

LE BETON ET LA GESTION DE L'EAU

Fer de lance de la politique environnementale de l'Europe, le développement durable implique pour l'homme une maîtrise de ses rejets domestiques et urbains, avec des techniques aussi naturelles et peu gourmandes en énergie que possible. En effet, le développement durable est un développement qui peut répondre aux besoins du présent sans compromettre les générations futures.

Tout le monde, sans exception, est concerné par la qualité de l'eau, source de vie. Il est nécessaire dans le cadre d'un développement durable, de ménager cette matière précieuse, d'en maîtriser l'utilisation et (après usage) de restituer à la nature une eau correctement épurée.

Le présent bulletin a été conçu pour montrer aux maîtres d'ouvrage, aux architectes et aux particuliers que l'utilisation d'éléments en béton permet de gérer les eaux de pluie et les eaux usées à l'échelle d'une maison unifamiliale ou d'un bâtiment (ou groupe de bâtiments).

*En effet, autour de la maison ou dans l'aménagement des espaces publics, **pavés de béton drainants** et **dalles-gazon** réduisent non seulement les risques d'inondation mais évitent également que l'eau de pluie (propre) ne se mélange aux eaux usées. Le principe : l'eau s'infiltre peu à peu dans le sol pour rejoindre naturellement la nappe phréatique.*

*Par ailleurs, le stockage de l'eau de pluie dans les **citernes en béton** permet une meilleure gestion des ressources en eau.*

*Les **fosses septiques** et les **systèmes d'épuration individuelle en béton** permettent également d'offrir plus de protection à l'habitat situé en zone non pourvue de système d'égouttage.*

**DOSSIER
CIMENT**

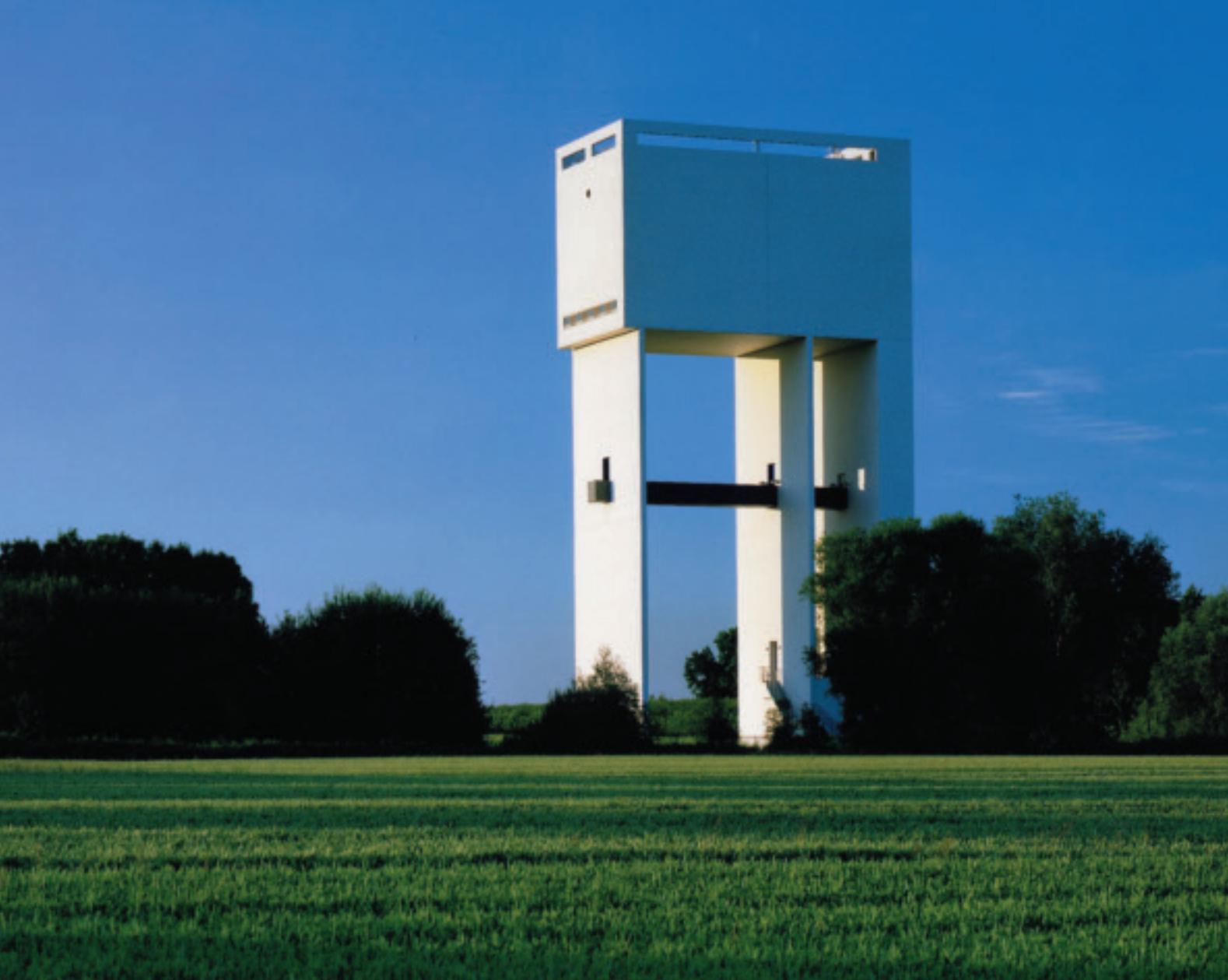
38
octobre 2006

installation de
stockage/évacuation

élément complexe
en béton



BBSfB _____



POURQUOI CHOISIR DES ÉLÉMENTS EN BÉTON ?

La Belgique dispose sur son territoire de plusieurs fabricants d'éléments en béton permettant une gestion durable de l'eau. Les produits sont fabriqués dans des usines fixes et permanentes, spécialisées dans la fabrication de produits en béton et équipées des installations nécessaires pour un dosage précis des constituants ainsi que pour le malaxage mécanique et le compactage du béton.

Les citernes ou cuves en béton sont de type 'rigide', c'est-à-dire que leur résistance propre réalise la portance nécessaire et qu'elles sont garanties contre des déformations éventuelles sous sollicitations. La résistance souhaitée est obtenue par la qualité élevée du béton et l'apport éventuel d'armatures. Des systèmes de contrôle (interne et externe) de plus en plus performants permettent d'assurer une qualité constante. Celle-ci est d'ailleurs confirmée par l'octroi de la marque BENOR.

Les citernes et cuves en béton sont disponibles dans une large gamme de capacités et peuvent être combinées entre elles ou à une série d'accessoires appropriés. L'étanchéité au niveau des tuyaux de raccordement est assurée par des joints en élastomère compact. Outre le fait que la citerne en béton est un réservoir de stockage idéal pour l'eau de pluie – le béton contient de la chaux qui va neutraliser l'acidité naturelle de cette eau (1) –, opter pour des produits en béton, c'est choisir un matériau respectueux pour l'environnement. En effet, des méthodes d'analyse de cycle de vie (LCA) ont montré les très bonnes performances des produits en béton en terme de qualité environnementale (2). Des études effectuées en laboratoire ont aussi prouvé que les matériaux à base de ciment peuvent être considérés comme tout à fait inoffensifs vis-à-vis de l'environnement en terme de relargage de métaux lourds (3) et qu'ils peuvent être utilisés avec les eaux destinées à la consommation humaine (4).

1. L'acidité de l'eau de pluie

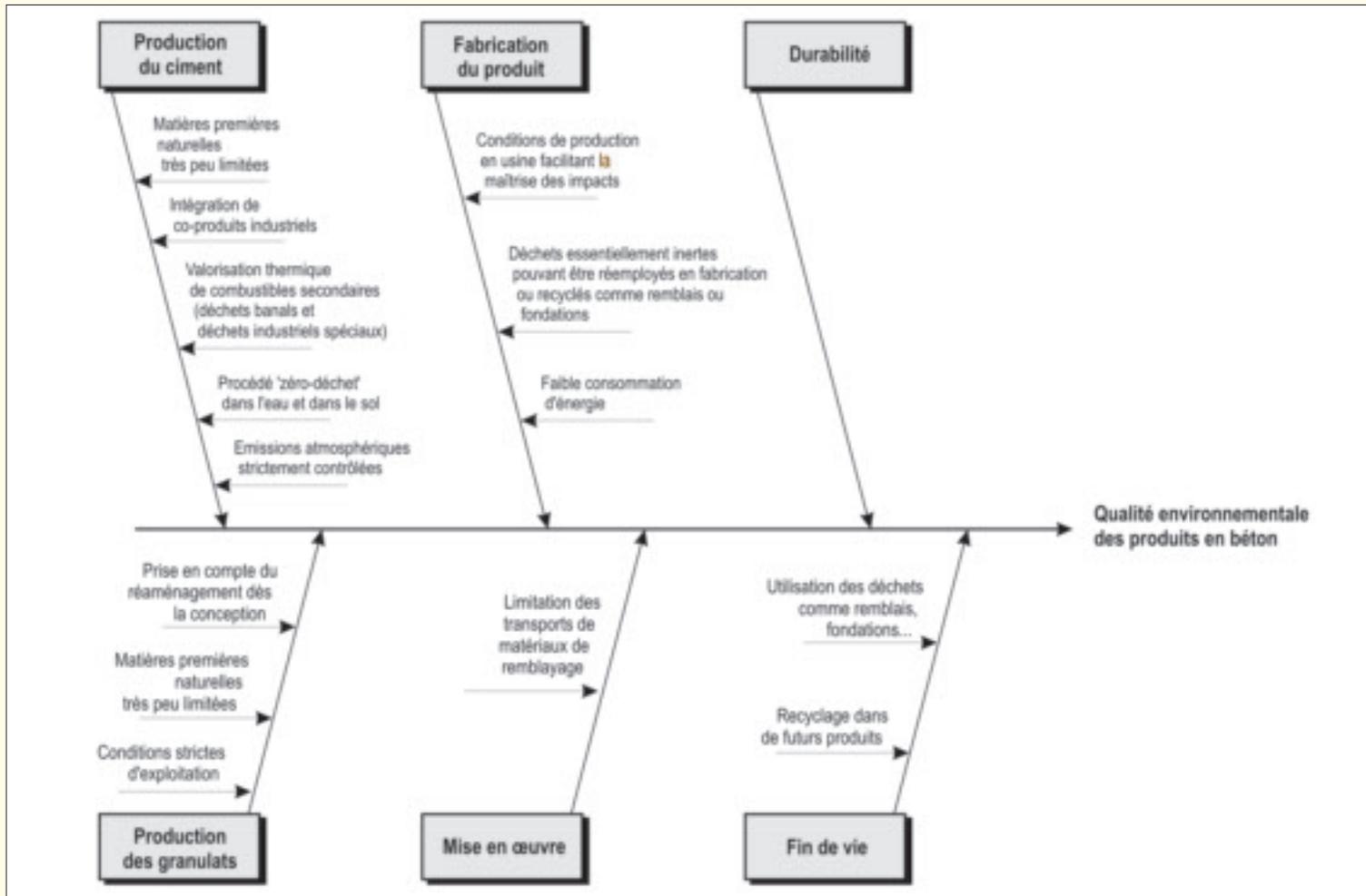
Avant d'arriver dans une citerne, l'eau de pluie subit la pollution atmosphérique. L'effet le plus spectaculaire de cette pollution est l'acidité.

Même sans pollution, en raison de sa teneur en dioxyde de carbone CO_2 toujours présent dans l'atmosphère, la pluie est naturellement acide. A cette acidité naturelle s'ajoute l'acidité due à la présence d'oxydes d'azote NO_x et du dioxyde de soufre SO_2 . Ces oxydes dissous dans l'eau deviennent des acides : l'oxyde d'azote formera de l'acide nitreux HNO_2 et de l'acide nitrique HNO_3 , tandis que le dioxyde de soufre produira de l'acide sulfureux H_2SO_3 qui s'oxydera à l'air en sulfurique H_2SO_4 .

Les pluies acides constituent une nuisance au niveau des forêts de conifères. Elles détériorent aussi les monuments en pierre calcaire.

Les substances acides contenues dans l'eau de pluie réagissent avec les composants basiques du béton ou le mortier de la citerne et mettent des sels minéraux en solution. Pendant cette opération, l'acidité disparaît : l'eau devient neutre. L'écrasante majorité des sels mis en solution est constituée d'hydrogène-carbonates de calcium $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Les oxydes d'azote donnent des ions nitrates, le dioxyde de soufre, des sulfates. La contribution de ces ions est faible, la valeur moyenne est de l'ordre de 3 à 5 mg/l. A titre de comparaison, des eaux potables en contiennent parfois beaucoup plus. Les hydrogène-carbonates et les sulfates sont des sels inoffensifs pour la santé du consommateur.

Atouts environnementaux des produits en béton



2. Des analyses tout au long du cycle de vie

La méthode d'analyse de cycle de vie LCA vise à évaluer l'impact environnemental tout au long du cycle de vie du produit, c'est-à-dire depuis l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination de ce produit. Les flux calculés sur ces phases sont ensuite interprétés en termes d'effet sur l'environnement. Diverses analyses de cycle de vie ont été effectuées afin de comparer les caractéristiques environnementales relatives de différents éléments en béton. Ces études divergent par certaines hypothèses et sur certains aspects. Elles confirment cependant les très bonnes performances des produits en béton en matière d'environnement et ce, pour plusieurs raisons évoquées ci-après.

- *Des matières premières en abondance*

Le béton est majoritairement constitué de matériaux naturels qui font partie des plus abondants sur terre (granulats, sables, etc), de ciment, qui est issu de ces mêmes matériaux, et d'eau.

- *Une production dans des conditions contrôlées*

La fabrication du ciment entrant dans la composition des bétons offre l'opportunité de valoriser proprement des déchets en provenance des autres secteurs industriels (sous forme de matière ou d'énergie). L'extraction des granulats en carrières est soumise à des conditions de réaménagement très strictes, qui dépassent la simple remise en état du site et qui peuvent même conduire à des 'plus' environnementaux (plans d'eau, création de zones humides, etc.). La fabrication des produits en béton génère un impact environnemental aisément maîtrisé en usine. Les déchets, en faible quantité et majoritairement inertes, peuvent être recyclés ou réutilisés comme matériaux de remblayage ou en fondation routière. Les produits en béton ne nécessitent en outre qu'une faible quantité d'énergie pour leur production.

- *Mise en œuvre : des transports de matériaux limités*

En raison de la rigidité des citernes en béton, la qualité du remblayage et du compactage influence relativement peu leur durée de vie par opposition aux citernes flexibles. Souvent, il est possible de réutiliser les matériaux de déblai comme remblai, limitant par conséquent l'apport de nouveaux matériaux et évitant ainsi des transports supplémentaires.

- *Un matériau inerte aisément recyclable*

Le béton est un matériau inerte qui ne pose aucun problème particulier lors de son élimination. En fin d'utilisation, le béton composant les produits est totalement recyclable sous forme de granulats pouvant être réutilisés comme couche de forme, comme fondation, etc. Ces granulats constituent même un gisement potentiel de matières premières pour de futurs produits.

3. Comportement à la lixiviation des bétons :

quantification des teneurs en métaux lourds relargués

Le Centre de Recherches pour l'Industrie Cimentière (CRIC) a investigué la compatibilité environnementale du béton, et en particulier l'échange éventuel de métaux lourds avec les milieux auxquels il est exposé. La démarche analytique repose sur l'utilisation d'un test d'immersion en conditions statiques avec renouvellement périodique de l'agent lixivateur : en l'occurrence deux types d'agents ont été étudiés, une eau déminéralisée et une eau commerciale moyennement minéralisée.

Cette méthode expérimentale (le 'Tank Test' décrit dans la norme NEN 7345) consiste à immerger des échantillons de béton dans l'agent lixivateur et aux échéances normalisées (6 heures et 1, 2, 3, 7, 14, 36 et 64 jours), récupérer l'agent lixivateur, le filtrer, l'analyser et le remplacer par un agent lixivateur 'frais'. L'analyse consiste à quantifier la présence de métaux lourds. Celle-ci se fait par ICP-MS (torche à plasma couplée à un spectromètre de masse).

L'attention a été focalisée sur les métaux lourds qui figurent parmi les 'paramètres chimiques' faisant l'objet de spécifications dans la Directive européenne 98/83/CE - *Qualité des eaux destinées à la consommation humaine* (plus connue sous le nom générique de 'Directive eau potable'). Il s'agit des éléments suivants :

- Baryum (Ba)
- Nickel (Ni)
- Chrome (Cr)
- Antimoine (Sb)
- Sélénium (Se)
- Manganèse (Mn)
- Mercure (Hg)
- Arsenic (As)
- Argent (Ag)
- Zinc (Zn)
- Plomb (Pb)
- Cadmium (Cd)
- Cuivre (Cu)

Les investigations concernent des bétons riches en ciment (400 kg/m³) et de faible rapport E/C (= 0,45) d'une part et des bétons pauvres en ciment (105 kg/m³) d'autre part. Les ciments utilisés sont les suivants :

- CEM I 42,5 R ;
- CEM III/A 42,5 N LA ;
- CEM II/B-V ou II/B-M (S-V) 32,5 ;
- CEM III/A, III/B et III/C 32,5 N LA.

Les granulats sont soit des concassés de porphyre, soit des concassés de calcaire. Le *tableau 1* donne des compositions-types.

(suite à la page 18)

Tableau 1 - Exemples de composition

Béton riche CEM I 42,5 R		Béton maigre CEM III/A 32,5 N LA	
Porphyre 7/20	745 kg/m ³	Calcaire 7/20	940 kg/m ³
Porphyre 2/7	465 kg/m ³	Calcaire 2/7	620 kg/m ³
Sable de rivière 0/5	650 kg/m ³	Sable calcaire 0/2 lavé	530 kg/m ³
Ciment CEM I 42,5 R	400 kg/m ³	Ciment CEM III/A 32,5 N LA	105 kg/m ³
Eau	180 l/m ³	Eau	130 l/m ³
TOTAL	2440 kg/m³	TOTAL	2325 kg/m³
Résistance à la compression sur cubes (158 mm de côté) à 28 jours : 66,1 N/mm²		Résistance à la compression sur cubes (158 mm de côté) à 28 jours : 12,5 N/mm²	

L'EAU ET LE CITOYEN

De par ses activités, l'être humain rejette chaque jour des eaux usées, appelées 'eaux usées domestiques'. En effet, le citoyen belge moyen consomme chaque jour 115 litres d'eau pour le rinçage des toilettes, la douche et le bain, le nettoyage, la lessive, etc.

A côté de ces eaux usées domestiques, des eaux pluviales viennent augmenter le quota des eaux rejetées par une habitation.

En tant que candidat bâtisseur ou architecte, il y a lieu de connaître la législation en vigueur en matière d'eau, d'épuration, de raccordement aux égouts, ...

En Belgique, les dispositions légales sont fixées par les Régions. Le principe général est l'obligation stricte de se raccorder à l'égout lorsqu'il existe et pour ce faire, de s'y raccorder directement en déconnectant les systèmes d'épuration individuelle (la fosse septique reste tolérée). Si le raccordement entraîne des frais exceptionnels (immeuble très éloigné par exemple), l'autorité communale peut accorder une dérogation au riverain pour permettre le recours à l'épuration individuelle.

1. Assainissement collectif ou autonome ?

En *Région wallonne*, l'assainissement autonome (aussi appelé épuration individuelle) est privilégié dans les zones faiblement habitées car la pose d'égout y est plus coûteuse et parfois techniquement irréaliste voire impossible. Les 14 *Plans d'Assainissement par Sous-Bassins Hydrographiques (PASH)* déterminent les zones à régime d'assainissement collectif (anciennement appelées 'zones égouttables'), les zones soumises à l'assainissement autonome et les zones à régime d'assainissement transitoire, c'est-à-dire où l'assainissement collectif ou autonome n'est pas encore défini. Il est donc toujours prudent de s'informer en premier lieu de ce qui s'applique à un cas particulier en prenant contact avec le service compétent de la commune.

Les obligations en matière d'assainissement sont définies par le *Règlement général d'Assainissement (RGA)* en vigueur depuis le 20 juillet 2003 (*Arrêté du Gouvernement wallon du 22 mai 2003 – M.B. du 10.07.2003*) :

- En zone d'assainissement collectif : toute habitation dont le permis d'urbanisme a été délivré avant le 20 juillet 2003 doit être raccordée à l'égout ou le sera lors de futurs travaux d'égouttage dans la rue. Toute habitation dont le permis d'urbanisme a été délivré après le 20 juillet 2003 doit être équipée d'un système permettant de séparer l'ensemble des eaux pluviales et usées ; de plus, si les eaux ne sont pas traitées par une station d'épuration, l'habitation doit être équipée d'une fosse septique 'toutes eaux' by-passable munie d'un dégraisseur et être raccordée à l'égout le cas échéant.

- En zone d'assainissement autonome : toute habitation doit être équipée d'un système d'épuration individuelle à sa construction ou pour le 31 décembre 2009, si l'habitation existe déjà (31 décembre 2005 en zone de baignade).

- En zone d'assainissement transitoire : toute nouvelle habitation doit être équipée d'un système séparant l'ensemble des eaux pluviales des eaux résiduaires, ainsi que d'une fosse septique by-passable et équipée d'un dégraisseur.

En *Région flamande*, la VMM (*Vlaamse Milieumaatschappij*) réalise actuellement une carte décrivant des zones d'épuration ('*zoneringsplan*'). En fonction de ces zones, l'obligation de se raccorder aux égouts ou d'épurer soi-même ses eaux usées sera décrite (les travaux sont en phase terminale). Il y a également lieu de se renseigner auprès des autorités communales afin de connaître la zone concernée.

Aussi longtemps que ces travaux ne sont pas définis, un système d'épuration individuelle est obligatoire pour tout nouveau rejet en zone d'épuration C ainsi qu'en territoire non égoutté (*voir tableau 1*).

Après approbation définitive du '*zoneringsplan*', un système d'épuration individuelle sera obligatoire en zone d'épuration individuelle pour toutes les habitations. De plus, seuls les systèmes d'épuration individuels certifiés (portant par exemple la marque BENOR – *voir plus loin l'encadré 'Marquage CE et marque BENOR pour les systèmes d'assainissement'*) seront autorisés. L'installation du système devra se faire à la construction d'une habitation neuve ou avant 2012 pour une habitation existante. Les habitations existantes qui disposent d'un système d'épuration individuelle non certifié devront le remplacer endéans les 10 ans, sauf s'il peut être montré que les normes de rejet sont satisfaites.

En *Région de Bruxelles-Capitale*, l'ensemble du territoire doit être équipé d'un système de collecte des eaux résiduaires et il y a lieu d'y déverser ses eaux domestiques. Néanmoins, des systèmes individuels peuvent être utilisés pour autant qu'ils assurent un niveau identique de protection de l'environnement (*Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 23 mars 1994, Article 14*).

2. Les eaux pluviales ?

Les eaux pluviales doivent obligatoirement être ou devront bientôt être rejetées séparément des eaux usées domestiques. En effet, l'efficacité de l'épuration collective ou individuelle s'améliore lorsque la charge polluante à traiter est plus concentrée.

Tableau 1 - Zones d'épuration en Flandre

	Zones d'épuration en Flandre			Non égoutté
	A	B	C	
Définition	Territoire égoutté. Les eaux usées sont déversées dans une station d'épuration.	Territoire égoutté. Le raccordement à une station d'épuration est prévu.	Territoire égoutté. Le raccordement à une station d'épuration n'est pas prévu.	Les eaux usées arrivent directement dans des eaux de surface ou s'infiltrent dans le sol.
Raccordement à l'égout	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire	Pas d'application
Fosse septique	De préférence pas	De préférence pas	Suffisant pour les rejets existants (*)	Suffisant pour les rejets existants (**)
Epuration individuelle	Non	Non	Obligatoire pour une rénovation ou une nouvelle construction	Obligatoire pour une rénovation ou une nouvelle construction
(*) En zone C, un rejet d'eaux usées est défini comme existant avant le 01.08.1995.				
(**) En zone non égoutté, on parle de rejet d'eaux usées existant si l'habitation a été construite avant le 01.01.1993 et le déversement des eaux usées déclaré avant le 01.03.1993.				

Dans les trois régions du pays, lors de la construction ou la rénovation d'une habitation, le placement d'une citerne d'eau de pluie est obligatoire ou fortement souhaité. En Région flamande, le placement d'une citerne est obligatoire à partir d'une surface de toit supérieure à 75 m² (construction neuve et rénovation) ou à partir d'une surface de toit de 50 m² qui est agrandie. Les eaux de pluie tombant sur un nouveau revêtement de sol imperméable d'une superficie supérieure à 200 m² doivent également être recueillies dans une citerne.

Le trop-plein de la citerne doit être relié à un système d'infiltration ou un fossé, ou à des eaux de surface quelconques ou encore au réseau d'égouttage séparatif. Si toutes ces options ne sont pas possibles, le trop-plein peut alors être raccordé à l'égout unitaire.

Pour une habitation existante, la pose d'une citerne d'eau de pluie n'est pas obligatoire, mais néanmoins encouragée dans certains cas par une prime.

Il est même recommandé de ne pas rejeter les eaux pluviales. Celles-ci peuvent en effet se laisser infiltrer dans le sol afin d'assurer une alimentation des nappes phréatiques, par l'utilisation de revêtements drainants. Une autre solution consiste à les stocker dans une citerne pour les utiliser à la place de l'eau de distribution.

LE RACCORDEMENT AUX ÉGOUTS PUBLICS

Le principe général est l'obligation stricte de se raccorder à l'égout lorsqu'il existe. Lorsque le niveau de l'égout public n'est pas accessible parce que sa profondeur n'est pas suffisante, il appartient à l'utilisateur de l'égout d'y pomper lui-même ses eaux usées. Par raccordement à l'égout, il faut donc entendre raccordement par écoulement naturel ou sous pression.

Le raccordement à l'égout doit être réalisé conformément aux prescriptions techniques imposées par la commune. La *figure 1* est donnée à titre indicatif.

Il ne faut pas oublier que les raccordements doivent être munis d'un regard de visite accessible et placé à un endroit offrant toutes garanties de contrôle de la quantité et de la qualité des eaux déversées.

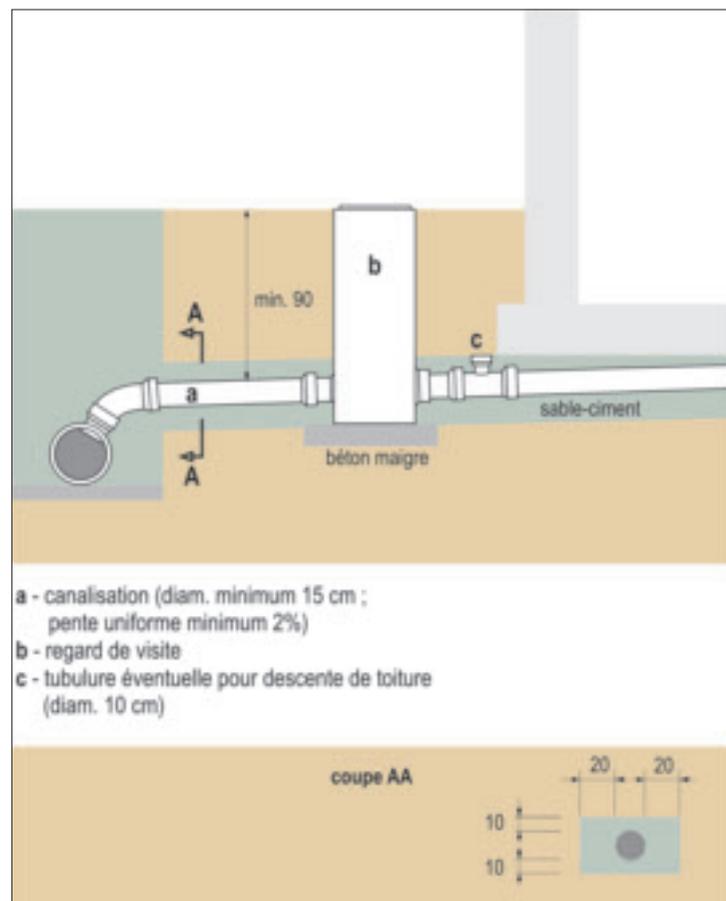
Les raccordements sont exécutés suivant un tracé rectiligne et une pente minimale de 2 % sauf si certains obstacles locaux ne le permettent pas. Le diamètre intérieur des canalisations est en général de 15 cm. Les tuyaux en béton (conformes aux directives des normes NBN EN 1916 et NBN EN 621-106 pour les tuyaux non soumis à pression interne et NBN EN 641 pour ceux soumis à pression interne) conviennent très bien. En effet, ceux-ci sont dotés d'une très bonne résistance à l'écrasement et sont facilement transportables (longueur de 1 m). De plus, l'état de surface des tuyaux en béton permet l'évacuation des eaux usées dans toutes les circonstances (*voir l'encadré à la page suivante*).

Tout raccordement sur une canalisation principale s'effectue au moyen d'une pièce spéciale (tubulure de raccordement) scellée dans une ouverture aménagée lors de la fabrication du tuyau ou réalisée sur place par forage sans détériorer le tuyau. Elle est fixée à l'égout au moyen d'un joint souple étanche et ne peut faire saillie de plus de 3 cm à l'intérieur de la canalisation. Cette tubulure est située de préférence à l'extrados de la canalisation principale ou en tout cas, dans le tiers supérieur de ce tuyau, de manière à ce que le remplissage de l'égout ne provoque pas de refoulement dans l'immeuble.

Plusieurs précautions peuvent également être utilement prises :

- prévoir si possible la séparation des eaux pluviales et usées jusqu'à la limite de la propriété avec le domaine public pour permettre une séparation ultérieure sans devoir modifier le tracé ;
- éviter les plantations d'arbres avides d'eau, dont la couronne s'étendra jusqu'au passage souterrain du raccordement, car les racines peuvent rapidement passer par le défaut d'un joint et obstruer le tuyau ;
- prévoir si possible un regard à la limite de la propriété avec le domaine public ou dans le trottoir, pour faciliter un curage éventuel et contrôler le rejet ;
- poser le raccordement à une profondeur minimale de 0,9 m pour la protection contre le gel et contre les surcharges ;
- adapter le remblai ou la profondeur en cas de passage prévisible de charges roulantes ;
- prévoir un dégraisseur pour les cuisines collectives et les restaurants pour empêcher le colmatage du raccordement par les graisses figeant au contact de la paroi froide du tuyau ;
- prévoir une fosse septique pour les eaux fécales si la pente d'une partie du raccordement est plus faible que 2 %.

Fig. 1 - Raccordement particulier



ÉTAT DE SURFACE DES TUYAUX EN BÉTON

Le rôle essentiel d'une canalisation est l'évacuation dans toutes les circonstances d'eaux résiduaires domestique et industrielle et d'eau pluviale. Outre la pente, l'état de l'effluent et sa vitesse, la rugosité de la surface des parois des tuyaux sont des facteurs importants dans le calcul hydraulique d'une canalisation.

Le *Laboratoire de Génie Civil* et le *Service d'Hydraulique* de l'*Université Catholique de Louvain (UCL)* ont déterminé expérimentalement les coefficients de rugosité de Manning-Strickler de 3 types de canalisations différentes : du béton, du grès et de la fonte ductile.

Les coefficients sont déterminés par la mesure directe de la relation hauteur d'eau / débit dans les conduites testées.

Pour un écoulement uniforme, il existe une relation univoque entre le débit et la profondeur d'eau, dite hauteur uniforme h_u . Cette relation est habituellement décrite par les formules de Manning et de Strickler :

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} S_0^{1/2} = K A R_h^{2/3} S_0^{1/2}$$

où :

- Q est le débit ;
- A est l'aire mouillée de la section ;
- R_h est le rayon hydraulique de la section défini comme le rapport de l'aire mouillée A au périmètre mouillé P ;
- S_0 est la pente de fond de la canalisation ;
- n est le coefficient de rugosité de Manning ;
- K est le coefficient de rugosité de Strickler ($K = 1/n$).

A partir des débits essayés, des hauteurs d'eau mesurées et des formules ci-dessus, les coefficients de rugosité de Manning (n) et de Strickler (K) sont déterminés. Ceux-ci varient respectivement de :

- 0,010 à 0,011 s/m^{1/3} et de 90 à 100 m^{1/3}/s pour le béton ;
- 0,008 à 0,011 s/m^{1/3} et de 95 à 120 m^{1/3}/s pour la fonte ;
- 0,011 à 0,012 s/m^{1/3} et de 80 à 90 m^{1/3}/s pour le grès.

Ces résultats montrent que les conduites en grès présentent des rugosités plus importantes que les conduites en béton (n plus grand et $K = 1/n$ plus petit) et celles en fonte ductile, des rugosités plus faibles. Néanmoins, en regard de la précision des mesures, les écarts entre les coefficients de rugosité obtenus ne sont que faiblement significatifs et il est donc plus sage d'estimer que les coefficients de rugosité sont similaires pour les 3 types de tuyaux.

LA GESTION DE L'EAU DE PLUIE

L'actualité de ces dernières années nous l'a montré : les crues, les coulées de boues, les inondations causant des dégâts énormes sont de plus en plus fréquentes. Et pour cause, d'une manière générale, la gestion des eaux pluviales dans les zones urbanisées est réduite à l'évacuation systématique par les égouts. Ils ne suffisent pas toujours et, de plus, amènent l'eau très rapidement aux rivières, provoquant ainsi ces 'coups d'eau'.

Ces catastrophes sont pourtant évitables. En privilégiant, dès la conception des projets, la rétention des eaux de pluies ou l'infiltration naturelle, il y a déjà moyen de contribuer à améliorer la situation. Ce mode de gestion déjà effectif en Suisse (disposition légale) permet de respecter les cycles environnementaux d'alimentation des nappes phréatiques et contribue dès lors à réduire les coups d'eau.

Afin de favoriser, partout où c'est possible, l'infiltration naturelle des eaux, plusieurs pistes peuvent être envisagées : le stockage dans des citernes (1), l'infiltration directe (2) et la rétention (3). A noter que lorsque ni l'infiltration directe, ni la rétention ne sont réalisables, il est parfois encore possible, via des caniveaux, de diriger l'eau vers des zones d'infiltration ou de rétention.

1. Le stockage des eaux pluviales dans des citernes

La sensibilisation à l'utilisation domestique de l'eau de pluie s'inscrit pleinement dans le contexte de gestion durable de la ressource en eau. Les raisons d'utiliser l'eau de pluie sont nombreuses :

- écologiques

L'utilisation de l'eau de pluie permet d'exploiter moins les nappes phréatiques. Ses qualités chimiques permettent une réduction de la consommation des produits de nettoyage, ce qui favorise la lutte contre l'eutrophisation des rivières. Elle permet aussi une diminution des dilutions d'eaux usées dans les égouts et donc un meilleur fonctionnement des stations d'épuration.

- économiques

Réduction de la consommation d'eau de distribution et donc du montant de la facture. L'eau de pluie et son rejet sous forme d'eau usée sont gratuits.

- pratiques

L'eau de pluie est une eau naturellement douce et de bonne qualité, elle évite l'entartrage des conduites d'eau, de la machine à laver, et permet de faire l'économie d'un adoucisseur.

L'eau de pluie non potable pourra satisfaire bon nombre d'usages domestiques comme les WC, la machine à lessiver, les nettoyages (maison, voiture, ...), l'arrosage du jardin, ...

La *figure 2* montre les grandes et petites consommations d'eau au niveau d'un ménage. En utilisant l'eau de pluie pour les postes repris ci-dessus, il est possible de réduire sa consommation d'eau de distribution de plus de 50 %.

Fig. 2 - Consommation d'eau domestique

[Source : VVM - Vlaamse Milieumaatschappij]

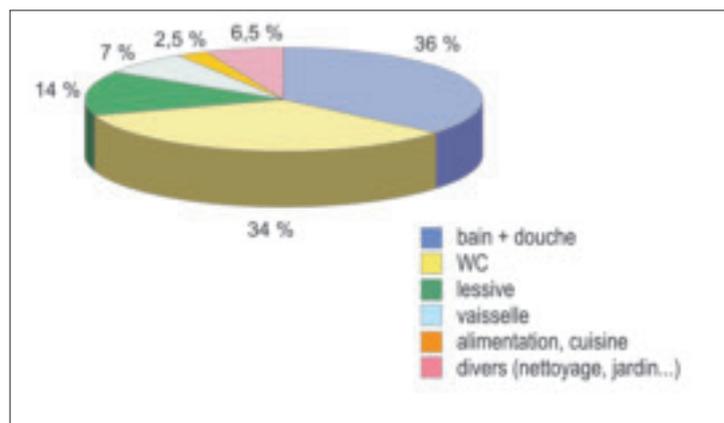


Tableau 2 - Capacités minimales des citernes à eau de pluie

Toiture [m²] (projection horizontale)	Contenu utile de la citerne [litres]
50 à 60	3000
61 à 80	4000
81 à 100	5000
101 à 120	6000
121 à 140	7000
141 à 160	8000
161 à 180	9000
181 à 200	10000
> 200	5000 par 100 m²

Un schéma de valorisation domestique de l'eau de pluie est donné à la figure 3 :

- *Toit*

Il convient d'éviter les revêtements à base de goudron qui peuvent libérer des hydrocarbures.

- *Filtre*

Il permet de retenir les feuilles mortes avant l'entrée de l'eau dans la citerne.

A la sortie du groupe hydrophore, on place éventuellement un filtre avec des largeurs de mailles d'environ 20 micromètres pour retenir les particules fines. Celui-ci n'est, néanmoins, pas suffisant pour obtenir de l'eau potable.

- *Citerne*

Vouloir réaliser une citerne de capacité maximale, capable de contenir toute l'eau de la toiture, présente comme inconvénient d'augmenter le temps de rétention de l'eau dans la citerne. Il convient de dimensionner la citerne sur une base de 1000 litres par 20 m² de toit (surface projetée au sol). Soit, pour une surface de 50 m², une citerne de 3000 litres suffit. A noter que l'orientation du toit par rapport aux pluies dominantes intervient également. Selon le code de bonne pratique pour citernes à eau de pluie qui s'applique en Flandre, les capacités minimales des citernes sont données au *tableau 2*.

Il est conseillé d'utiliser une citerne en béton, car ce dernier permet de neutraliser l'acidité naturelle de l'eau de pluie; de plus, contrairement à des citernes en matières synthétiques, des

micro-organismes se fixent aux parois en béton pour réduire les matières organiques et donc purifier l'eau. La citerne pourra être préfabriquée (voir plus loin l'encadré '*Cuves préfabriquées en béton*') ou coulée en place.

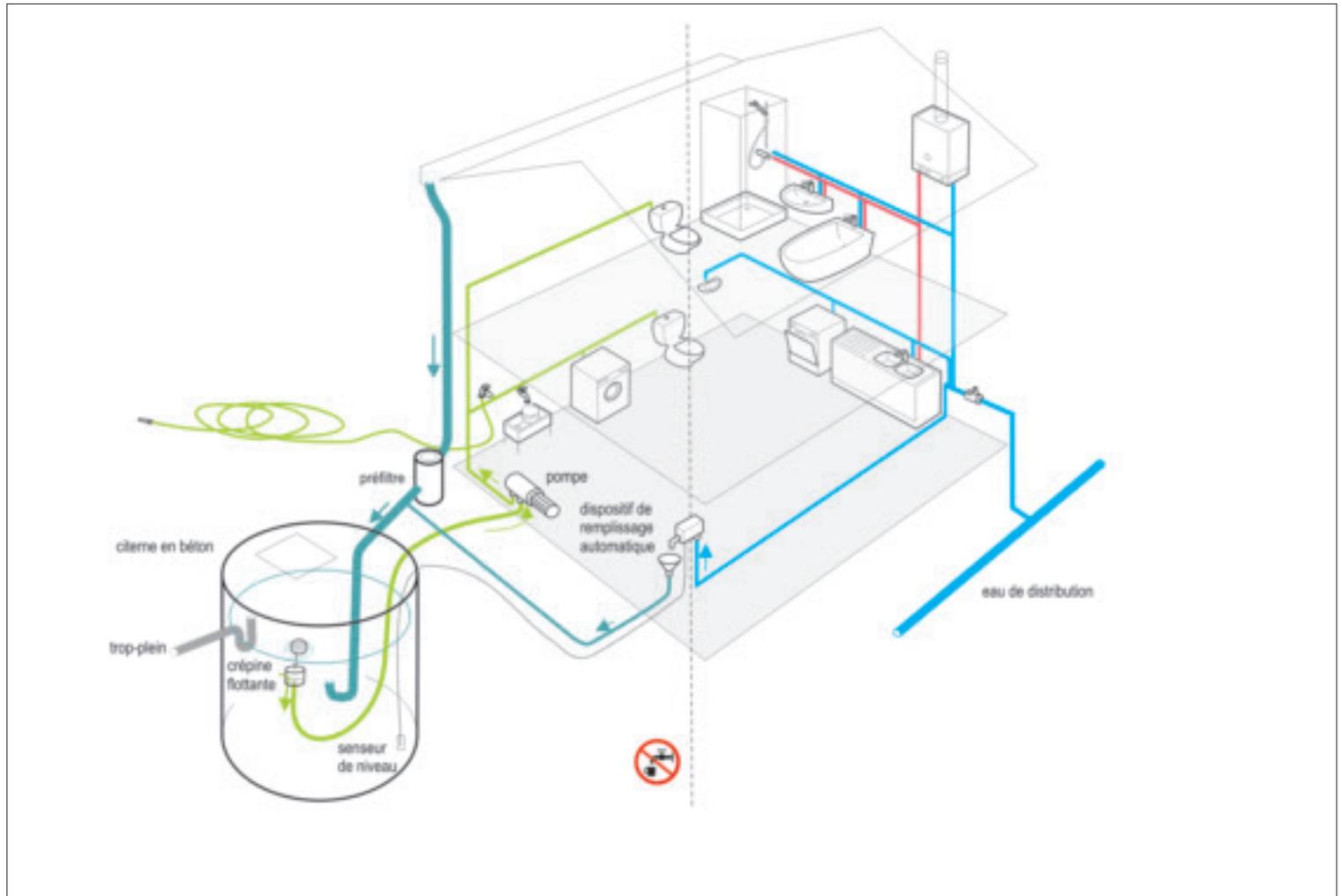
- *Trop plein*

Il sera connecté à un système d'épandage (infiltration dans le sol) ou à un ruisseau, mais surtout pas un égout relié à une station d'épuration, de façon à éviter la dilution préjudiciable au bon fonctionnement de la station.

A ne pas oublier lors du choix de l'installation d'une citerne à eau de pluie :

- Il est recommandé de raccorder les deux versants de la toiture d'une maison et en particulier d'éviter de raccorder uniquement le versant nord-est.
- Pour des maisons classiques, la surface de toiture est insuffisante pour couvrir la totalité des besoins en eau du ménage. Elle est cependant quasi toujours suffisante pour un usage limité aux machines à lessiver, au nettoyage et à l'arrosage des jardins.
- Dans le cas d'une nouvelle construction, une utilisation relativement importante de l'eau de pluie est à envisager vu son coût d'installation modeste.
- L'installation d'une citerne d'un volume utile d'un minimum de 5 m³ se justifie aisément dans nos régions.

Fig. 3 - Installation de valorisation de l'eau de pluie



CUVES PREFABRIQUÉES EN BÉTON POUR CITERNES D'EAUX DE PLUIE, FOSSES SEPTIQUES ET SYSTÈMES D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DOMESTIQUES

L'industrie du béton propose une large gamme de cuves préfabriquées en béton non armé ou armé ou encore renforcé de fibres d'acier.

Les cuves portant la marque BENOR sont conformes aux prescriptions techniques PTV 114. Ce document est complémentaire au PTV 100 général pour produits en béton préfabriqués pour travaux d'infrastructure. La licence BENOR est octroyée par PROBETON.

Ces PTV donnent les spécifications techniques relatives aux matériaux pour les cuves ainsi que les caractéristiques des cuves finies. Nous relèverons entre autres :

- La résistance à la compression du béton mesurée sur cubes de 150 mm de côté ne peut être inférieure à 45 N/mm².
- L'absorption d'eau par immersion du béton sur éprouvettes prélevées dans la cuve ne peut être supérieure à 6,5 %.
- Les dimensions de fabrication de la cuve doivent tenir compte des exigences suivantes :
 - l'épaisseur des parois des citernes armées n'est pas inférieure à 70 mm ;
 - l'ouverture minimale d'accès à une cuve accessible aux personnes n'est pas inférieure à 60 cm. Cette valeur est augmentée à 70 cm si le raccord entre le niveau du sol et le niveau supérieur de la cuve enterrée est plus grand que 1 m. Dans le cas de cuves inaccessibles aux personnes et de capacité inférieure à 6 m³, l'ouverture minimale est ramenée à 40 cm.
- Les ouvertures d'entrée et de sortie sont telles que le diamètre intérieur nominal (DN) des canalisations raccordées n'est pas inférieur à :
 - 100 mm pour toutes les citernes d'eaux de pluie, pour les fosses septiques ayant une capacité nominale jusqu'à 6 m³ et pour les systèmes d'épuration d'eau ayant un débit d'eau nominal jusqu'à 4 m³ par jour ;
 - 150 mm pour les fosses septiques ayant une capacité nominale supérieure à 6 m³ et pour les systèmes d'épuration d'eau ayant un débit d'eau nominal supérieur à 4 m³ par jour.

Concernant la résistance mécanique de la cuve, le producteur doit indiquer :

- la profondeur de pose maximale ;
- la hauteur maximale des eaux souterraines au-dessus de la profondeur de pose maximale de la cuve ;
- la classe de charge de trafic :
 - A15 si aucun véhicule ;
 - B125 si véhicules légers ;
 - C250 si trafic routier léger (e.a. parkings) ;
 - D400 si trafic routier ordinaire.

A noter également que le PTV 114 définit une exigence d'étanchéité à l'eau qui est d'application pour la cuve entière et le cas échéant pour le fût.

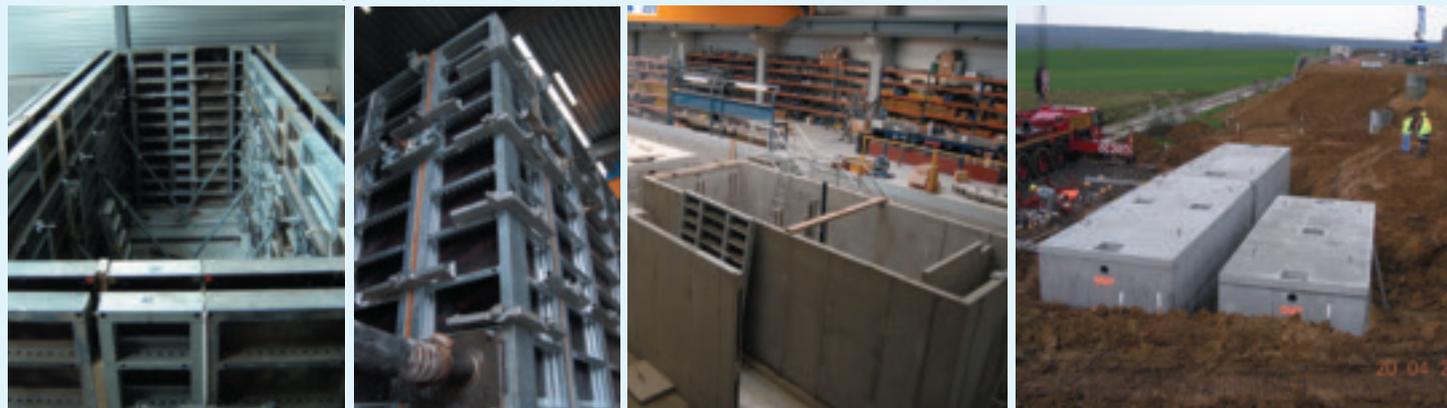
Les préfabricants proposent une large gamme de citernes pouvant contenir de 1500 à 20 000 litres. Il est également possible de relier plusieurs citernes entre elles afin d'augmenter les capacités. Dans ce cas, afin d'éviter des tassements différentiels, les citernes seront posées sur une dalle en béton armé de classe de résistance C20/25 et de 15 à 20 cm d'épaisseur. Leur poids varie usuellement de 1100 kg pour une citerne de 1500 litres à 6500 kg pour une citerne de 10 000 litres, voire 11 000 kg pour une capacité de 20 000 litres.

Afin d'obtenir une étanchéité parfaite au niveau des raccordements, les perforations dans les parois de la citerne ainsi que la pose des joints flexibles en matière synthétique sont réalisées, de préférence, en usine.

À côté de ces capacités 'classiques', certains préfabricants proposent des cuves monolithiques de capacités bien supérieures, jusqu'à 50 voire 60 m³. De plus, il reste toujours possible d'augmenter les volumes. Ces cuves sont, en effet, toujours modulables et des volumes de 200 à 300 m³ peuvent facilement être atteints. En ce qui concerne leur transport, celui-ci reste possible par gabarit routier normal.

Nous noterons également qu'en option, il est possible d'exiger pour la fabrication du béton, l'utilisation d'un ciment HSR LA en cas de contact avec des eaux usées contenant des sulfates ou toute autre matière agressive.

Grandes citernes en béton autocompactant [photos Eloy & fils].



POSE D'UNE CUVE EN BÉTON

(citerne à eau de pluie, dégraisseur, fosse septique, système d'épuration individuelle)

1. Le terrassement

La fouille de pose est creusée de manière parfaitement plane. Sa largeur est égale au diamètre extérieur de la cuve augmenté de deux fois 50 cm d'espace de travail tout autour. La profondeur est calculée sur base de la hauteur totale de la cuve, de l'épaisseur de sable stabilisé ou du radier en béton (15 à 20 cm d'épaisseur), du niveau d'arrivée des canalisations et du niveau de l'exutoire. Ainsi, la profondeur du fond de fouille respectera une pente de 2 à 4 % pour le raccordement des eaux usées et de 0,5 à 1 % pour le raccordement d'eau claire ou de pluie. En ce qui concerne le recouvrement par des terres, les cuves sont pourvues d'une dalle supérieure qui offre une résistance à une pression correspondant à plus ou moins 80 cm de terre. En cas de remblai supérieur à 80 cm, il y a lieu de prévoir une dalle supérieure de répartition en béton armé. Il en est de même dans le cas d'un trafic routier au-dessus de la cuve.

2. La fondation

En vue de limiter les tensions dans le béton du fond de la cuve, il faut réaliser sous cette dernière une assise stable, portante et parfaitement horizontale. Une assise correcte présente une épaisseur de 15 à 20 cm et se termine en cas de radier durci par une couche de sable égalisatrice. La surface du sable, plane et horizontale, est dressée et compactée pour que la cuve ne repose sur aucun point dur ou faible.

En fonction de la classe de charge de trafic, l'assise sera en sable, en sable stabilisé ou en béton de classe de résistance C20/25 et débordera sur toute la circonférence de la cuve.

3. Le transport et le déchargement

Une cuve en béton étant relativement lourde, le transport se fait par camion-grue. Il y a lieu de s'assurer que celui-ci puisse atteindre la fouille.

4. Le remblaiement et le raccordement

Immédiatement après la pose, l'excavation est remblayée tout autour de la cuve et jusqu'à la hauteur désirée avec de la terre exempte de roche ou du sable stabilisé. Le compactage se fait par couches de maximum 50 cm.

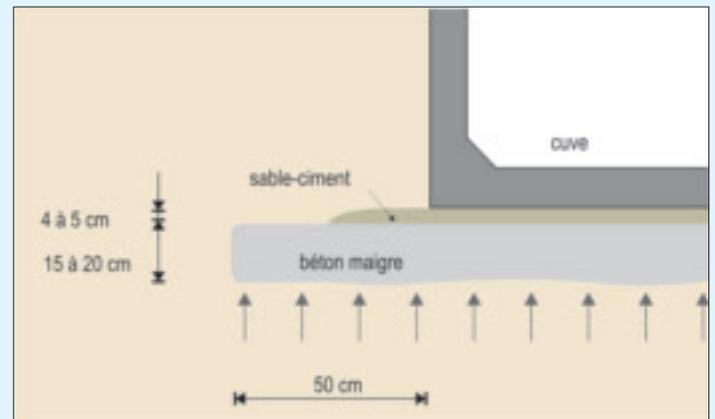
En cas de niveau élevé des eaux souterraines, le remplissage partiel de la citerne est nécessaire après remblaiement pour éviter la remontée de celle-ci.

Les raccordements sont ensuite réalisés en utilisant les ouvertures (ou pré-perçements) prévues à cet effet. Les canalisations sont raccordées avec des raccords souples, type joint élastomère ou caoutchouc, pour tenir compte du tassement naturel du sol après le remblayage définitif.

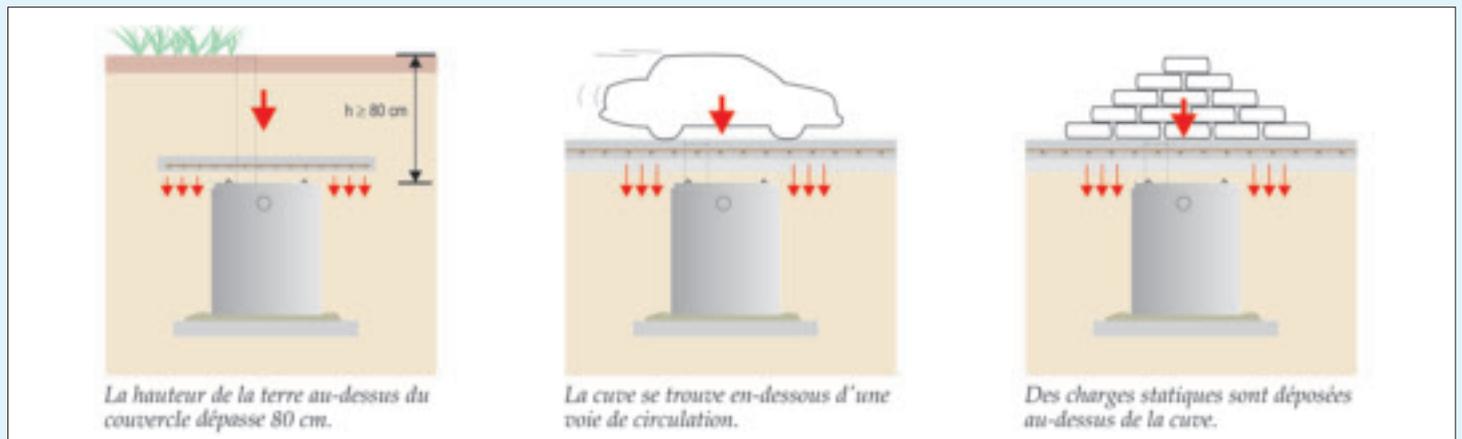
Nature de l'assise en fonction du trafic

Classe de charge de trafic	Assise
A15 (aucun véhicule)	sable
B125 (véhicules légers)	- sable si sol ferme (roche, gravier...) - sable stabilisé si sol meuble (argile...)
C250 (trafic routier léger)	- sable stabilisé si sol ferme - béton maigre C 20/25 si sol meuble
D400 (trafic routier ordinaire)	béton maigre C 20/25

Fondation d'une cuve



Dalle de répartition en béton armé



2. L'infiltration directe

L'infiltration des eaux est recommandée autant que possible sur place. Des surfaces naturelles non revêtues (pelouses, prairies, etc.) ou des terrasses, parkings, ... spécialement aménagés avec des revêtements perméables (pavés, dalles alvéolées encore appelées dalles gazon) permettent cette infiltration directe.

Les possibilités d'infiltration directe dépendent de la perméabilité du sol et de la hauteur d'eau des nappes phréatiques. La perméabilité d'un sol peut être estimée sur base de la nature du sol. Le *tableau 3* caractérise différents types de sol en fonction de leur coefficient de perméabilité k (exprimé en $m^3/s/m^2$) qui correspond au volume d'eau qui passe sur une surface déterminée par unité de temps.

En ce qui concerne la profondeur de la nappe phréatique, celle-ci doit se trouver au moins à 0,7 m. Dans le cas contraire, l'infiltration se fera plus lentement et le revêtement drainant aura plutôt un rôle de stockage temporaire de l'eau. Si celui-ci n'était pas suffisant, des inondations pourraient se manifester, à moins qu'un système d'évacuation des eaux en surface par caniveau ne soit prévu.

Dans le cas de zone d'infiltration directe contiguë à un bâtiment, il y a lieu de placer une membrane d'étanchéité le long des murs et principalement le long des murs de caves. Il est, de plus, toujours prudent d'insérer un drain au point bas et d'assurer une pente pour l'écoulement des eaux vers l'extérieur de minimum 1 %.

Les pavés en béton pour revêtements de sol perméables à l'eau

Il existe 3 types de produits de pavage drainant en béton :

- les produits de pavage munis d'ouverture de drainage : ce sont des produits de pavage en béton à structure fermée ayant une forme telle que le revêtement de sol qu'ils servent à réaliser présente des ouvertures ;
- les produits de pavage à joints élargis : ce sont des produits de pavage en béton à structure fermée munis d'écarteurs et/ou d'encoches (*voir photo*);
- les produits de pavage poreux : ce sont des produits de pavage en béton à structure ouverte.

Les produits portant la marque BENOR sont conformes aux prescriptions techniques PTV 122 de PROBETON. Outre les caractéristiques dimensionnelles et de forme, ce document spécifie les caractéristiques physiques et mécaniques minimales de ces produits. Nous retiendrons entre autres que le coefficient de perméabilité ne peut être inférieur à $5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s en moyenne ($5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s individuel).

Le choix du type de pavage en béton dépend principalement du lieu d'application. Les pavages en béton à joints élargis ou à ouvertures drainantes sont particulièrement adaptés aux terrains industriels, aux quartiers résidentiels à circulation légère, aux parkings et aux places.

De par la largeur de leurs joints, les pavés à joints larges sont moins confortables pour les piétons que ceux à ouvertures drainantes. De plus, la largeur des joints rend ces pavés inutilisables pour les pistes cyclables.

Les pavés en béton poreux sont, avec leurs joints étroits et leur faible biseautage, plus confortables pour les piétons et les cyclistes. Par contre, leur résistance mécanique plus faible rend leur usage dans les parkings, les quartiers résidentiels et les terrains industriels moins approprié.

Les dalles gazon

Les dalles gazon sont des dalles pourvues d'ouvertures à travers lesquelles la végétation peut pousser. Elles conviennent particulièrement bien pour les entrées de garages et les places de parking.

Les préfabricants proposent différents types de dalles-gazon. Les plus courantes sont de forme prismatique (600 mm x 400 mm) et ont une épaisseur totale variant de 80 à 150 mm. Un m^2 de sol à couvrir nécessite donc un peu plus de 4 dalles-gazon.

Afin d'obtenir un bon engazonnement, il est recommandé d'exiger des dalles-gazon ayant une surface totale de trous (c'est-à-dire des ouvertures de part en part de la dalle) d'au moins 30 % et une surface totale d'ensemencement (c'est-à-dire la surface disponible pour la végétation au niveau de la face supérieure en béton) d'au moins 65 %.

Les dalles-gazon de marque BENOR sont conformes aux prescriptions techniques PTV 121 (+ addendum) de PROBETON. Ces prescriptions comportent, en complément du PTV 100 pour les produits en béton préfabriqués pour travaux d'infrastructure, des spécifications techniques particulières aux dalles-gazon en béton.

Le PTV 121 définit entre autres 3 classes de résistance sur base d'un essai de flexion conventionnel ainsi qu'une description du type de trafic auquel les dalles appartenant à ces classes sont destinées. Le document décrit également les méthodes d'essai appropriées.

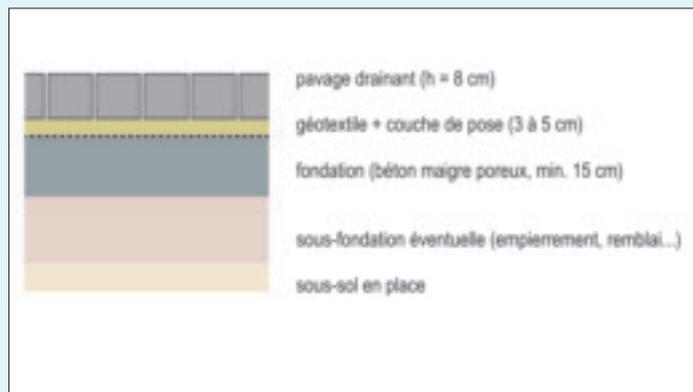
Tableau 3 - Perméabilité de différents types de sol

Nature du sol	Coefficient de perméabilité k [$m^3/s/m^2$] ou [m/s]	Classification
sable / gravier	$10^{-3} - 10^{-5}$	très perméable
sable limoneux	$10^{-4} - 10^{-7}$	bonne perméabilité
limon sablonneux	$10^{-5} - 10^{-8}$	perméabilité moyenne
limon	$10^{-6} - 10^{-9}$	mauvaise perméabilité
argile	$10^{-9} - 10^{-11}$	non perméable

Pavés munis d'écarteurs [photo A. Nullens]



EXEMPLES DE STRUCTURES TYPE



Terrasses, entrées de garage...

Sous-fondation (éventuellement) :

Celle-ci sera constituée d'un empierrement ou d'un remblai non lié au ciment et dont la teneur en fines ($\leq 0,063$ mm) sera limitée au maximum.

Fondation

Une fondation en béton maigre poreux constitue une excellente solution; celle-ci offre, en effet, une bonne capacité portante et une perméabilité élevée. La perméabilité de ce type de matériau est de minimum 4.10^{-4} m/s. Plus d'informations sur les fondations en béton maigre poreux peuvent être obtenues dans le bulletin n° 33 de notre Dossier Ciment.

L'épaisseur de la sous-fondation et de la fondation dépend de la perméabilité du sol en place. Dans le cas de sol à bonne perméabilité, une épaisseur de 15 cm suffit amplement. Dans le cas contraire, il convient d'augmenter l'épaisseur par une couche de sous-fondation. La sous-fondation et la fondation jouent alors un rôle de stockage temporaire, l'infiltration se fait de façon ralentie. Une sur-épaisseur se justifie également lorsque le sous-sol en place est de nature gélive.

A noter qu'il est recommandé de compacter une (sous-) fondation par couche de maximum 20 cm d'épaisseur.

Couche de pose

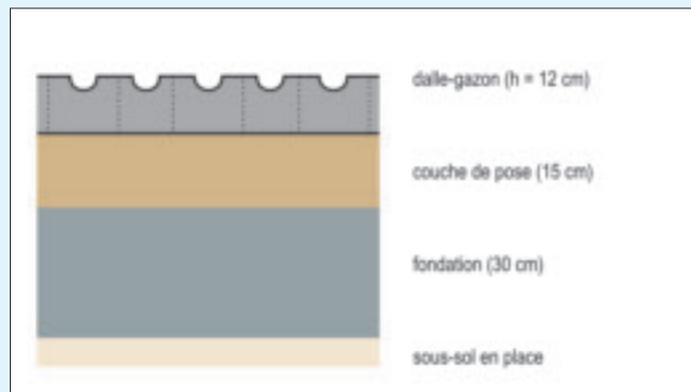
Comme pour une construction classique, l'épaisseur de la couche de pose s'élève à minimum 3 cm et ne peut être supérieure, après compactage, à 5 cm. Elle est composée de pierres compactées 2/4 de manière à permettre une perméabilité optimale.

Afin que la couche de pose ne soit entraînée dans les vides de la fondation en béton maigre poreux, une membrane tissée est placée entre ces deux couches.

Pavage drainant

La pose d'un tel pavage n'est pas différente de celle des revêtements classiques. Comme matériau pour les joints, il est d'ordinaire fait usage du même concassé que pour la couche de pose, à savoir du 2/4.

Le remplissage des pavages en béton poreux demande, quant à lui, une approche spécifique. Les joints créés dans ce type de pavages drainants ne sont pas plus larges que pour les pavages classiques, d'ordinaire de 1 à 2 mm. Ils doivent être remplis avec du matériau de jointoiement de 0,5/1 ou 0,5/2. L'absence de la fraction 0/0,5 évite que la surface des pavages en béton se bouche pendant le broissage du matériau pour les joints, ce qui ne manquerait pas de se produire en cas d'utilisation d'un jointoiement classique de 0/2 mm.



Entrées de garage, parking...

Fondation

Celle-ci sera constituée d'un empierrement ou d'un remblai 0/32 non lié au ciment.

Couche de pose

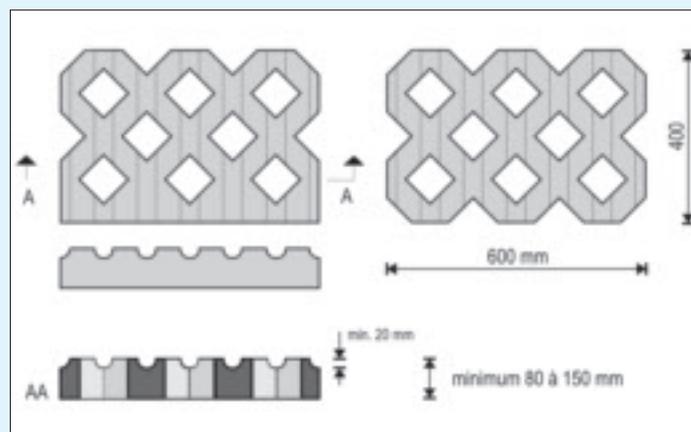
Celle-ci est constituée d'un mélange homogène de 2/3 de gravier et 1/3 d'argile.

Dalles-gazon

Les dalles-gazon seront de classe de résistance 10 conformément au PTV 121 et de minimum 12 cm d'épaisseur. Les dalles sont placées bord à bord et stabilisées par compactage à l'aide d'une plaque vibrante.

Les trous sont remplis de terre humifère. Celle-ci est épanchée par brassage à raison d'au moins 50 litres/m². Le remplissage des creux est réalisé de manière à ce que l'humus reste uniformément de 1,5 à 2 cm en dessous des saillies en béton. Ensuite, les dalles sont ensemencées à l'aide d'un mélange de graminées pour pelouse. A noter qu'il est également possible de réaliser un remplissage des creux par un gravier coloré au lieu d'engazonner la dalle.

Dalles-gazon



3. La rétention d'eau

Lorsque l'infiltration directe n'est pas possible, la rétention d'eau, c'est-à-dire l'amortissement de l'écoulement, peut éventuellement être envisagée afin de permettre une infiltration différée de l'eau. A cet effet, des puits perdus (fig. 4) ou des tuyaux de drainage en béton peuvent être utilisés. Via le fond ou les faces poreuses du tuyau, l'eau peut s'infiltrer dans le sous-sol.

Pour une infiltration adéquate par puits perdu, la nappe phréatique doit se trouver minimum à 1 m en dessous du fond du puits perdu. Sa profondeur est donc fonction du niveau de la nappe phréatique. La partie inférieure du puits est munie de lumières (anneaux perforés) assurant la communication avec le terrain. La profondeur des zones étanches et perméables sera déterminée in situ en fonction de la nature géologique des terrains. A noter que l'installation d'un puits perdu est généralement subordonnée à une autorisation préalable relevant de la compétence des autorités communales. Lorsque la nappe phréatique n'est pas suffisamment basse ou qu'une infiltration adéquate par puits perdu n'est pas possible, des tuyaux de drainage en béton poreux peuvent être utilisés. Ceux-ci sont donc placés horizontalement et offrent de grandes capacités de rétention d'eau. Ces tuyaux sont enrobés d'un géotextile et d'un matériau pierreux relativement gros afin d'assurer et de maintenir une bonne perméabilité autour de ces éléments.

Les tuyaux en béton poreux portant la marque BENOR sont conformes aux prescriptions techniques PTV 104 (+ addendum) de PROBETON. Celles-ci précisent les caractéristiques auxquelles doivent satisfaire ces tuyaux (entre autres la résistance à la rupture et l'infiltration d'eau).

Les tuyaux en béton poreux sont disponibles avec des diamètres intérieurs variant de 200 à 500 mm et avec des longueurs utiles de 1 m.

La capacité d'infiltration d'eau d'un béton poreux est très importante. Il ne faut pas perdre de vue que celle-ci doit être suffisante mais également pas trop importante. En effet, en cas d'infiltration trop rapide, le sol en place serait vite saturé et une inondation ne serait alors pas à exclure.

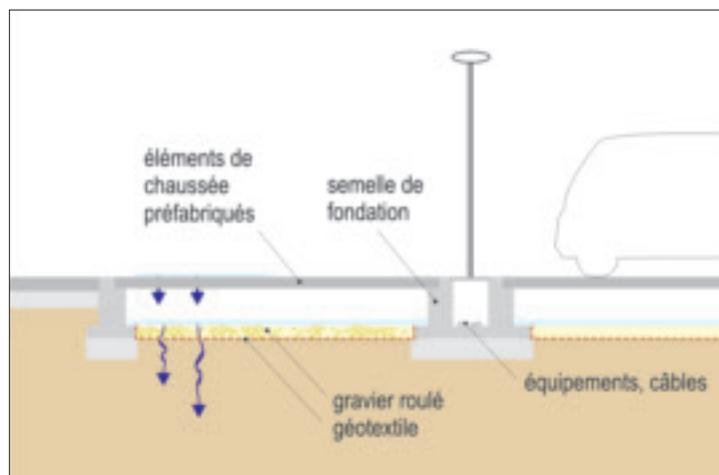
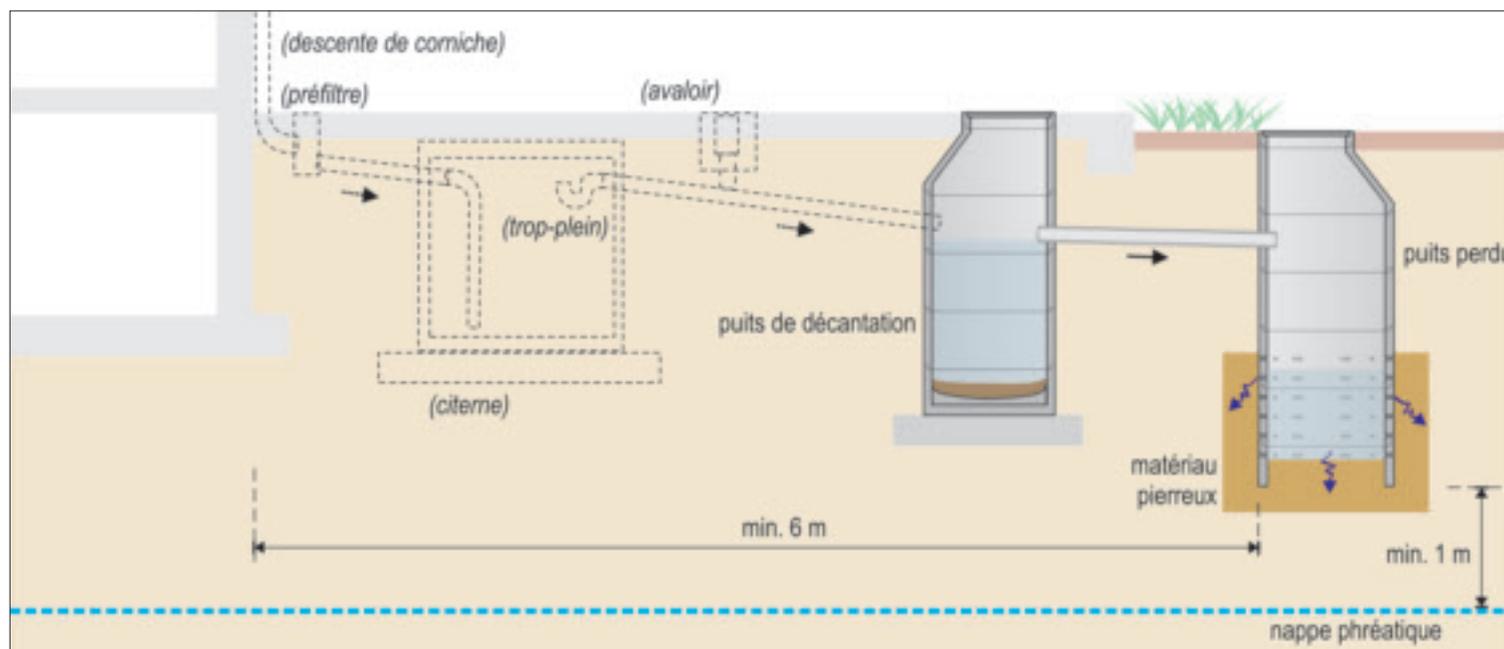


Fig. 5 - Tamponnement et infiltration sous des parking

Récemment sont apparus sur le marché des éléments de revêtement de chaussées ou de parkings préfabriqués en béton pouvant aussi contribuer à l'infiltration différée de l'eau (fig. 5). Ces éléments sont posés sur des semelles de fondation et forment ainsi un revêtement perméable. En effet, sous les éléments existe un vide qui peut être utilisé comme zone-tampon pour les eaux pluviales qui y coulent par les joints entre les éléments. Ensuite, l'eau s'infiltré lentement dans le sol. En surface, les éléments sont généralement en béton lavé offrant ainsi un bon aspect esthétique.

Fig. 4 - Puits perdu placé après un premier puits servant de fosse de décantation



L'ASSAINISSEMENT AUTONOME

Par assainissement autonome (dit non collectif ou individuel), il est désigné toute installation d'assainissement effectuant la collecte, le prétraitement, l'épuration, l'infiltration ou le rejet des eaux usées domestiques des bâtiments non raccordés au réseau public d'assainissement. Ce mode d'assainissement concerne en effet les zones d'habitats dispersés pour lesquelles la construction d'un réseau collectif serait trop coûteuse.

Trois grandes familles d'équipements font partie de l'assainissement autonome : les dégraisseurs (1), les fosses septiques (2) et les systèmes d'épuration individuelle (3).

1. Les dégraisseurs

Le dégraisseur est une cuve munie d'un système de parois permettant de retenir les graisses et les huiles en surface. Après leur passage dans le dégraisseur, les eaux de cuisine, de bain et de buanderie sont acheminées vers la fosse septique.

Le fonctionnement du séparateur à graisses est basé sur le principe de séparation des liquides par différence de densités (fig. 6). Les eaux chargées de graisses pénètrent dans l'appareil où une cloison (P1) les ralentit et les oblige à descendre ; elles rencontrent une chicane (P2) qui leur donne un mouvement ascendant. Les graisses, plus légères que l'eau, remontent à la surface et sont retenues entre les cloisons (P1) et (P3). Le flux, libéré de ces graisses, passe sous la paroi (P3) et est évacué par la sortie.

Le dégraisseur doit être dimensionné sur base du débit de pointe qui peut y être admis. En effet, l'accumulation des graisses en surface nécessite un temps de séjour minimal dans le dégraisseur. Pour les habitations unifamiliales (≤ 20 Equivalent-Habitant – voir l'encadré ci-dessous), le dégraisseur doit avoir une capacité minimale de 500 litres. Pour d'autres cas (restaurants, salles de sport...) il y a lieu de bien définir le nombre et la nature des appareils ménagers installés.

Les fabricants possèdent des abaques permettant un dimensionnement correct.

Si le dégraisseur est installé en complément d'une fosse septique 'eaux sanitaires', les eaux à la sortie du dégraisseur sont acheminées vers un élément d'épuration. Par contre, lorsque le dégraisseur est installé en complément d'une fosse septique 'toutes eaux', les eaux à la sortie du dégraisseur sont acheminées vers la fosse septique avant de transiter au travers de l'élément d'épuration.

Le dégraisseur est obligatoire si la fosse septique est de type 'eaux sanitaires' et que l'unité d'épuration individuelle n'inclut pas de dégraisseur.

Le dégraisseur peut être installé à l'intérieur de l'immeuble et dans tous les cas, à moins de 2 m de l'habitation. Lorsque les eaux usées sont boueuses ou chargées de déchets lourds, il est nécessaire d'installer en amont du dégraisseur, un déboureur équipé d'un panier amovible qui va permettre de récupérer ces particules. Avec un minimum de 200 litres, le volume utile du déboureur est de 200 litres par litre par seconde de débit de pointe du flux d'eaux usées entrant.

Il est recommandé d'écumer les graisses flottantes lorsque leur épaisseur atteint 15 cm.

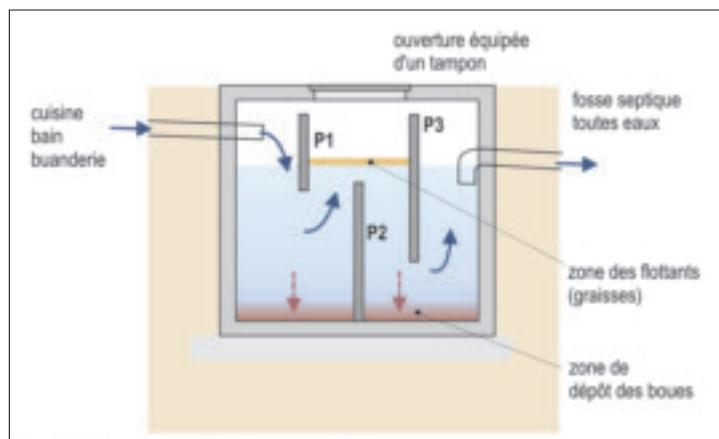


Fig. 6 - Exemple de dégraisseur en béton

2. Les fosses septiques

La fosse septique est un organe ayant pour but le traitement partiel des eaux usées par décantation des matières sédimentables contenues dans ces dernières. Dans tous les cas, la fosse septique ne permet d'atteindre qu'un rendement limité d'élimination de la matière organique et ne peut donc être considérée comme un système d'épuration individuelle.

Les matières lourdes se déposent au fond de la fosse où elles s'accumulent et forment les gadoues qui peuvent ensuite être lentement digérées par des micro-organismes anaérobies (en l'absence d'oxygène). Ces mécanismes entraînent la production de différents gaz, pour la plupart nauséabonds. On comprend aisément que les remous, engendrés par des arrivées massives d'eau et/ou une mauvaise conception de l'installation, peuvent perturber la décantation ou remettre les gadoues en suspension.

La fosse septique peut également intégrer la fonction de dégraisseur pour peu qu'elle soit conçue de manière à retenir les graisses et matières flottantes formant le chapeau. Dans ce cas, l'organe de sortie sera doté d'un coude plongeant ou sera protégé par un déflecteur d'au moins 30 cm sous la surface.

La fosse septique doit avoir la plus grande surface possible avec une hauteur minimale de 1 m sous le plan d'eau. Une ventilation naturelle de la fosse doit être prévue afin d'évacuer les gaz résultant de la digestion anaérobie des boues primaires (voir l'encadré à la page suivante). En aucun cas, il ne faut raccorder la fosse sur le réseau, même partiel, d'évacuation des eaux de pluie.

L'accessibilité à la fosse septique est un point à surveiller attentivement. En effet, lorsque la hauteur des gadoues atteint environ 2/3 de la hauteur d'eau, il est nécessaire de faire appel à un vidangeur agréé. A noter qu'une faible partie des gadoues peut être conservée pour un reensemencement rapide des bactéries.

ÉQUIVALENT-HABITANT

Un Equivalent-Habitant (EH) est l'unité correspondant à la charge polluante moyenne contenue dans les rejets journaliers d'un habitant. Pour les maisons unifamiliales, le nombre d'EH est égal au nombre d'occupants de l'habitation.

TYPES DE FOSSES SEPTIQUES

La fosse septique 'eaux sanitaires' ne reçoit que les eaux de toilettes. La capacité totale utile minimale sous le plan d'eau de cette fosse doit être de :

- 300 l/EH pour un nombre d'EH compris entre 1 et 10 avec un minimum de 1500 l ;
- 225 l/EH à partir du 11^{ème} EH avec un minimum de 3000 l.

La fosse septique 'eaux sanitaires' n'est tolérée que si elle est déjà en place. Les nouvelles fosses à installer doivent être des fosses septiques 'toutes eaux'.

La fosse septique 'toutes eaux' reçoit l'ensemble des eaux usées domestiques (toilettes, bain, buanderie, cuisine).

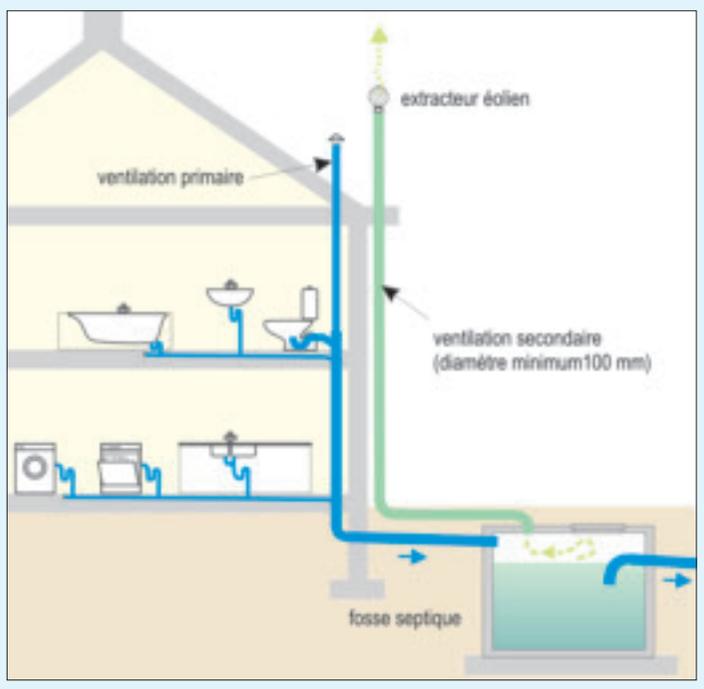
La capacité utile minimale sous le plan d'eau de cette fosse doit être de :

- 600 l/EH pour un nombre d'EH compris entre 1 et 10 avec un minimum de 3000 l ;
- 450 l/EH à partir du 11^{ème} EH avec un minimum de 6000 l.

CONCEPTION DE LA VENTILATION DES FOSSES SEPTIQUES

La mise en place d'un système de ventilation de la fosse septique est indispensable. La digestion anaérobie des boues génère, en effet, des gaz malodorants et dangereux à forte concentration (H_2S), qui doivent être évacués par une ventilation efficace.

L'entrée de l'air s'effectue le plus souvent par la colonne de descente des eaux usées. L'évacuation des gaz de fermentation plus lourds que l'air se fait au-dessus du toit par un système de ventilation muni d'un extracteur statique ou éolien, en évitant la proximité de fenêtres. Les canalisations de l'entrée de l'évacuation des gaz ont un diamètre identique à celui des canalisations de branchement (minimum 100 mm).



3. Les systèmes d'épuration individuelle

Un système d'épuration individuelle permet de traiter les eaux usées domestiques rejetées par une habitation ou un groupe d'habitations. En fonction de leur taille, exprimée en terme d'Equivalent-Habitant (EH), différents types de systèmes d'épuration individuelle peuvent être distingués.

En Wallonie, le particulier qui équipe son habitation d'un système d'épuration individuelle de minimum 5 EH pourra éventuellement bénéficier d'une prime (voir Arrêté du Gouvernement wallon du 9 oct. 2003 – M.B. du 04 nov. 2003). Le montant de la prime varie en fonction du type de système placé. Il faut en effet savoir qu'en Région wallonne, il existe des systèmes agréés et d'autres qui ne le sont pas.

La liste des systèmes d'épuration individuelle agréés est disponible sur le site <http://mrw.wallonie.be/dgrne> sous la rubrique 'eau'.

Les systèmes agréés offrent les avantages suivants :

- performance garantie ;
- économie en frais de fonctionnement (vidanges plus espacées) ;
- mise à disposition d'un guide d'exploitation pour assurer les meilleures conditions de fonctionnement ;
- et uniquement pour un placement en Région wallonne, une prime plus importante que pour les systèmes non agréés.

En Flandre, certaines administrations communales offrent un subside lors du placement d'un système d'épuration individuelle. Et dans le cas où cette administration communale a conclu une convention avec la Région flamande, cette dernière offre un subside complémentaire égal à celui de la commune avec un maximum de 1000 €.

Dans tous les cas, il est utile de se renseigner préalablement auprès de son administration communale pour obtenir la procédure à suivre pour installer un système d'épuration individuelle et obtenir les primes correspondantes.

Système

Trois grandes étapes constituent l'épuration des eaux : le prétraitement, l'épuration aérobie proprement dite et la post-décantation. Eventuellement un post-traitement peut être demandé en cas d'exigence sur l'azote et le phosphore.

Le prétraitement permet, grâce à des procédés physiques et biologiques, d'éliminer les matières solides en suspension que contiennent les eaux usées et de protéger ainsi le reste de la filière de traitement. Il existe deux grands principes de prétraitement : le dégraissage et la décantation. Ces deux principes ont été décrits ci-avant.

Pour les unités d'épuration individuelle (≤ 20 EH), la capacité totale utile minimale sous le plan d'eau de l'étage de prétraitement doit être d'au moins 600 litres par EH avec un minimum de 3000 litres. De plus, ce volume doit avoir la plus grande surface possible. Une ventilation naturelle de la fosse doit être prévue afin d'évacuer les gaz résultant de la digestion anaérobie des boues primaires.

L'épuration proprement dite repose généralement sur un procédé biologique aérobie calqué sur le phénomène naturel d'auto-épuration des rivières. Les matières bio-dégradables (organiques) contenues dans les eaux usées sont digérées par des micro-organismes consommateurs d'oxygène (aérobies) naturellement présents dans les eaux. Certains fournisseurs proposent d'ajouter des bactéries dans le système alors que la plupart du temps ce n'est pas nécessaire. Ces bactéries sont à réserver pour les immeubles à occupation occasionnelle (secondes résidences, ...).

En consommant la pollution en présence d'oxygène, les micro-organismes se développent et se multiplient. Une étape de décantation secondaire est donc nécessaire pour piéger par sédimentation les agglomérats de micro-organismes, qui forment les boues secondaires. La décantation secondaire dans un compartiment séparé est indispensable. Les boues sont ensuite recirculées vers le prétraitement.

Une vidange régulière des systèmes d'épuration individuelle permet d'évacuer les boues primaires (prétraitement) et secondaires (traitement) qui se sont accumulées.

Il existe essentiellement deux types de procédés d'épuration :

- les procédés à biomasse en suspension dans lesquels les micro-organismes se trouvent en suspension dans les eaux à traiter ;
- les procédés à biomasse fixée dans lesquels les micro-organismes se fixent sur un support inerte partiellement ou totalement immergé dans les eaux à traiter.

Il faut également distinguer deux types d'épuration :

- l'épuration intensive qui permet de forcer la dégradation de la matière organique par des micro-organismes dans un faible volume et en un temps réduit.
- l'épuration extensive, plus proche des procédés naturels, nécessite de plus grands volumes et des temps de séjour de l'eau à épurer plus longs (lagunage).

Recommandations générales

- Il existe des cuves en béton et en matériaux synthétiques. Le béton est plus résistant. Les cuves en matériaux synthétiques sont plus légères, et donc plus faciles à manipuler, mais nécessitent un bon ancrage et sont sensibles à la pression des terres et de la nappe phréatique.
- Il existe des systèmes d'épuration individuelle 'monocuve', compartimentés, de manière à séparer le prétraitement et le traitement (voir l'encadré ci-contre). Les avantages principaux du système monocuve sont :
 - une solution compacte : une cuve monolithique en béton pourvue d'un couvercle ;
 - une pose aisée : la cuve en béton est livrée directement de l'usine au chantier et posée à son emplacement définitif, ce qui implique un gain de temps très appréciable lors de sa mise en place ; les terrassements nécessaires sont, de plus, réduits au minimum ;
 - une mise en œuvre facile en évitant les erreurs de branchement entre cuves.
- Le décanteur secondaire doit avoir la plus grande surface possible pour permettre une bonne décantation et doit être largement dimensionné pour éviter le relargage des boues en débit de pointe (vidange de baignoire, ...).
- Les éléments électromécaniques doivent être de bonne qualité, ils ne doivent pas consommer trop d'énergie et doivent être peu bruyants.
- Les conduites de distribution d'air et de circulation des boues doivent être de préférence en matière non oxydable (inox ou matière synthétique).
- L'endroit où sera installé le système d'épuration individuelle doit être suffisamment grand et offrir toutes les garanties pour une évacuation aisée des eaux.
- Les eaux de pluie doivent être séparées des eaux usées qui sont interdites dans le système d'épuration individuelle car elles nuiraient à son bon fonctionnement.
- Un regard de visite doit être installé entre le dernier élément du système d'épuration individuelle et le dispositif d'évacuation des eaux épurées afin de permettre le contrôle de ces dernières.
- La vidange régulière (minimum tous les 2 ans pour des unités d'épuration individuelle) du compartiment de prétraitement est indispensable pour garantir la qualité de l'épuration. Il est également recommandé de bien entretenir en bon père de famille le système.

Les dispositifs d'évacuation

Les eaux épurées doivent être évacuées prioritairement par une voie artificielle d'écoulement (aqueduc) ou par rejet en eau de surface ou dans une voie naturelle d'écoulement (fossé). Lorsque aucune de ces solutions n'est possible, l'évacuation des eaux doit se faire par le sol,

EXEMPLE D'UNITÉ D'ÉPURATION INDIVIDUELLE

Les eaux ménagères et fécales (à l'exclusion des eaux de pluie) sont acheminées dans l'unité d'épuration sans prétraitement préalable. La station comprend en effet un décanteur primaire remplissant également la fonction de dégraisseur. Ce décanteur assurera la décantation des matières lourdes et leur liquéfaction.

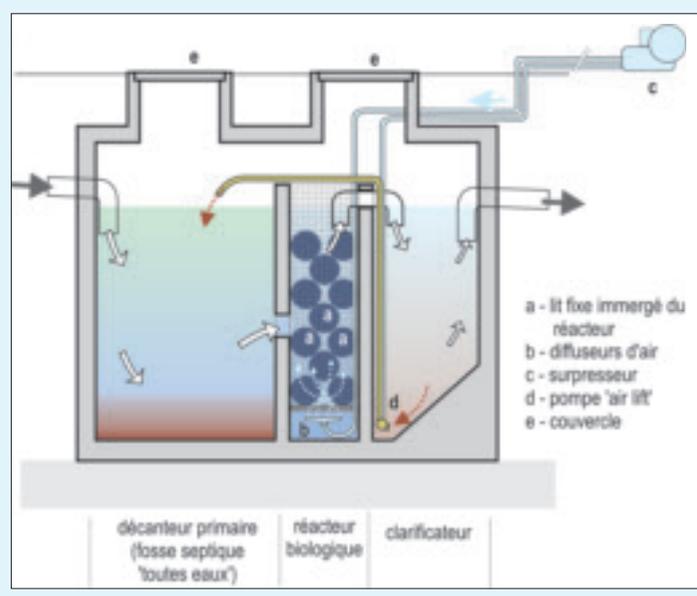
L'effluent une fois décanté s'écoule par gravité au travers de la chambre du réacteur à lit fixe. La charge polluante organique y est minéralisée en présence d'oxygène par un écosystème aérobie. L'oxygène nécessaire pour le traitement microbiologique est fourni par le surpresseur et diffusé dans la chambre par un aérateur. Une oxygénation permanente est indispensable aux bonnes performances du système.

Après le traitement par aération, les eaux pénètrent dans le compartiment de décantation secondaire (encore appelé clarificateur). Dans ce troisième compartiment, les boues excédentaires résiduelles vont flocculer, se séparer de l'eau épurée et se concentrer en partie inférieure du décanteur secondaire. L'eau ainsi épurée est reprise et évacuée en partie supérieure via un coude qui empêche l'évacuation d'éventuels corps flottants. L'extraction des boues secondaires du clarificateur vers le décanteur primaire se fait par airlift.

A noter que des trous d'homme (couvercle) judicieusement placés permettent une vidange aisée du décanteur primaire et/ou une intervention en cas d'éventuelle panne.

Avec ce type d'unité d'épuration individuelle, le placement d'un dégraisseur et d'une fosse septique n'est pas nécessaire puisque le décanteur primaire remplit les fonctions de ces deux organes. Dans le cas de fosse septique existante, les fabricants proposent des systèmes ne comprenant que deux compartiments : le réacteur biologique et le clarificateur. Il y a néanmoins lieu de s'assurer que la fosse septique en place offre un volume utile suffisant et qu'elle est en bon état de fonctionnement.

Monocuve en béton



au moyen de tranchées filtrantes, d'un filtre à sable ou d'un tertre filtrant. Il peut être intéressant de consulter, à ce sujet, le rapport technique CEN/TR 12566-2 : 2005 (*Petites installations de traitement des eaux usées jusqu'à 50 PTE – Partie 2 : Systèmes d'infiltration dans le sol*).

Le choix du dispositif à utiliser ainsi que la surface d'épandage à mettre en œuvre sont conditionnés par la nature (perméabilité) du sol, le niveau de la nappe phréatique, la topographie du terrain et la proximité éventuelle d'une prise d'eau potable.

Dans le cas où ces dispositifs ne peuvent être mis en œuvre (sol imperméable en surface ou surface disponible restreinte), et dans ce cas uniquement, le puits perdu est toléré, moyennant accord de l'administration communale sur avis conforme de la Région. Il est toutefois interdit en zone de prévention rapprochée et éloignée des captages.



Pose de quatre cuves en série :
 - dégraisseur
 - fosse septique
 - bioréacteur (voir détail)
 - clarificateur
 [photos A. Nullens]

NORMES D'ÉMISSION DES SYSTÈMES D'ÉPURATION INDIVIDUELLE – LÉGISLATION

Pour ce qui concerne la législation flamande en matière d'environnement, il convient de renvoyer au Vlare II (art. 4.2.7.1.1.) : '*Lozing van huishoudelijk afvalwater in de gewone oppervlaktewateren of in kunstmatige afvoervegen voor hemelwater*'.

En Région wallonne, les unités et installations d'épuration individuelle doivent être conformes aux normes de rejet de l'Arrêté du Gouvernement wallon (Annexe II) du 7 novembre 2002 fixant les conditions intégrales d'exploitation (M.B. du 15.11.2002).

Pour ce qui concerne la Région de Bruxelles-Capitale, il convient de renvoyer à l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 8 octobre 1998 relatif au traitement des eaux urbaines résiduaires (M.B. du 27.10.1998).

MARQUAGE CE ET MARQUE BENOR POUR LES SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT

Les cuves préfabriquées en béton non armé, armé et renforcé de fibres d'acier pour fosses septiques et systèmes d'épuration d'eau jusqu'à 50 EH portant la marque BENOR sont conformes au PTV 114. Celle-ci, combinée au PTV 100, donne les spécifications techniques relatives aux matériaux. La licence BENOR pour les cuves en béton est octroyée en même temps qu'une licence BENOR pour les installations (fosses septiques ou systèmes d'épuration) auxquelles ces cuves appartiennent.

La licence BENOR est délivrée par CERTIPRO® (service de certification et de contrôle créé par le VITO) et PROBETON après constatation, entre autres à l'aide d'essais-types, de la conformité de la capacité d'épuration aux réglementations régionales en matière d'environnement et preuve de l'intégrité constructive et de l'étanchéité à l'eau.

Cette dernière est vérifiée sur la cuve entièrement remplie d'eau après fermeture étanche des dispositifs de raccordement. Après 1 heure, il ne peut être constaté, visuellement, aucune tache humide sur la paroi extérieure de la cuve ainsi qu'aucune fuite au droit des liaisons.

Les essais-types sont réalisés

selon la norme NBN EN 12566-1 : 2000 et son amendement NBN EN 12566-1/A1 : 2004 (Petites installations de traitement des eaux usées jusqu'à 50 PTE – Partie 1 : Fosses septiques préfabriquées) ou selon la norme NBN EN 12566-3 : 2005 (Petites installations de traitement des eaux usées jusqu'à 50 PTE – Partie 3 : Stations d'épuration des eaux domestiques prêtes à l'emploi et/ou assemblées sur site).

La marque BENOR permet aux fosses septiques et aux systèmes d'épuration d'eau d'être en ordre avec la réglementation européenne. Ces produits relèvent, en effet, de la Directive européenne sur les produits de construction et doivent ou devront dans l'avenir être conformes à la partie harmonisée des normes européennes citées ci-avant, c'est-à-dire porter le marquage CE (voir le tableau ci-après pour quelques autres produits).

La marque BENOR offre, toutefois, une garantie complémentaire de qualité. Contrairement à la marque CE, la vérification de la concordance des résultats des essais-types initiaux aux règlements environnementaux régionaux, dans le cadre de la marque BENOR, n'est pas effectuée par le fabricant lui-même, mais bien par l'organisme indépendant de certification CERTIPRO® ou PROBETON. L'implémentation et l'efficacité du système de contrôle de la production sont également évaluées par l'organisme de certification.

Marquage CE de quelques produits préfabriqués dans le domaine de l'eau

Produit	Norme	En vigueur comme norme harmonisée depuis le	Marquage CE obligatoire à partir du
Séparateur d'hydrocarbures	NBN EN 858-1 et NBN EN 858-1 /A1	01.09.2005	01.09.2006
Dégraisseur	NBN EN 1825-1	01.09.2005	01.09.2006
Fosse septique	NBN EN 12566-1 et NBN EN 12566-1 /A1	01.12.2004	01.12.2005
Système d'épuration des eaux domestiques jusque 50 EH	NBN EN 12566-3	01.05.2006	01.07.2008

SYSTÈMES D'ÉPURATION – DÉFINITIONS

En Région wallonne, on distingue :

- l'unité d'épuration individuelle pour traiter une charge polluante inférieure ou égale à 20 EH ;
- l'installation d'épuration individuelle pour traiter une charge polluante comprise entre 20 et 100 EH ;
- la station d'épuration individuelle pour traiter une charge polluante supérieure ou égale à 100 EH.

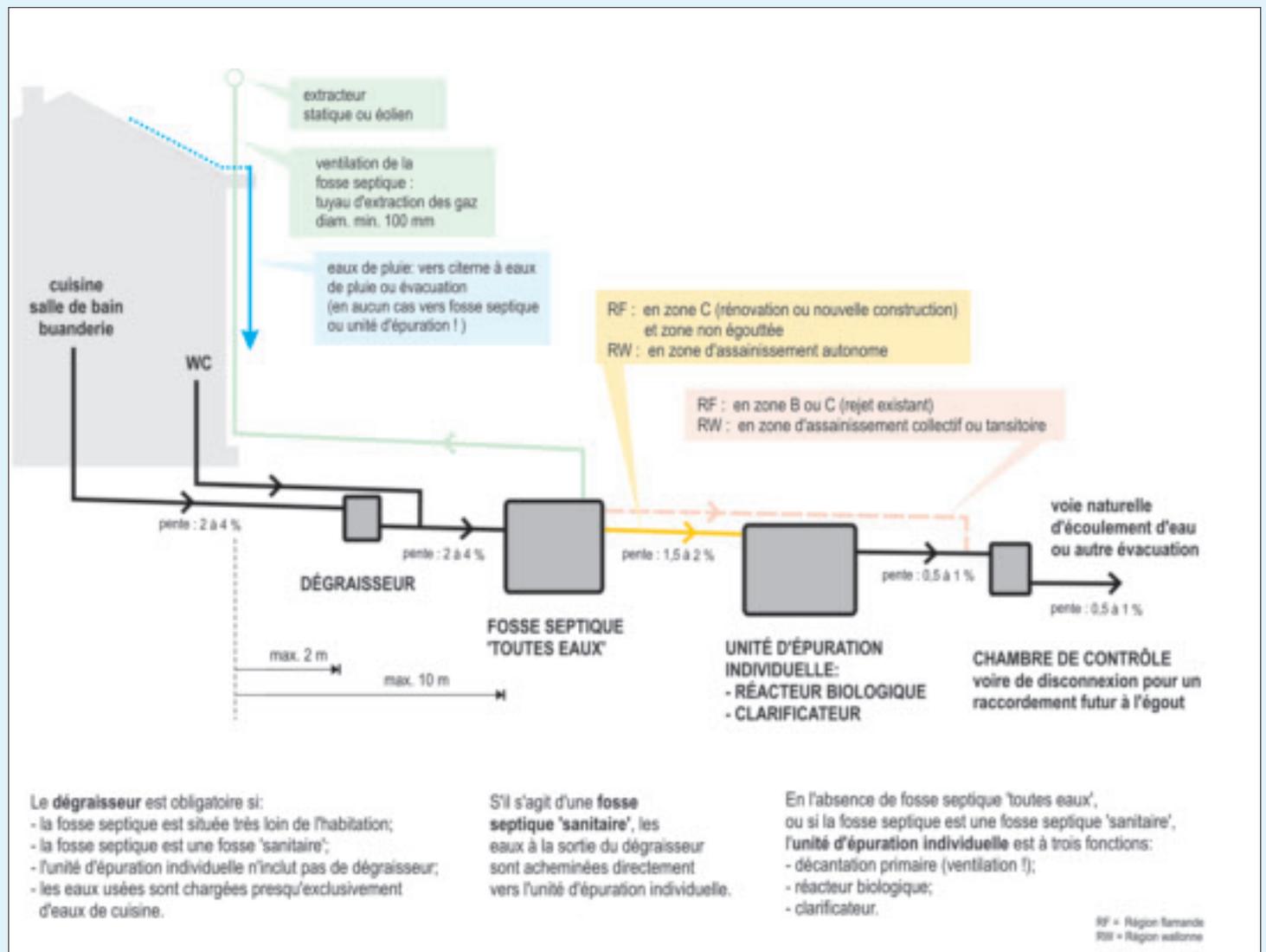
En Région flamande, on distingue :

- l'unité d'épuration individuelle de 1 à 20 EH ('*individuele behandeling van afvalwater*' – IBA) ;
- la petite installation d'épuration de 20 à 500 EH ('*kleinschalige waterzuiveringsinstallatie*' – KWZI).

IMPLANTATION DES

SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT AUTONOMES

- Placement des cuves de niveau sur sable stabilisé ou radier en béton de 15 à 20 cm d'épaisseur.
- Couvertres sur les taques de visite et chambre de contrôle doivent être renforcés si passage de véhicule.
- Veiller à l'accessibilité des éléments pour en effectuer une vidange par camion-vidangeur.
- Diamètre des conduites d'eau : 100 mm minimum jusqu'à 6 m³ de capacité des cuves, puis 150 mm.
- Si l'évacuation des eaux traitées se fait par un système d'infiltration dans le sol, celui-ci doit être placé à :
 - min. 5 m de l'habitation ;
 - min. 35 m d'un puits ou tout captage d'eau potable ;
 - min. 3 m d'une propriété voisine ;
 - min. 2 m d'un arbre.



(suite de la page 3)

Les conclusions essentielles des travaux réalisés au CRIC peuvent être synthétisées comme suit :

- Les bétons fabriqués à base de différents ciments issus de la production belge courante peuvent être considérés comme tout à fait inoffensifs vis-à-vis de l'environnement, en termes de relargage de métaux lourds. En effet, les teneurs en métaux lourds relarguées par 24 heures par un béton en contact avec l'eau sont très faibles comme l'atteste le *tableau II* à titre d'exemple pour les bétons à base de 400 kg de ciment. Elles sont, par ailleurs, largement inférieures pour la plupart, aux concentrations en métaux lourds dans des eaux de consommation courante telles des eaux issues du réseau de distribution et des eaux minérales commerciales.
- La qualité de l'eau est un paramètre déterminant en matière de lixiviation des matériaux à base de ciment : l'eau apparaît d'autant moins agressive, en termes d'activation de la lixiviation, qu'elle est plus minéralisée. Or, les conditions de terrain sont généralement celles d'un béton face à des eaux minéralisées : les données acquises suggèrent que dans ces conditions, le relargage des métaux lourds par le béton est insignifiant, voire inexistant.
- Tous types de ciments confondus, les teneurs relarguées sont du même ordre de grandeur, qu'il s'agisse de bétons riches en ciment (400 kg/m³) ou de bétons maigres (105 kg de ciment par m³). En terme de compatibilité environnementale, cette observation importante assoit le caractère non contaminant du béton de terrain, dans un sens assez large : les quantités lixiviées sont semblables dans le cas de bétons caverneux et dans le cas des bétons denses.
- Tous types de ciments confondus, les teneurs totales en métaux lourds des bétons riches ou pauvres en ciment sont du même ordre de grandeur, voire inférieur, aux teneurs totales dans des sols belges non pollués : eu égard à la faible fraction relargable de cette teneur totale, le risque de contamination par le béton en exposition sur site apparaît inexistant, ayant pour corollaire la probabilité également inexistante de pollution de la nappe aquifère par les eaux susceptibles d'entrer en contact avec le béton.
- La substitution partielle du clinker par des ajouts minéraux du type laitier de haut-fourneau et cendres volantes de centrales thermiques, dans les limites définies par la norme NBN EN 197-1, ne modifie pas le comportement à la lixiviation du béton. En effet, une teneur plus élevée en laitier ou en cendres volantes dans le ciment n'a pas d'impact significatif sur le taux de relargage. De plus, l'utilisation partielle et contrôlée, en cimenterie, de matériaux alternatifs aux combustibles fossiles et aux matières premières d'origine naturelle n'est pas susceptible de compromettre la compatibilité environnementale du béton.

Tableau II - Taux de relargage par le béton et valeurs paramétriques de la Directive européenne

« Tank test » - Eau déminéralisée - Bétons de porphyre, CEM I et CEM III/A 42,5 - Valeurs exprimées en ppb (µg/l) (*)(**)					
Élément	Taux moyens rapportés à 24 heures de contact				Valeurs paramétriques CE 98/83/CE (***)
	CEM I		CEM III/A		
	minimum	maximum	minimum	maximum	
Ba	6,4	22	8,0	8,8	sans
Ni	0,19	0,45	0,096	0,28	20
Cr	0,31	0,71	0,13	0,29	50
Sb	0,011	0,028	0,010	0,068	5
Se	< 0,060 (*)	< 0,060	< 0,060	< 0,060	10
Mn	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,008	50
Hg	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	1
As	< 0,002	0,006	< 0,002	0,007	10
Ag	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	sans
Zn	0,014	0,020	0,005	0,022	sans
Pb	< 0,001	0,027	< 0,001	< 0,001	10
Cd	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	5
Cu	< 0,004	0,015	< 0,004	< 0,004	2000

(*) ppb = (en anglais) 'parts per billion' = parts par milliard, par ex. microgrammes par kg ou litre d'eau
(**) Les valeurs référencées '<' concernent des teneurs quantifiées inférieures à la limite de détection.
(***) Les valeurs paramétriques CE sont fixées sur base de la quantité maximale qui peut être ingérée en 24 heures par un être humain sans qu'il faille craindre des effets secondaires sur la santé.

4. Béton en contact avec l'eau potable

Belgaqua, la Fédération Belge du secteur de l'eau, délivre des certificats d'agrément pour les matériaux entrant en contact avec l'eau potable, dont les matériaux à base de ciment. Afin de se voir octroyer un tel certificat, les matériaux dont question doivent être soumis à un test de lixiviation selon la méthode d'essai décrite dans le document 'Agrément des matériaux en contact avec l'eau potable' et satisfaire à des critères d'acceptabilité, à savoir des teneurs maximales relarguées pour des éléments jugés indésirables, tels que l'aluminium et les métaux lourds.

Brièvement retracé, le principe de l'essai de lixiviation est le suivant : l'échantillon est immergé dans une eau artificiellement minéralisée, ou 'liquide simulateur' (ajout d'une quantité définie de NaHCO_3 et CaCl_2 à une eau déminéralisée) pendant trois semaines, dans l'obscurité ; le liquide simulateur est renouvelé tous les jours ouvrables et la détermination des quantités relarguées qui est prise en compte est celle correspondant aux dernières 24 h, c'est-à-dire au terme des 21 jours d'immersion. Préalablement à l'immersion proprement dite, les échantillons sont conditionnés par rinçage sous eau courante pendant une semaine.

En termes d'exigences, les concentrations relarguées au cours des 24 dernières heures au terme de 21 jours d'immersion ne peuvent excéder les valeurs reprises ci-dessous (les valeurs de la Directive sont soit des concentrations maximales admissibles, soit des niveaux guides ou encore des valeurs paramétriques ou indicatives) :

- Sulfate (SO_4^{2-}) : 250 mg/l
- Calcium (Ca) : 270 mg/l
- Magnésium (Mg) : 50 mg/l
- Aluminium (Al) : 100 $\mu\text{g/l}$
- Plomb (Pb) : 50 $\mu\text{g/l}$
- Cadmium (Cd) : 5 $\mu\text{g/l}$
- Cuivre (Cu) : 1000 $\mu\text{g/l}$
- Nickel (Ni) : 50 $\mu\text{g/l}$
- Zinc (Zn) : 200 $\mu\text{g/l}$
- Arsenic (As) : 10 $\mu\text{g/l}$
- Mercure (Hg) : 1 $\mu\text{g/l}$
- Chrome (Cr) : 50 $\mu\text{g/l}$

Le CRIC a appliqué ladite méthode de lixiviation sur des bétons dont la teneur en ciment est de l'ordre de 350 kg/m^3 et dont le rapport E/C varie de 0,51 à 0,57. Le squelette granulaire comporte une proportion d'environ 60 % de concassés calcaire 2/20 et 40 % de sable de rivière 0/4. Les ciments utilisés sont les suivants :

- CEM I 42,5 N ou R, éventuellement LA ou HSR LA ;
- CEM III/A ou III/B 42,5 N LA ;
- CEM V/A (S-V) 32,5 N LA.

Les résultats peuvent être résumés comme suit :

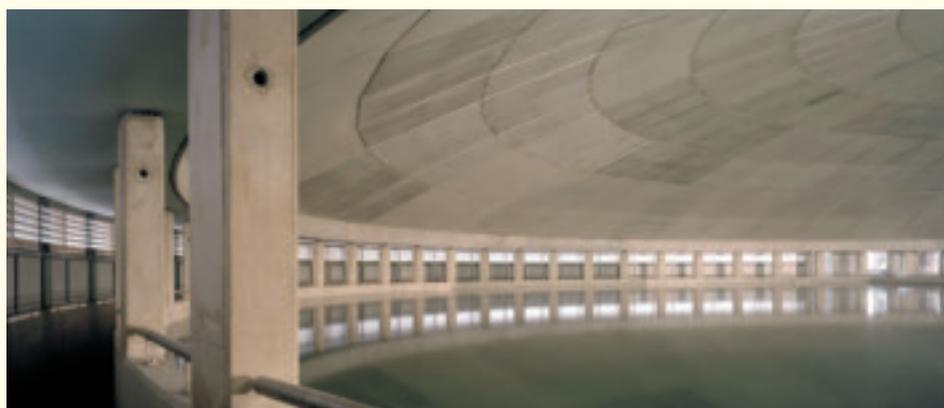
- Lixiviation de l'aluminium : les concentrations relarguées au cours des 24 dernières heures au terme de 21 jours d'immersion varient de 1 à 29 $\mu\text{g/l}$. Elles sont donc très largement inférieures au seuil permis (100 $\mu\text{g/l}$).
- Lixiviation du magnésium et des métaux lourds : tous types de bétons confondus, les résultats (voir tableau III) permettent de constater que le comportement des métaux lourds ne pose absolument aucun problème, les teneurs lixiviées se situant largement en dessous des seuils d'acceptabilité (max. Belgaqua).

Tableau III - Taux de relargage par le béton du magnésium et des métaux lourds

Élément	Max. Belgaqua ($\mu\text{g/l}$)	Teneurs lixiviées ($\mu\text{g/l}$)	
		minimum	maximum
Mg	50000	8,0	26,7
Pb	50	< 0,011 (*)	< 0,011
Cd	5	< 0,011	0,02
Cu	1000	0,30	0,35
Ni	50	1,61	1,76
Zn	200	0,4	7,4
As	10	0,37	0,42
Hg	1	< 0,020	0,181
Cr	50	0,66	1,93

(*) Les valeurs référencées '<' concernent des teneurs quantifiées inférieures à la limite de détection.

VMW - arch. O. Deroo [photos A. Nullens]



BIBLIOGRAPHIE

MARION A.-M. ; DE LANEVE M. ; DE GRAUW A.
Béton en contact avec l'eau potable : lixiviation de l'aluminium selon la méthode Belgaqua
Bruxelles : CRIC, avril 2002

MARION A.-M. ; DE LANEVE M. ; DE GRAUW A.
Etude du comportement à la lixiviation des bétons de route : quantification des teneurs en métaux lourds relargués au cours du « Tank Test »
Rapport CRIC 1999-2000, p. 5-24

MARION A.-M. ; DE LANEVE M. ; DE GRAUW A.
Etude du comportement à la lixiviation des bétons maigres de fondation de chaussée : quantification des teneurs en métaux lourds relargués au cours du « Tank Test »
Rapport CRIC 2001-2002, p. 3-21

Libre Bleu - Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées
BELGAQUA

Agrégation de matériaux en contact avec l'eau potable
BELGAQUA, 16 mai 2006

Installation d'assainissement autonome pour maison individuelle
Guide Pratique en application du DTU 64.1 (norme XP P16-603)
Paris : CSTB, mai 2002

Ouvrages d'assainissement en béton, conception et réalisation
Collection technique Cimbéton T 94
CIMBETON, FIB, CERIB, juillet 2001

Directive européenne 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la « Qualité des eaux destinées à la consommation humaine »
Journal Officiel des Communautés européennes 2330/32

Citernes à eau de pluie
Revue Béton n° 129
Bruxelles : FEBE, février 1995

Les revêtements drainants
Bruxelles : FEBESTRAL

PIRARD F.
Les différents systèmes d'épuration individuelle
Épuration individuelle des eaux usées domestiques
Journée organisée par la DGRNE et le Centre culturel du Brabant wallon, 7 mai 2002

Tout savoir sur l'épuration des eaux en Région wallonne
Namur : Région wallonne, 2004

L'infiltration des eaux usées, guide pratique
Système d'Assistance et d'Information wallon pour l'Épuration autonome (SAIWE)
Convention d'étude de méthodes et d'outils d'aide à la décision pour la planification et la mise en œuvre de systèmes d'épuration individuelle ou groupée – février 2004

Recherche expérimentale du coefficient de rugosité de Manning-Strickler de conduits semi-circulaires de 3 matériaux différents
Dossier 382/1 – 2001 (non publié)
Louvain-la-Neuve : UCL, décembre 2001

Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning
Erembodegem : VMM, 2002

Prescriptions techniques PROBETON

NB : Les PTV sont disponibles gratuitement sur le site « Qualité et Construction » <http://qc.met.wallonie.be> sous la rubrique « Spécifications techniques » (ou <http://qc.aoso.vlaanderen.be> - « Technische Voorschriften »).

PTV 100
Produits préfabriqués en béton non armé, en béton armé et en béton renforcé de fibres d'acier pour travaux d'infrastructure
Edition 1 – 2002

PTV 100/A1
Produits préfabriqués en béton non armé, en béton armé et en béton renforcé de fibres d'acier pour travaux d'infrastructure. Addendum 1 au PTV 100 (2002)
Edition 1 – 2006

PTV 104
Tuyaux circulaires perforés et poreux en béton non armé pour canalisation de drainage et d'infiltration
Edition 2 – 2004

PTV 114
Cuves préfabriquées en béton pour fosses septiques, installations d'épuration des eaux usées domestiques et citernes d'eau de pluie
Edition 1 – 2005

PTV 121
Dalles-gazon en béton
Edition 1 – 2004

PTV 121/A1
Dalles-gazon en béton. Addendum 1
Edition 1 - 2005

PTV 122
Produits de pavage en béton pour revêtements de sol perméables à l'eau.
Edition 2 – 2005

Autres sites web utiles

www.waterloketvlaanderen.be
www.ciger.be/inasep
environnement.wallonie.be
www.aive.be
mrw.wallonie.be
www.certipro.be
www.eautarcie.com
www.vmm.be
www.ibgebim.be
www.cric.be
www.probeton.be

« Il va falloir choisir dans un avenir plus ou moins proche, entre le suicide collectif ou l'utilisation intelligente des conquêtes scientifiques »
(Albert Camus, 1945)



ce bulletin est publié par :
FEBELCEM - Fédération de
l'Industrie Cimentière Belge
rue Volta, 8
1050 Bruxelles
tél. 02 645 52 11
fax 02 640 06 70
<http://www.febelcem.be>
e-mail : info@felbelcem.be

auteur :
Ir C. Ployaert

éditeur responsable :
J. P. Jacobs
dépôt légal :
D/2006/0280/09