une incidence sur l'environnement.

Sur un chantier de construction industrielle, on utilise différents **produits** susceptibles de polluer le sol et l'eau (huiles, produits de postcure, mazout...). Ces pollutions sont dues à un manque de soin dans le travail avec ces produits, à des fuites, à des accidents, au nettoyage des machines... Le chapitre 'Qualité du sol' contient davantage d'informations à ce propos.

La qualité de l'eau souterraine peut également être affectée **si l'on perce les couches imperméables du sol** lors des travaux, ce qui met en contact des nappes d'eau de composition différente (voir 'Niveau et mouvement naturels des eaux souterraines').

Un sol pollué peut aussi polluer la nappe phréatique. Il faut prendre des mesures pour limiter la **pollution du sol** (voir 'Qualité du sol').

#### **Prévention et réduction de la pollution de l'eau**

Si l'on pompe de **l'eau souterraine polluée**, il faut évaluer ce que l'on en fera de cette eau : l'évacuer vers une station d'épuration, l'envoyer à l'égout ou faire un drainage en retour. L'eau pompée étant renvoyée dans le sous-sol, si bien que l'eau polluée reste au même endroit. L'analyse chimique de cette eau, les matières en suspension l'état du sous-sol et la réglementation sont des facteurs déterminants.

Il faut prendre les mesures appropriées pour améliorer l'évacuation et l'épuration des eaux usées:

- Préférer les cabines WC raccordées à l'égout. A défaut, opter pour celles retenant leurs eaux usées (WC chimiques ou / et avec une réserve).
- Ne pas mélanger les rejets contenant différents contaminants (huiles, peintures, mazout). Ceux-ci seraient plus difficiles à nettoyer et les produits récupérés ne pourraient pas être réemployés (recyclés, valorisés) car mélangés.

Sur un chantier industriel, il ne faut généralement déverser que de petites quantités d'eaux usées. Mais s'il s'agit de grandes quantités, il faut évaluer ce que l'on fera de ces eaux usées :

- Les déverser dans l'égout public. Une première épuration à l'aide de filtres à sable et à huile peut éventuellement s'effectuer sur le chantier.
- Les évacuer vers des entreprises de dépollution industrielle.
- Les évacuer vers la station d'épuration de l'industrie locale.

La meilleure façon d'épurer l'eau, c'est d'éviter de la contaminer. Il y a moyen de prendre des mesures pour éviter la pollution par des produits nocifs (voir 'Qualité du sol') :

- Si possible, nettoyer à sec. Récupérer les polluants sous forme "sèche" et diminuer les effluents. Sinon, enlever le gros des résidus avant de nettoyer à l'eau.
- Dès qu'un produit se répand, utiliser des absorbants tels chiffons, sciure de bois, copeaux, sable ou granulés absorbants. Attention, ces produits sont alors souillés et doivent être éliminés comme tels par un collecteur agréé.
- Utiliser des produits biodégradables afin de réduire la contamination à long terme des eaux et du sol. Exemple : nettoyeur, huile biodégradable.
- Optimiser la technique de pulvérisation de l'huile de décoffrage ou des produits de traitement ultérieur.
- Stocker les produits dangereux et liquides (peintures, huiles, mazout...) dans des conditions adéquates et fermer les conteneurs.
- Effectuer les travaux "à risque" des engins (entretiens, vidanges et réparations) sur une surface étanche disposant d'un bac de rétention permettant de récupérer d'éventuelles pertes.

## **2. NIVEAU ET MOUVEMENT NATURELS DES EAUX SOUTERRAINES**

Si la partie souterraine du bâtiment traverse le **courant des eaux souterraines**, les courants naturels peuvent s'en trouver entièrement ou partiellement sectionnés ou coupés. Par conséquent, nous pouvons rencontrer d'une part un refoulement des eaux et d'autre part un assèchement. Le cas échéant, cet effet se présentera aussi bien dans la phase de construction que dans la phase d'utilisation.

En cas de **drainage**, il faut tenir compte du fait que le niveau des eaux souterraines peut baisser dans le voisinage plus étendu. La baisse du niveau des eaux souterraines peut avoir comme conséquence directe une réduction de l'eau disponible pour les arbres et les plantes, par exemple, les rendements des cultures agricoles peuvent régresser. Une diminution du niveau des eaux peut également provoquer l'affaissement des bâtiments et des constructions.

Pendant la phase de construction, le drainage peut être temporaire, ou être nécessaire de manière permanente. Dans les deux cas, nous pouvons nous attendre aux effets négatifs mentionnés ci-dessus.

On peut également exercer une influence sur le niveau des eaux souterraines en **perforant les couches adjacentes des nappes aquifères**, par exemple lors de forages ou du dégagement du puits de fondation. En conséquence, il arrive que deux nappes d'eau de composition différente se mélangent (par exemple de l'eau dure et de l'eau douce). Cet effet doit être évité le plus possible.

Si une couche de sable se trouve en dessous d'une couche d'argile, une petite perforation peut d'ores et déjà causer un assèchement, lequel entraîne des tassements. Même une simple analyse du sol peut provoquer ce phénomène.

L'extension de la compactée par les constructions, les terrains compactés et les routes n'affecte pas tellement les activités de construction industrielle, mais plutôt le bâtiment industriel ou son aménagement. L'extension de la surface compactée provoque une **réduction de l'infiltration** des précipitations qui alimentent les eaux souterraines. A de nombreux endroits, cela donne lieu à une réduction du niveau des eaux souterraines. C'est ainsi qu'apparaît un assèchement de l'environnement et qu'il y a également moins d'eau souterraine disponible pour la production d'eau potable.

### **Prévention de la perturbation du niveau et du mouvement des eaux souterraines**

Il est possible de ne pas provoquer une perturbation des eaux souterraines inacceptable en réalisant l'ouvrage **au-dessus de la nappe phréatique** ou en effectuant une **autre construction ou une autre**

**méthode de travail.** On peut également choisir de déplacer l'ouvrage à un endroit où les effets négatifs ne se présenteront pas ou seront plus limités. Dans ce cas, il faut prendre en considération les inconvénients dus au déplacement de l'ouvrage et les éventuels avantages procurés par l'absence d'effets négatifs.

On peut limiter ou éviter la perturbation de la nappe phréatique en prenant, par exemple, les mesures (d'atténuation) suivantes :

- **dévier les courants des eaux souterraines** (prévoir des dispositifs qui permettent le passage des eaux souterraines)
- « **construire sans influencer les eaux souterraines** » en séparant le régime hydraulique à l'intérieur de l'ouvrage du régime hydraulique initial (par exemple : installer un rideau de palplanches autour d'un puits de fondation et drainer la parcelle de terrain ainsi circonscrit au lieu de rabattre significativement la nappe phréatique).
- Après avoir pompé l'eau de la nappe phréatique, ne pas l'évacuer, mais la renvoyer dans le sol (**drainage de retour**). Si un drainage de retour a lieu, la qualité de l'eau pompée doit être surveillée avant que l'eau ne soit envoyée dans le sol.
- Limiter le plus possible le rabattement de la nappe phréatique, en réalisant par exemple le **travail dans des conditions humides** (par exemple : planchers en béton immergé). Cependant, les planchers en béton immergé peuvent en soi causer des effets négatifs lorsqu'ils se trouvent dans les eaux souterraines. C'est un point capital.
- **Éviter de traverser les couches imperméables.** En n'enfonçant qu'une petite partie du rideau de la palplanche dans cette couche (par exemple : couches d'argile), on évite que de l'eau traverse ces couches. Dans le cas de rideaux de palplanches enfoncées à travers des couches d'argile, il est recommandé d'interrompre les rideaux de palplanches en dessous du niveau du sol. Il peut en aller de même pour les pieux tubulaires temporaires en acier qui sont battus à travers les couches imperméables. On peut également choisir de colmater les fuites avec de la terre (argileuse) après enlèvement du rideau de palplanches.
- A la fin d'un ouvrage, lorsqu'on retire les rideaux de palplanches, on risque de laisser un trou dans une couche d'argile initialement étanche. En rebouchant le trou après avoir retiré le rideau de palplanches, on évite les infiltrations.

Si la perturbation ne peut pas être évitée, il faut s'assurer que **l'intervention a un caractère temporaire** ou qu'elle n'aura pas d'incidence défavorable sur la circulation des eaux souterraines. Il faut tenir compte des aspects suivants :

- Lors de l'application d'un drainage vertical (drains artificiels, drains de sable verticaux), les eaux souterraines profondes et les eaux de surface (pouvant avoir toutes les deux une composition différente) ne peuvent pas être reliées entre elles.
- Des dégâts risquent de survenir aux fondations suite à des affaissements consécutifs au pompage de la nappe phréatique.
- Il est parfois intéressant de juxtaposer plusieurs petites pompes plutôt que de faire réaliser tout le travail par une seule pompe. On obtient de la sorte une meilleure répartition du débit.

Afin de surveiller si des changements surviennent dans les eaux souterraines, il est judicieux de ne pas cesser de surveiller les hausses de niveau, par exemple, pendant l'exécution des travaux.

Dans les complexes industriels, on peut augmenter l'**infiltration** en construisant des systèmes d'égouts séparés qui dévient les eaux de pluie des surfaces empierrées ou asphaltées. Pour ce faire, on peut prévoir un puits d'eau de pluie ou une installation, à l'air libre ou enterrée, où l'eau de pluie sera recueillie et d'où elle pourra s'infiltrer dans le sol.

La manière la plus indiquée de séparer les eaux de pluie est de les laisser s'infiltrer directement dans le sous-sol en travaillant avec des couches perméables. Différentes exécutions sont possibles avec ou sans végétation : gravillons, dolomie, pavage à joints larges, pavés en béton perméable, dalles gazon en béton, dalles gazon en polyéthylène, mulch, copeaux de bois.

L'application de toitures vertes aux endroits où un dispositif d'infiltration est difficilement réalisable peut représenter une alternative.

## C. Le sol

Un sol est rarement totalement étanche. Un produit qui s'y déverse peut soit ruisseler vers le cours d'eau le plus proche, soit pénétrer dans le sol. Ce faisant, il va en partie se loger dans les particules et interstices du sol et rejoindre petit à petit les nappes d'eau souterraines. La pollution logée dans le sol va se libérer progressivement entraînant alors une pollution à long terme. Par conséquent, la pollution du sol et des eaux sont deux aspects qui sont étroitement liés entre eux.

### 1. QUALITE DU SOL

Les principales causes de la pollution du sol par les émissions de sources ponctuelles lors des activités de construction industrielle sont :

- le remblayage de terrains avec de la terre potentiellement polluée ;
- les déversements et fuites lors de l'application de produits de construction spécifiques ;
- des déversements lors du transport, de l'entreposage et du débordement de toutes sortes de produits, lors du plein d'essence ou en cas de négligence lors des réparations et de l'entretien ;
- des fuites des citernes mobiles aériennes et de conduites de combustibles
- l'entreposage négligeant de matières premières (dangereuses) ou de déchets ;
- des accidents difficiles à prévoir, mais évitables.

L'amenée et l'évacuation non contrôlées de **terres potentiellement polluées**, dans les remblais impliquent d'importants risques environnementaux. L'application de telles terres polluées réduit la valeur du terrain : non seulement, un volume de sol pollué est apporté, mais, la lixiviation des polluants présents peut également occasionner des dégâts très importants aux couches sous-jacentes du sol, aux eaux souterraines, et par cette voie, également aux terrains avoisinants.

La qualité de la terre est directement liée à la qualité du sol dont elle est extraite : une contamination naturelle est possible du fait de la présence de certains métaux lourds par exemple. Les anciens remblais ou les zones industrielles présentent, en moyenne, plus de risques de contamination du sol.

La qualité des eaux souterraines et des sols peut aussi être atteinte par le sectionnement de la couche de pollution du sol (encapsulée) durant les travaux de fondation ou par les rideaux de palplanches par lesquels la pollution peut se répandre vers le reste du sol et des eaux souterraines

Les divers **produits utilisés en construction** peuvent entraîner divers niveaux de pollution allant de la mort de la végétation par excès des pH excessifs (acide de batterie, béton = base forte) à une pollution du sol grave nécessitant une intervention (solvants, peintures et vernis en quantités, ...).

Il y a un risque de pollution du sol en cas de calamités ou de travail négligeant lors de l'utilisation d'huile de décoffrage, de produits de cure, de produits de protection de surface, de peintures, de vernis, de diluants... sur des planchers qui ne sont pas étanches. Cette question doit être particulièrement surveillée pendant la phase ouverte du gros œuvre.

Un risque environnemental potentiel apparaît en cas d'entreposage et de débordement de produits, par exemple quand on recharge des pulvérisateurs ou des distributeurs avec les produits susmentionnés que l'on prélève dans le réservoir sur le chantier pour les verser dans l'appareil individuel.

Sur les chantiers industriels, il y a souvent une ou plusieurs citernes de mazout pour l'approvisionnement du matériel lourd. Une fuite de la citerne, une négligence et des déversements lors de l'approvisionnement ou du remplissage des citernes constituent également une question prioritaire en ce qui concerne la pollution du sol.

Le **gros matériel** peut être une source de pollution (huile, carburant) provoquée par des fuites dues à un mauvais entretien ou des déversements lors de l'entretien.

Une quantité d'**activités logistiques** sur un chantier présentent un plus grand risque d'accidents environnementaux. Des exemples en sont le déplacement de la citerne de carburant ou des additifs, la perforation de citernes par les chariots élévateurs, le transport et l'entreposage de matériaux de construction dangereux.

### **Prévention et réduction de la pollution du sol**

L'idéal sur un chantier est de bénéficier d'un équilibre entre déblais et remblais. Ici, nous essayons de **limiter au maximum les terrassements** et d'utiliser au maximum la terre déblayée dans la zone du chantier. Les projets sont optimisés de manière à ce que les déblais compensent les remblais et inversement. Pour des raisons techniques de construction, il peut parfois être nécessaire de réaliser une stabilisation ou un amendement du sol. Cela réduit le risque d'évacuation et d'amenée de sol pollué.

Si l'équilibre du sol ne peut pas être réalisé dans la parcelle cadastrale, les grands maîtres d'œuvre industriels peuvent tenter de réaliser un équilibre du sol entre leurs différents ouvrages. De cette manière, le risque de pollution du sol reste sous leur responsabilité.

L'effort de réduction des excavations peut reposer sur des techniques de stabilisation du sol à l'aide de ciment ou de chaux vive. Grâce à la stabilisation, le sol qui n'est pas adapté à la construction est rendu apte à une application technique telle que le remblayage, le chargement ou le terrain de stationnement.

Avant d'amener ou d'évacuer de la terre, il faut d'abord **contrôler son origine et son degré de pollution**. Pour ce faire, il faut vérifier si le niveau de substances polluantes peut avoir des incidences sérieusement défavorables pour l'homme et l'environnement, en tenant éventuellement compte de la destination (domaine naturel, région agricole, zone d'habitation, domaine récréatif ou terrain industriel).

La **traversée des pollutions du sol** doit se faire de telle manière qu'elle ne cause pas d'effets négatifs à la qualité du sol. On peut choisir de laisser la pollution ou l'isoler (au moyen d'un écran souterrain) ou l'éliminer. Pour ce faire, un inventaire de la pollution présente doit être réalisé.

Le cas échéant, une différence de potentiel peut être créée durant l'exécution au moyen de drainage, par laquelle la pollution est maintenue sur place. En outre, on doit être attentif aux effets négatifs du drainage comme l'évacuation d'eau souterraine polluée par les eaux de surface.

Pour les terres contaminées, différentes techniques de **dépollution** du sol existent par des entreprises spécialisées : biologique, thermique, physico-chimique, aération, confinement, encapsulation, etc. Ce traitement pouvant être opéré sur place ou dans un centre agréé. Il est important de ne jamais mélanger des sols pollués avec d'autres.

Afin de limiter le risque environnemental de déversements ou de fuites lors de la réalisation des activités de construction, l'utilisation de **matériaux plus respectueux de l'environnement** comme l'huile de décoffrage ou les produits de postcure sont une mesure notoire. Comme produit de postcure, nous pouvons également envisager l'application de la vaporisation d'eau.

Afin de limiter la nuisance environnementale de **l'huile de coffrage**, on peut également utiliser des sortes d'huile moins nocives pour l'environnement. Les études relatives à la vulnérabilité du terrain peuvent déterminer le choix d'une certaine sorte d'huile. Plusieurs huiles végétales contiennent des composants non volatils respectueux de l'environnement, qui améliorent les conditions de travail des travailleurs en ce qui concerne les nuisances olfactives et la toxicité, et sont meilleurs pour l'environnement. Leurs caractéristiques techniques sont comparables à celles des huiles minérales.

Lors de l'utilisation de produits de décoffrage respectueux de l'environnement, le choix du produit dépend du coffrage, de la méthode d'application et de l'aspect désiré pour le béton. D'un point de vue général, on peut s'efforcer d'obtenir une faible teneur en HAP, une faible teneur en solvant, une biodégradabilité rapide et une faible classe de pollution des eaux basses.

L'utilisation de produits de décoffrage respectueux de l'environnement réduit l'incidence sur l'environnement grâce à :

- des produits de décoffrage pauvres en solvant (air)
- des produits de décoffrage sans huile minérale (air, eau et sol)
- des produits de décoffrage à biodégradabilité rapide (eau et sol)
- des produits de décoffrage qui ne sont pas ou peu polluants pour l'eau (eau)

La vaporisation d'huiles naturelles à viscosité plus élevée nécessite parfois des systèmes de vaporisation adaptés qui fonctionnent à haute pression contrairement aux produits classiques.

Un avantage supplémentaire de l'utilisation d'huile de décoffrage végétale est que cette huile est beaucoup moins inflammable que le produit à base d'huile minérale. Il s'agit le plus souvent d'une modification dans la classification des produits de P3 à P4, avec un effet positif sur les conditions de sécurité.

En ce qui concerne spécifiquement l'application de produits de ce genre, l'optimisation de la technique de vaporisation (huile de décoffrage, peintures, ...) peut générer une réduction des émissions, de la consommation du produit et des fuites grâce à la technologie adéquate et un entretien de qualité.

- utilisation d'un pistolet de vaporisation bien réglé et de la tête de vaporisation correcte ;
- le recours à une bonne technique de vaporisation ;
- un entretien régulier ;
- des instructions aux collaborateurs centrées sur une utilisation parcimonieuse.

En ce qui concerne l'huile de décoffrage, on peut s'efforcer de centraliser l'application du produit de décoffrage au-dessus d'un plancher étanche et de monter ensuite le coffrage. La récupération et la réutilisation de ces pertes centrales est une pratique qui n'est réalisable que dans un hall de production et non sur les chantiers de construction.

Si les mesures mentionnées ci-dessus ne sont pas encore suffisamment d'application, on peut passer à l'étanchement du sol sur lequel est réalisée l'activité critique.

Outre l'utilisation de produits moins nocifs pour l'environnement, plusieurs **mesures de bonne gestion** peuvent contribuer fortement à la réduction du risque environnemental lors de l'utilisation des produits de construction et des additifs de ce genre.

- L'entreposage des produits liquides, y compris sur le chantier, au-dessus des bacs de réception et dans des locaux séparés si nécessaire.
- L'application de citernes mobiles à double paroi pour le mazout ou l'utilisation de bacs de réception pour les citernes à simple paroi.
- Si des bacs de réception sont appliqués, il ne faut pas oublier de les protéger des précipitations afin d'éviter que des eaux de pluie polluées aboutissent dans le bac de réception. Cela vaut en particulier pour les grandes citernes servant par exemple à l'entreposage de mazout.
- L'entreposage et le transbordement des produits de ce genre doivent se faire de préférence au-dessus d'un plancher étanche.
- Effectuer les travaux "à risque" des engins (entretiens, vidanges et réparations) sur une surface étanche disposant d'un bac de rétention permettant de récupérer d'éventuelles pertes.

## 2. SENSIBILITE A L'EROSION

L'érosion du sol est un processus au cours duquel des particules du sol sont libérées et déplacées par l'eau, la glace, le vent et le travail du sol. C'est principalement l'érosion du sol par les eaux de ruissellement qui est préoccupante.

Les facteurs qui influencent l'érosion du sol sont les précipitations, le relief, le type de sol, la structure du sol et la végétation. L'érosion par l'eau est principalement causée par des pluies violentes et de longue durée dans une région vallonnée. Le type de sol joue aussi un rôle. Ainsi, les sols sableux et argileux sont les plus sensibles à l'érosion.

Les facteurs qui influencent la structure du sol peuvent faciliter l'érosion. Une bonne structure du sol permet l'infiltration de plus grandes quantités d'eau et rend plus difficile la libération et le déplacement des particules. Cependant, les sols peuvent perdre leur structure pulvérulente stable, entre autres à cause d'une diminution de la teneur en substances organiques, de la vie du sol et du pH.

Lors des travaux de construction industrielle, les machines lourdes qui sont utilisées sur le chantier provoquent le compactage du sol. Le déboisement et la suppression de la végétation sur le complexe industriel contribuent également à l'érosion du sol.

### 1. QUALITE ET MAILLAGE ECOLOGIQUE

Les travaux de construction des complexes industriels sont en principe limités dans le temps. Cependant, la durée de la construction des grands complexes dépasse souvent une période d'un an.

Aux emplacements des travaux de construction industrielle, on peut constater des dégâts (environnementaux) directs causés à l'environnement par les travaux : des travaux d'abattage et d'excavation, la suppression de la couche d'humus et l'égalisation du terrain, le sciage des branches et des racines afin de créer plus d'espace, le montage de grues, des monte-charges et du matériel de construction dans le voisinage direct des arbres.

Les conséquences nuisibles indirectes pour la végétation sont causées par le compactage du sol, l'épuisement ou le rabattement des eaux souterraines et/ou les déblaiements et les remblayages. De plus, la construction d'un complexe industriel engendre souvent un appauvrissement du biotope.

La suppression des plantations d'un terrain peut avoir des incidences négatives pour la faune dont la végétation est le biotope. Les activités de construction industrielle génèrent des nuisances du fait de la présence humaine, des nuisances sonores et une perturbation à cause de l'éclairage utilisé dans la pénombre et la nuit.

#### **Prévention et réduction de l'impact sur la qualité biologique et le maillage écologique**

Lors de la phase de conception et de demande de permis du projet industriel par le maître de l'ouvrage, il faut évaluer l'emplacement et le concept ainsi que les mesures nécessaires ou souhaitées de protection de la faune et de la flore en fonction du maillage écologique existant. Citons comme exemples l'aménagement d'une surface herbeuse écologique, des tunnels pour amphibiens en dessous des voies d'accès sur les routes de migration des amphibiens, des réflecteurs destinés à tenir le gibier éloigné des routes, l'emplacement prévu de nids sur les tours et constructions hautes...

Avant d'enlever les plantations, il faut évaluer la valeur de la végétation et du maillage écologique du territoire. Cela sert à examiner les plantes en bon état qui sont à conserver, ou l'endroit où il faut procéder à une nouvelle plantation ainsi que les mesures indispensables pour la faune et la flore.

Lors de la réalisation des travaux, nous pouvons éviter les dégâts au maillage écologique en prenant les mesures suivantes :

- Maintenir un espace libre autour d'un arbre. L'espace doit être aussi grand que la projection de la couronne, notamment pour éviter les dégâts suite au compactage du sol au niveau des racines.
- Utiliser une protection autour des plantations et des troncs des arbres.
- Mettre les grues, monte-charges, etc. en place de manière à ne pas endommager la végétation.
- Réaliser les travaux à la main à proximité des plantations de valeur.
- Travailler dans des conditions sèches.
- Réaliser les travaux de terrassement le plus localement possible, en remuant le sol le moins possible.
- Prévenir l'orniérage et le compactage du sous-sol par le trafic et les remblais.

On peut limiter les dégâts causés à la végétation en prenant les mesures suivantes :

- Si les travaux ne sont pas possibles sans rabattement, celui-ci peut être prévu pendant une durée la plus courte possible, de préférence pendant la période de repos de la végétation (de la mi-novembre à la fin février).
- Une implantation adaptée des itinéraires de transport, des lieux de stockage, des baraques de chantier et du matériel, de manière à limiter le compactage du sol.
- Une limitation de la vitesse sur le chantier.

Pour la faune, la mesure à prendre est principalement centrée sur la limitation des perturbations du biotope et du comportement naturel des animaux. Nous pouvons penser à :

- La prise en compte des influences saisonnières et du comportement des animaux (ne pas travailler pendant la saison de couvée, les périodes de repos, ...).
- L'isolement des machines et du matériel à forte production de bruit.
- La pose d'écrans afin de prévenir les nuisances causées par la lumière.

## 2. VALEUR PATRIMONIALE DU MILIEU NATUREL CONCERNE

Lors de la phase de conception et de demande de permis du projet industriel, le maître de l'ouvrage et les autorités qui délivrent les permis doivent vérifier la valeur patrimoniale du milieu naturel concerné.

Au niveau de l'aménagement du territoire, le territoire wallon est divisé en zones affectées à différentes activités. Dans certaines zones (protections naturelles, agricoles, forestières, espaces verts, espaces naturels, parcs), les activités humaines autorisées sont réglementées, voire fort limitées. Par ailleurs, même dans les zones dites "urbanisables" c'est-à-dire pouvant être affectées à l'habitat, aux activités économiques, aux équipements publics... des périmètres dits de protection peuvent être prévus et faire l'objet de prescriptions diverses.

La construction industrielle contribue indirectement au démembrement de la nature et de l'espace ouvert à cause des ensembles industriels réalisés. Les terrains industriels forment cependant très souvent des unités continues, et sont moins dispersés que l'habitat.

Les différentes pollutions et nuisances qui sont mentionnées dans les points précédents ont, sans aucun doute, un impact négatif sur la valeur patrimoniale du milieu naturel. Toutefois, les travaux de construction des ensembles industriels sont en principe limités dans le temps. Mais la durée de construction des grands complexes dépasse souvent la période d'un an. Il est impératif, pour les chantiers industriels, de prendre toutes les mesures visant à prévenir, réduire et traiter les pollutions de l'air, du sol, de l'eau ainsi que les autres nuisances environnementales. Ces mesures ont été exposées dans les points précédents.

## E. Les déchets

L'expression « **déchets de construction et de démolition** » est une appellation collective qui regroupe tous les déchets provenant de la construction, de la rénovation et de la démolition de bâtiments et de constructions, ou de la construction et de la démolition de routes. La terre excavée lors de ces travaux n'est pas considérée comme un déchet de construction et de démolition.

La quantité totale de déchets de construction et de démolition produite en Wallonie a été estimée à 2,1 millions de tonnes dans le Plan Horizon 2010. Les déchets de construction et de démolition constituent donc l'un des principaux flux de déchets.

Les déchets de construction et de démolition se composent à plus de 90 % de débris de béton, de maçonnerie et d'asphalte, ce que l'on appelle également la fraction pierreuse. Ils comprennent aussi une fraction résiduelle très hétéroclite, composée de différentes sortes de bois, plastiques, emballages, déchets bitumineux et autres. Globalement, ces déchets se composent à 41 % de gravats de béton, à 40 % de gravats de maçonnerie à 12 % d'asphalte. Le reste est un mélange de matériaux : céramique, tuiles, bois, métal, verre...

La composition des déchets de construction varie selon le type de projet et la phase de construction. Le flux de déchets de rénovation et de démolition est distinct du flux de déchets de la construction neuve. Les gravats purs de béton et d'asphalte sont produits par les activités de construction routière; les gravats de béton, gravats mixtes ou gravats de maçonnerie que l'on rencontre en construction neuve, en rénovation et en démolition sont de qualité moins pure. En construction neuve et en rénovation, les déchets de construction sont souvent mélangés lorsqu'on les évacue dans le conteneur. C'est surtout la phase du parachèvement qui produit une grande quantité de déchets de construction coûteux (papier et carton, plastique...).

L'organisation, l'urgence, l'espace disponible et surtout la motivation du personnel influencent l'apparition de déchets. Les entrepreneurs respectueux de l'environnement peuvent motiver leur personnel à travailler de manière préventive et dans une optique de prévention des déchets. La

prévention des déchets n'est pas facilitée par la présence des différents sous-traitants et entreprises spécialisées qui travaillent sur un chantier de construction industrielle.

**Les déchets dangereux** proviennent de différentes sources et ne représentent - selon les sources consultées - que 1 à 3 % de la quantité totale de déchets. Dans la construction, les déchets dangereux suivants peuvent être produits en fonction du processus de production:

- Terrassements et fondations: huile usée, graisses, batteries, diesel et carburant domestique, filtres à huile, huile hydraulique, chiffons sales, huile de graissage, liquides de freinage
- Gros œuvre: huile de décoffrage, additifs du mortier et du béton, produits de protection du bois, produits chimiques (durcisseurs, accélérateurs, retardateurs), mastics de rejointoyage, colles de montage, peinture, diluants, pâte à souder
- Démolition: colles et mastics, acide chlorhydrique, produits chimiques de construction (durcisseurs, accélérateurs, retardateurs), primers, colorants, peintures et diluants, mousse PUR
- Autres: amiante libre, grenaille de décapage, chiffons sales, vêtements et pinceaux.

Ces déchets dangereux doivent être collectés séparément et évacués par des transporteurs agréés et il faut prendre les mesures appropriées pour protéger les travailleurs et pour que les produits dangereux n'occasionnent des dégâts ultérieurs.

Les **PCB et PCT** sont une catégorie d'hydrocarbures qui se trouvent de manière dispersée dans certaines huiles de lubrification, huiles de coupe, huiles hydrauliques, huiles isolantes, certains fluides caloporteurs, etc. Les PCB/PCT sont des produits classés comme dangereux, et les déchets qui en résultent sont considérés comme des déchets dangereux et sont soumis à des règles spécifiques. La gestion des déchets de PCB/PCT ne peut être confiée qu'à des opérateurs spécialement agréés par la Région wallonne (collecte, regroupement, prétraitement, élimination).

L'utilisation d'amiante est désormais interdite, mais les bâtiments existants contiennent encore fréquemment ce matériau, et il faut donc en tenir compte lors de la démolition. On peut établir une distinction entre l'amiante libre (isolation thermique, matériaux ignifuges, applications acoustiques...) et l'amiante lié (amiante-ciment). L'amiante libre est dangereux pour la santé lorsqu'on en inhale les fibres. Le risque de l'amiante lié est moindre parce que les fibres sont encapsulées dans la matrice. Avant de commencer la démolition, il faut d'abord évacuer l'amiante présent et le faire enlever par une firme agréée. L'enlèvement de l'amiante lié n'est pas soumis à cette obligation, mais il faut respecter une série de mesures de précaution.

### **Prévention et réduction des déchets de construction et de démolition**

Des mesures de **bonne gestion**, la sensibilisation au travail à faible production de déchets, une bonne coordination entre maître de l'ouvrage, concepteur et entrepreneur au niveau du mesurage, des détails, des installations techniques, etc. évitent l'apparition de déchets inutiles et des malfaçons. Il en va de même pour une esthétique et des détails dimensionnels à faible production de déchets.

Du point de vue de la **prévention** des déchets, le recours aux constructions **préfabriquées** présente également une série d'avantages importants. On peut limiter considérablement le flux de déchets (sur le chantier) tant au moment de la production des éléments qu'à leur montage. L'utilisation de coffrages outils limite nettement la consommation de bois de coffrage. L'utilisation de marchandises en vrac en silos (ciment, mortier sec, plâtre) réduit l'apparition de déchets résiduels et de déchets d'emballage sur le chantier.

En prévoyant les réservations pour conduites lors du montage des structures, on évite les pertes de percement et de taille. En outre, le percement et la taille des passages sont une activité à forte intensité de main-d'œuvre. On évite aussi de la sorte une partie des nuisances sonores.

On prévient les déchets résiduels grâce à une évaluation précise des quantités, des accords de reprise pour les matériaux de construction non déballés, le fret de retour du béton prêt à l'emploi ou les possibilités d'écoulement des surplus de béton sur le chantier dans les planchers de travail, etc. Un système de consigne permet d'éviter les déchets d'emballage.

La prévention des déchets de construction peut se faire par un stockage approprié, afin d'éviter que les matériaux de construction soient endommagés et détériorés (surtout d'application pour les finitions

intérieures) et le recours aux livraisons just-in-time afin d'éviter les dommages pendant le temps de stockage.

Outre la prévention des déchets de construction, le secteur du bâtiment a tout intérêt à chercher à obtenir un pourcentage de recyclage maximum. Une grande partie des déchets de construction et de démolition peuvent être **recyclés ou réutilisés**. Une petite fraction non pierreuse est récupérable (bois, métaux, papier et carton). Par ailleurs, la plus grosse fraction (la fraction pierreuse inerte) se recycle très facilement sous la forme de granulats secondaires.

La loi impose que l'on sépare les déchets dangereux du reste des déchets. Mais il peut être intéressant pour l'entrepreneur de **trier** aussi d'autres flux à la source : gravats, métal, bois, plastique, papier et carton... C'est surtout un tri minimum entre déchets dangereux, gravats, métal, bois et fraction résiduelle qui s'avère rapidement rentable dans la pratique. Et lorsque le tri à la source est impossible pour l'entrepreneur, ce tri peut aussi s'effectuer dans une entreprise spécialisée. Il faut en évaluer les implications économiques.

On peut, à cette fin, établir un plan de gestion des déchets qui tient compte de la situation spécifique du chantier. Il est essentiel de respecter six étapes :

Trois scénarios de tri			
	1	2	3
Déchets dangereux	x	x	x
Gravats		x	x
Métal		x	x
Bois		(x)	x
Plastique			x
Papier et carton			x
Déchets verts			(x)
Déchets mixtes	x	x	x

1. Evaluer la *nature et la quantité des déchets* qui seront produits sur le chantier
2. Examiner les *possibilités d'écoulement* pour les composants qui peuvent être collectés séparément
3. Déterminer le *mode de collecte* et le nombre de *conteneurs* à prévoir
4. Donner *une explication* au personnel du chantier
5. Exécuter le plan de gestion des déchets *tel que prévu*
6. Enregistrer les *données et calculer le coût réel*

Lors de travaux de démolition préalables à la construction du bâtiment industriel, il faut accorder la préférence à la **démolition sélective**. Il s'agit de démonter séparément les flux de déchets qui peuvent être récupérés ou qui sont nocifs pour l'homme et/ou l'environnement. On favorise de la sorte la réutilisation des différents types de déchets et on peut limiter la pollution lors de la démolition.

Il est préférable que le maître de l'ouvrage établisse avec le concepteur un **inventaire** des quantités et de la nature des matériaux à démolir, en particulier pour les déchets dangereux. C'est surtout lorsqu'on démolit des complexes industriels qu'il peut y avoir de la pollution sous la forme d'un stock physique de matières dangereuses ou d'une pollution des matériaux de construction à la suite de plusieurs années d'application industrielle, comme la pollution par l'huile minérale dans les ateliers, d'une imprégnation de poussière ou de processus de combustion (cheminées, chaufferies...).

Les gravats peuvent être évacués dans une installation de **concassage** en vue de leur recyclage en granulats de gravats. Lorsqu'une démolition produit suffisamment de gravats et que l'on dispose de l'espace suffisant, on peut envisager d'amener une installation de concassage mobile.

### **Prévention et réduction des déchets dangereux**

On peut envisager l'utilisation de **matériaux de construction alternatifs**, dont le reliquat n'est pas catalogué comme déchets dangereux, par exemple:

- les colles, huiles, etc. à base végétale ou animale, dont les concentrations en autres substances se situent sous les valeurs limites pour les déchets dangereux, ne sont pas considérées comme des déchets dangereux ;
- l'huile de décoffrage à base végétale ou animale qui est biodégradable.

La **séparation** des déchets dangereux du reste des déchets permet de réduire considérablement les frais d'évacuation. Il faut veiller à ce que d'autres flux de déchets ne se mélangent pas aux déchets dangereux.

Il faut **stocker** les déchets dangereux de manière judicieuse en ce qui concerne l'environnement, la sécurité et la santé au travail. Les formes suivantes de stockage sont possibles :

- récipients en plastique
- récipients en acier

- dépôt de déchets dangereux
- conteneur pour la récupération d'accumulateurs
- boîtes en carton pour tubes TL
- bacs de rétention...

Différentes variantes de stockage sont à prévoir en fonction de la taille du projet de construction.

Dans un petit projet de construction, l'entrepreneur ne peut placer qu'un seul récipient dans lequel les déchets dangereux seront tenus à part des autres déchets. Il transporte ensuite ce récipient (chaque jour) sur le terrain de son entreprise en attendant son enlèvement par un collecteur agréé. Dans les projets de construction plus importants, on peut pratiquer un stockage plus poussé et éventuellement un tri. L'entrepreneur peut faire enlever ces déchets dangereux sur le chantier même ou sur le terrain de stockage intermédiaire de son entreprise.

**Des clauses dans les contrats** entre le donneur d'ordre et les sous-traitants en ce qui concerne la présence, le stockage et l'élimination des déchets dangereux évitent que l'entrepreneur se trouve confronté à l'improviste à un important facteur de coûts et garantissent le respect de l'évacuation exigée par la loi.

## F. Les ressources naturelles du sol et du sous-sol

Le secteur de la construction est l'un des principaux utilisateurs de matières premières naturelles et l'un des plus gros producteurs de déchets. C'est logique en soi, les bâtiments et les ouvrages d'art sont plus importants au niveau de leur ampleur que n'importe quel autre produit. Une étude récente a indiqué que c'étaient les fondations, les murs, les planchers et les toitures qui consommaient le plus de matériaux.

La Région wallonne a une production annuelle de près de 50 millions de tonnes de matières premières minérales. Chaque Belge "consomme" annuellement 6 tonnes de granulats en logements, en immeubles de bureaux, en bâtiments publics, et aussi en routes et ouvrages d'art. Dans la construction, 90 % des matériaux proviennent directement ou indirectement des carrières.

Les matières premières primaires importantes pour la construction sont entre autres :

- la pierraille, le sable et le gravier pour les bâtiments et les routes
- le calcaire, la craie et la marne pour la production de ciment et de chaux
- le gypse pour la production de plâtre et de ciment
- la pierre naturelle (telle que le marbre, le granit, le grès et le schiste)
- l'argile pour la fabrication des briques

### **Prévention et réduction de l'utilisation de matières premières primaires**

Le donneur d'ordre et le concepteur du complexe industriel peuvent rechercher une esthétique et des détails dimensionnels qui génèrent peu de déchets grâce à la simplicité du bâtiment et à un projet qui s'harmonise avec la méthode de construction et les matériaux prévus. La construction industrielle contemporaine fonctionne déjà convenablement sur le mode du projet modulaire pour l'application de la construction préfabriquée.

L'utilisation de produits en vrac en silo (plâtre, ciment, mortier...) permet de réduire l'utilisation de matériaux primaires étant donné qu'il y a moins de déchets d'emballage et que l'on dose mieux les produits sur le chantier.

Les produits recyclés et les granulats secondaires réduisent également l'utilisation des matières premières primaires. L'application de granulats de gravats dans les sous fondations, les fondations, le ciment de sable et le béton maigre est une pratique courante. Des applications en béton et des produits en béton de plus grande qualité sont également réalisables. Aux Pays-Bas, il y a plusieurs années que l'on encourage l'emploi de 20% de granulats de décombres de substitution dans le béton prêt à l'emploi.

D'autres matières premières secondaires peuvent entrer en considération : le laitier de haut fourneau concassé, le laitier de haut fourneau granulé, le mâchefer LD, les cendres de charbon, le schiste rouge et les granulats d'argile expansée. Ces applications sont également reprises dans le cahier des charges type RW99.

Les autres produits recyclés tels que les produits de construction en bois, en papier recyclés et en plastiques recyclés sont déjà disponibles depuis longtemps sur le marché de la construction.

Des excavations sélectives lors des travaux de terrassement peuvent permettre de conserver et de valoriser des couches de grande valeur. Cela vaut en tout cas pour l'humus, mais également pour le sable, le limon, l'argile ou le gravier. Dans ce cadre, une collaboration avec les carrières et l'industrie minéralogique peut être mise en place.

Des matériaux renouvelables sont utilisés. Les matières premières renouvelables sont produites par l'agriculture et la sylviculture : les exemples sont le lin, le chanvre, la paille, la laine de mouton, le liège, le roseau, le bois, le coton, les fibres de coco, les fibres de papier, le bambou, l'amidon et l'huile de lin. Ces matériaux sont principalement utilisés dans le secteur de la construction à des fins d'isolation. Cependant, certains d'entre eux peuvent également jouer un rôle structurel, sous des formes différentes ou après traitement. Le bois en est l'exemple le plus marquant pour la plupart des applications.

Lors du choix du bois, on peut opter pour un bois durable. Le label de qualité du Forest Stewardship Council (FSC) indique que le bois provient d'une forêt jugée par une instance indépendante comme bien gérée, selon des normes strictes en matière d'environnement, de conditions sociales et d'économie.

## G. La santé et la sécurité

Suivant les caractéristiques de Prévent, L'institut pour la prévention et la protection du bien être au travail, le secteur de la construction reste un des secteurs les plus dangereux sur le plan des accidents du travail. Par heure de travail, il se produit plus d'accidents que dans les autres secteurs (degré de fréquence) et ceux-ci sont plus graves (degré de gravité global). Dans le secteur de la construction, les accidents les plus graves se produisent pendant la préparation du terrain pour la construction.

Les chutes sont la première cause des accidents de travail dans la construction. Environ 40% des accidents mortels sont dû aux chutes. Les accidents d'engins ou de transport, des chutes d'objets, le feu..., sont d'autres causes possibles

### Analyse des risques

La loi impose un plan de prévention global et un plan d'action annuel. L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour favoriser le bien-être de ses travailleurs au travail. Pour ce faire, il doit veiller à ce que la sécurité, la santé et le bien-être des travailleurs soient assurés.

Pour aborder et gérer la prévention de manière méthodique, tout en tenant compte de la nature des activités industrielles et des risques spécifiques, un système dynamique de gestion des risques a été élaboré par le CNAC (Comité National d'Action pour la Sécurité et l'Hygiène dans la Construction). On y applique les principes suivants : élaboration, programmation, réalisation et évaluation de la politique de sécurité.

La réalisation d'une analyse des risques offre l'opportunité d'avoir le meilleur aperçu possible de la situation actuelle de la sécurité et de la santé dans l'entreprise, et de choisir les mesures de sécurité appropriées. Dans le cadre de la sécurité, les risques mentionnés ci-dessous sont considérés comme des causes d'accidents et d'incidents :

- risques découlant d'agents physiques (bruit, vibrations...)
- risques chimiques (réactions, explosifs, caractère corrosif, nocivité, toxicité...)
- risques mécaniques (parties mobiles, manipulation des marchandises, réservoirs sous pression ...)
- risques d'incendie (sources d'inflammation, produits (légèrement) inflammables, combustion spontanée ...)

- risques de chutes (trachées de fondation, échafaudage, travaux de toiture,...)
- risques environnementaux (pollution de l'air, du sol, de l'eau...)
- risques d'irradiations (ionisantes, non ionisantes (U.V., I.R...))
- risques biologiques (allergies...)
- risques externes (industrie voisine, trafic aérien, fluvial et ferroviaire, ...)

Sur la base d'un système dynamique de gestion des risques, les mesures de prévention adaptées peuvent être prises après l'identification et l'évaluation des risques afin de limiter les risques pour la santé sur le chantier.

L'Arrêté Royal du 25/01/2001 relatif aux chantiers temporaires ou mobiles comporte des exigences qui doivent améliorer la sécurité, la santé et le bien-être sur le chantier où des travaux sont réalisés par plusieurs entrepreneurs. Cet Arrêté royal impose le recrutement d'un **coordinateur de projet** qui doit veiller, dès la conception, à la sécurité de la réalisation et de l'entretien de l'objet du marché. Ensuite, le prix d'achat des équipements de sécurité doit être mentionné de manière explicite dans l'offre de prix.

### Mesures de protection

En fonction de l'activité de construction, des mesures de sécurité spécifiques doivent être prises afin de réduire le risque d'accidents. D'un point de vue global, nous pouvons faire les distinctions suivantes :

- Les moyens de protection personnels protègent le corps du travailleur contre les accidents et les incidents. En fonction des conditions de travail, il faut prévoir la protection suivante : protection de la tête, protection des oreilles, protection du visage, protection des voies respiratoires, protection des pieds, protection des mains, protection personnelle contre les chutes, vêtements de protection.
- Les moyens de protection collectifs offrent une protection efficace contre le risque de chutes de personnes et d'objets grâce au cloisonnement des zones de travail et de circulation en hauteur. L'étañonnement des puits et des tranchées rentre également dans les mesures de protection collective.
- Le contrôle de l'ordre, de la propreté et de l'éclairage du chantier contribue également à réduire les risques. Le désordre sur le chantier est bien souvent une source d'accidents.
- Les dispositions relatives à l'utilisation des outils de travail (échelles, échafaudages, machines et outils, engins de levage et matériel à percussion). Il est important, également en ce qui concerne la sécurité, d'utiliser les outils adéquats pour une tâche déterminée. Il faut veiller à ce que tout le matériel soit correctement utilisé dans le respect des instructions d'utilisation et d'entretien. On laissera uniquement les personnes qui disposent de connaissances nécessaires utiliser le matériel sur le chantier.
- On prendra des mesures appropriées contre les dangers d'incendie et d'explosion et pour l'utilisation de produits toxiques et on appliquera l'étiquetage adéquat.
- On assurera une signalisation suffisante autour des endroits dangereux sur le chantier (puits, électricité, ...)
- On prévoira suffisamment de produits et de personnes disposant de connaissances pour administrer les premiers soins en cas d'accidents.

### 1. AMBIANCE OLFACTIVE

Normalement, il y a peu de problèmes au niveau des nuisances olfactives sur un chantier industriel.

Cependant, il faut s'assurer qu'il n'y ait pas de nuisances olfactives lors de l'entreposage des marchandises ou des déchets. C'est la raison pour laquelle il faut toujours fermer les couvercles des produits, des peintures et des solvants, et conserver les marchandises ou les déchets susceptibles de causer des nuisances olfactives dans des endroits fermés hermétiquement.

### 2. AMBIANCE AUDITIVE

L'ouverture d'un chantier industriel implique dans une certaine mesure du bruit. On pourra difficilement juger si ce bruit dépasse les limites de ce qu'il faut considérer comme normal.

Les premières personnes touchées par le bruit généré par une activité industrielle sont les travailleurs. Cependant, le bruit peut également toucher l'environnement, les animaux, et particulièrement le voisinage.

Sur un chantier de construction industrielle, le bruit est souvent causé par le matériel (grue, matériel de battage, installations de sciage, générateur, transport...) ou par certaines activités bruyantes telles que la démolition.

#### Prévention et réduction des nuisances sonores

Toutes les mesures doivent être prises en vue d'assurer la protection des travailleurs contre les risques découlant ou pouvant découler d'une exposition au bruit pendant le travail. L'exposition quotidienne personnelle du travailleur doit être inférieure à 85 dB(A). Si cela n'est pas le cas, des mesures de protection spécifiques doivent être prises, variant selon que le niveau sonore dépasse ou non 90 dB(A).

Afin de réduire le bruit à la source, nous pouvons réduire le bruit des machines. Depuis quelques années, une série de véhicules, engins et outils sont soumis à des normes de bruit. Ils doivent afficher leur niveau sonore afin de permettre au professionnel de choisir. Sont particulièrement visés par les normes de bruit: le matériel et les engins de chantier, les véhicules automobiles, leur remorque et leurs accessoires de sécurité: boteur, brise-béton, chargeuse, groupe électrogène de puissance ou de soudage, grue à tour, marteau-piqueur, moto compresseur, pelles hydrauliques.

Pour pouvoir être mis (la première fois) sur le marché, ils doivent porter un marquage CE attestant qu'ils respectent certains niveaux sonores maximaux admissibles. Néanmoins, il n'est pas interdit d'utiliser du matériel qui ne respecterait pas ces normes de bruit, particulièrement du matériel fabriqué antérieurement à la réglementation ou au renforcement des normes de bruit, éventuellement acheté d'occasion.

Dans les zones sensibles au bruit, nous pouvons éventuellement procéder à l'encapsulation acoustique du matériel bruyant.

L'impact sonore peut également être réduit partiellement par des techniques adaptées ou des mesures de bonne gestion adéquates.

Le respect des travaux en journée (de 7 à 19 heures), la planification et le regroupement des opérations bruyantes, l'abstention d'activités bruyantes pendant le week-end et en soirée y contribuent. Pour certains travaux tels que la démolition à l'aide d'explosifs, une communication préalable avec le voisinage peut s'indiquer.

On peut trouver des techniques moins bruyantes dans l'utilisation de pieux vissés pour les fondations. Remplacer les engins et le matériel pneumatique par leurs équivalents électriques (marteau-piqueurs) supprimer le compresseur à moteur thermique, source de bruit continu et important s'il n'est pas insonorisé. Leur prix d'achat est beaucoup plus élevé mais la location du compresseur est évitée et, par exemple, l'émission sonore des vibreurs est abaissée de 5 à 6 dB(A) au poste de travail. Ils sont plus maniables mais leur emploi par temps de pluie pose des problèmes qu'il faudrait résoudre (étanchéité des prises...).

La limitation de la fréquence ou de la vitesse du trafic sur le chantier a également une influence favorable sur les nuisances sonores.

### 3. AMBIANCE VISUELLE

Les chantiers industriels ont seulement un impact visuel temporaire.

Les grues sont visibles de loin, les engins de terrassement, les camions, l'encapsulation textile des bâtiments... De plus, un chantier peut gêner l'éclairage naturel de l'environnement.

Dans un environnement industriel, cet impact est souvent négligeable.

## I L'intégrité

### 1. VALEURS PATRIMONIALES DES BIENS IMMOBILIERS ET INTEGRITE PHYSIQUE DES BIENS MATERIELS

Avant d'entreprendre la construction d'ouvrages industriels, il faut vérifier si la localisation n'impose pas certaines conditions annexes à la réalisation du complexe industriel. On pense ici à la présence d'immeubles voisins et d'une infrastructure.

#### 1.1. Vibrations

Les principales vibrations émises lors d'un chantier industriel sont dues aux travaux de fondations (excavations, pieux, palplanches, tunnelier, marteau pic...), aux travaux de démolition (explosif, éclateurs, boulet, chutes de débris...) et certains autres travaux (par exemple le concassage). Le trafic du chantier sur une route mal aménagée (dos d'âne, inégalité, nids de poule, casse-vitesse) peut également engendrer des nuisances. Les activités du chantier qui provoquent des vibrations sont généralement liées aux sources temporaires

Ces vibrations peuvent cause les problèmes suivants:

- Le dysfonctionnement d'équipements sensibles (imprimerie, microscopes électroniques). Les équipements sensibles sont rarement rencontrés mais ont des taux de vibrations admissibles fort bas.
- La gêne des personnes  $> 0,1$  mm/s. Les vibrations sont très vite perçues comme gênantes. La gêne est ressentie en fonction de l'amplitude de vibration et de la fréquence (Hz). La gêne des personnes est un problème lié aux sources de vibrations permanentes (trafic, tram, machines d'usine ou d'atelier, ...).
- Les dégâts aux bâtiments  $> 5$  mm/s = 50 fois plus fort que le seuil de sensibilité d'une personne. Les vibrations sont donc plus fréquemment gênantes pour les personnes que à risques pour des bâtiments.

Certaines constructions plus "fragiles" telles des constructions anciennes, de mauvaise conception, avec de mauvaises fondations, qui subissent des tassements différentiels, ou fragilisées peuvent toutefois être endommagées.

#### Prévention et réduction des vibrations

La problématiques des vibrations se rapproche fort de celle du bruit. Beaucoup de solutions sont donc souvent fort semblables. Il est plus intéressant de traiter les problèmes à la source que d'en réduire les conséquences.

Il est difficile de faire des prévisions concernant le transfert des vibrations. Celles-ci se transmettent dans le sol en fonction de leur nature (amplitude, fréquence), du type de sol rencontré (argile, sable, banc rocheux,...), de la nature des bâtiments et des fondations.

On peut réduire les nuisances en optimisant l'organisation et le matériel.

#### *Concernant l'organisation:*

- Informer préalablement le voisinage sur la nature, l'utilité, la durée des travaux ainsi que les moyens mis en oeuvre pour remédier aux diverses nuisances.
- Organiser le travail: coordonner et planifier les phases pour respecter un seuil maximal de vibration. Définir au préalable les clauses spécifiques de vibrations à respecter.

- Veiller à déplacer les travaux les plus critiques en dehors des plages horaires sensibles (nuit, repas, week-end).
- Etudier l'emplacement des sources. Les vibrations diminuent généralement avec la distance. Attention, le sous-sol peut induire des vibrations plus importantes à certains endroits éloignés.
- Les techniques de démolition à l'explosif ou d'abattage rapide à l'aide de grue, boulet ou autres engendrent des vibrations en raison de la technique mais aussi de la chute des éléments sur le sol. Des techniques de démontage peuvent s'avérer nécessaires. Celles-ci sont plus longues et plus chères.

**Concernant le matériel:**

- Vérifier le bon état du matériel ainsi que son fonctionnement. Un bon entretien des engins et une utilisation en douceur sont des points importants. Assurer un bon équilibrage des machines tournantes.
- Le battage de pieux peut être remplacé par l'utilisation des techniques de vibrofonçage ou de pieux vissés. Ces derniers sont enfoncés dans le sol avec peu de vibrations et sont ensuite remplis de béton. Le tube de guidage reste dans le sol et fait office de coffrage perdu.
- Pour une machine fixe qui transmet des vibrations de haute fréquence (rare ou exceptionnel sur un chantier industriel), il est possible de la placer sur des silentblocs (blocs amortisseurs). Pour les basses fréquences, le problème est plus compliqué et demande une étude spécialisée.
- En cas de vibrations importantes vers le voisinage, il est possible de créer des tranchées, véritables écrans anti-vibrations entre la source et le voisinage. Il s'agit là d'une technique peu usitée et d'application limitée car très coûteuse.
- En cas de doutes concernant certaines phases d'un chantier, il est possible d'effectuer un monitoring pendant le chantier même. Celui-ci permet de détecter si des dépassements des niveaux admissibles sont possibles et de prévenir d'éventuels risques.

**1.2. Tassements et éboulements**

Le **rabattement** de la nappe phréatique lors de la construction d'un grand bâtiment peut avoir des effets indésirables dans l'environnement (dommages aux bâtiments, à la végétation, etc.)

L'abaissement de niveau de la nappe phréatique ou de la pression hydraulique à plus grande profondeur que l'on obtient de cette façon, ne se limite pas au puits de construction concerné, mais se remarque dans un environnement plus ou moins étendu, selon l'importance du rabattement au droit du puits de construction et les propriétés du sol.

Ce rabattement de la nappe phréatique a, entre autres, pour effet d'augmenter les tensions internes dans le sol qui peut se tasser. Il peut s'ensuivre des dommages dus au tassement dans les immeubles ou les ouvrages d'art dont les fondations reposent sur ces couches.

Lors de l'**excavation d'un puits de construction**, il peut survenir un éboulement ou un tassement qui provoquera des dommages aux bâtiments adjacents. Dans des cas extrêmes, ce sont des façades entières d'immeubles adjacents qui s'effondrent.

Il faut également prendre des mesures de précaution lors de la **démolition** de bâtiments existants afin d'assurer la stabilité des bâtiments adjacents.

**Prévention et réduction des dommages**

Pour éviter que le rabattement de la nappe phréatique cause des dommages et des tassements aux installations et aux bâtiments des alentours de certains puits de construction, on utilise de plus en plus, ces dernières années, la technique du **drainage de retour**. On peut alors limiter les tassements dus au drainage de l'eau souterraine en pompant cette eau dans les couches perméables du sol et ramener ainsi la montée des eaux à son niveau initial ou à un niveau acceptable.

Il faut éviter de placer des sources à proximité des façades car le risque de dommages serait très élevé. Il est impossible de creuser des puits sous les bâtiments. Il faut évaluer le risque de dommage et l'acceptation éventuelle du dommage. La nappe phréatique sous le bâtiment ne doit pas toujours absolument conserver son niveau initial.

Pour assurer la stabilité des bâtiments adjacents pendant la période de démolition et de reconstruction, il peut être nécessaire de placer des **éтанçons provisoires**. Un éтанonnement provisoire peut être nécessaire pour reprendre les forces horizontales résultant des travaux annexes, pour éтайer un mur mitoyen instable, pour éтайer un mur mitoyen qui peut devenir flottant à la suite de tassements, pour éтайer un mur mitoyen affaibli (ou hors plomb).

La détermination de l'éтанonnement provisoire est fonction de ce que l'on va construire (type de fondations, profondeur du puits de construction, engins...), des caractéristiques et des fonctions de stabilité du bâtiment à démolir (murs mitoyens, techniques de démolition...) et des caractéristiques des bâtiments adjacents à conserver (fondations, forme, structure...)

Lorsque l'angle de la fouille est supérieur à l'angle du talus naturel du sol, le sol peut s'effondrer ou glisser à tout moment. Il faut absolument prévoir un **soutènement** pour éviter l'effondrement ou le glissement du terrain. Si des fondations de constructions se trouvent dans la zone de glissement, la stabilité de ces constructions est menacée et elles courent un grand risque de s'effondrer. Il faut toujours accorder l'attention nécessaire à la protection du talus contre les conditions atmosphériques (pluie, sécheresse et vent).

Outre la stabilité du talus, le soutènement peut remplir d'autres fonctions complémentaires. Un soutènement imperméable (palplanches, mur emboué, pieux sécants, éventuellement tubes injectés de coulis formant pieux) peut, par exemple, limiter l'incidence de l'abaissement de la nappe phréatique sur l'environnement, voire l'éliminer totalement. Le soutènement peut aussi faire partie de la construction définitive, par exemple à titre d'élément de fondation ou de mur.

Le choix du type de soutènement dépend des conditions locales, de la nature des types de sol, de la présence de l'eau souterraine et de la nature des travaux à réaliser. Les systèmes de soutènement les plus courants sont: la tranchée blindée, les murs de Berlin et les murs emboués. Par ailleurs, on peut aussi recourir aux palplanches, à une technique de clouage du sol ou à différents types de pilotis (pieux vissés, pieux sécants et tubes injectés de coulis formant pieux).

Il faut accorder l'attention nécessaire à la stabilité horizontale du soutènement, dans le cas spécifique des puits de construction à proximité immédiate de bâtiments.

## **2. CAPACITE DES EQUIPEMENTS ET DES INFRASTRUCTURES PUBLIQUES**

Les **voies d'accès** à un chantier ne sont pas souvent calculées pour un afflux d'engins lourds. Non seulement ce trafic peut provoquer des dégâts au revêtement routier, mais son intensité peut également provoquer des nuisances chez les riverains. Comme les terrains industriels sont en général prévus pour des flux intenses de trafic, ce problème ne se pose que pour les terrains en cours d'installation.

Avant de commencer les travaux, il faut tenir compte des voies d'accès possibles. Il faut en outre prévoir un espace de stationnement suffisant sur le chantier proprement dit, afin de limiter les nuisances dans le voisinage.

Le transport depuis et vers le chantier laisse des traînées de sable et de boue sur les **voies d'accès** au chantier. Le nettoyage régulier des voies d'accès peut éviter les plaintes du voisinage.

Si l'on pratique le rabattement des eaux souterraines et que l'eau est rejetée dans l'**égout**, il faut vérifier si l'égout existant est capable d'absorber le débit d'eau. Si tel n'est pas le cas, il peut y avoir des inondations dans le voisinage du chantier.

## Bibliographie

- Environnement et construction : aspects juridiques – Les cahiers de la Confédération Construction wallonne, Septembre 2000
- Guide Marco – Mangement des risques environnementaux dans les métiers de la construction, Version 2000
- KARSENTY G., La fabrication du bâtiment – Le gros-œuvre, Éditions Eyrolles, 1997
- Les Chantiers Verts - Qualité environnementale des opérations de construction, Plan Construction et Architecture et la Direction de l'Habitat et de la Construction du Ministère du Logement, des Transports et du Tourisme., Janvier 1997
- PRESTI Project (Preventie van afval en stimulering van milieuzorg) : Milieuhandleiding voor de algemene bouwaannemer op de werf
- HORIZON 2010 Plan wallon des déchets, Gouvernement wallon, janvier 1998
- Prévention & Sécurité – depuis la conception jusqu' à la realization des terrassements, Groupe Scetauroute, 1995
- JACOBS A., VAN DESSEL J., DIJKMANS R., Beste Beschikbare Technieken voor de Betoncentrales en de Betonproductenindustrie, BBT-kenniscentrum, VITO, Academia Press, 2001
- Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW, Nationaal Dubo Centrum, Rotterdam, versie 2002
- CHARLOT-VALDIEU C., Réduire les nuisances des chantiers, CSTB Magazine, n° 120, décembre 1998