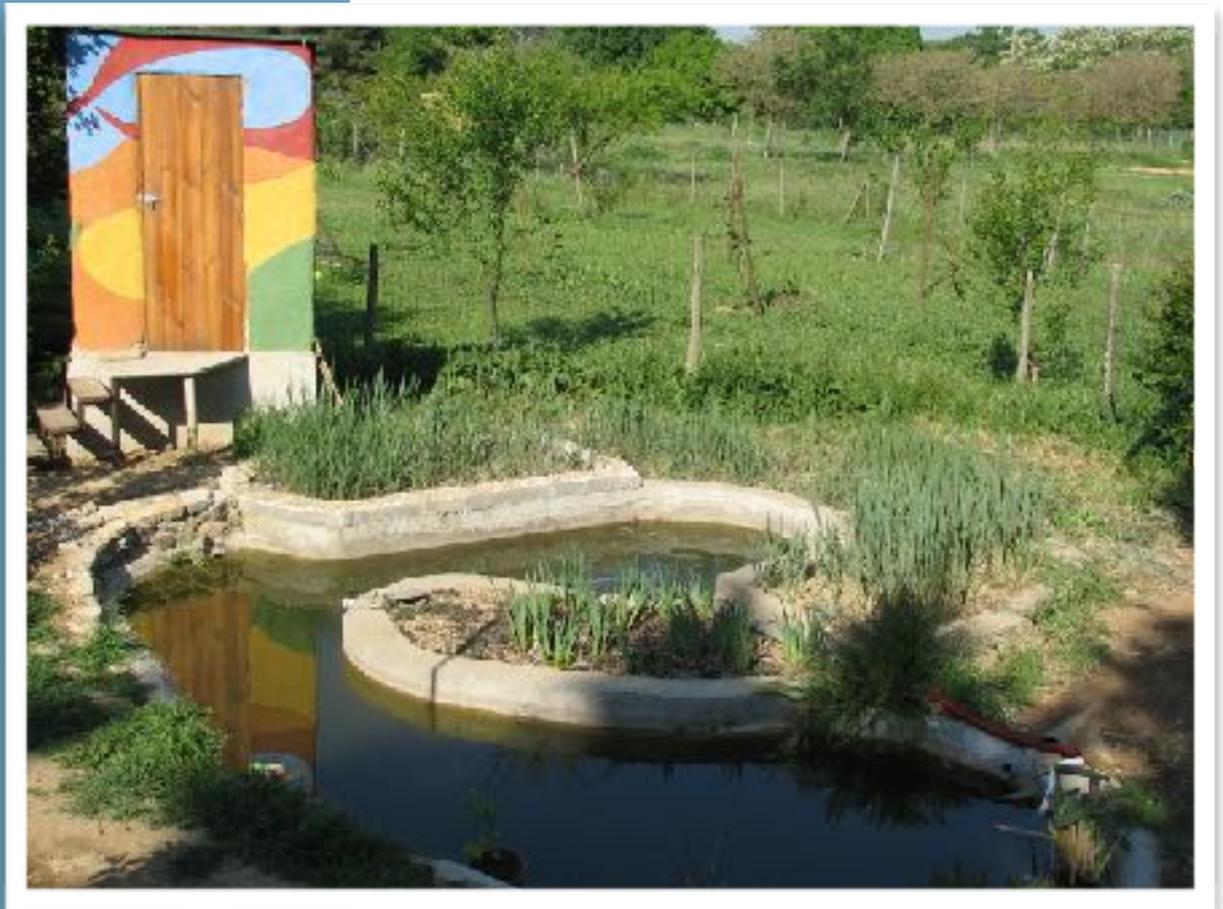


LE FERRO-CIMENT

FAIRE DES BASSINS,
→ CITERNES ET
PHYTO-ÉPURATIONS



MANUEL 
DE CONSTRUCTION



Cette œuvre est mise à disposition sous licence CreativeCommons BY-NC-SA 4.0 International. Toute reproduction ou partage, complet ou partiel de cette oeuvre peut se faire uniquement aux conditions suivantes :

- Attribution : l'auteur de l'oeuvre doit être cité
- Pas d'utilisation commerciale : cette oeuvre ne peut être vendue que par son auteur. Les éventuels partages doivent se faire à titre gracieux.
- Partage dans les mêmes conditions : tout partage de cette oeuvre doit se faire sous sa forme actuelle (pas de modification, ajout, suppression).

Merci de respecter ces conditions. Dans le cas contraire, des poursuites pourront être engagées.

Pour voir la copie complète de cette licence, écrivez à CreativeCommons : PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA ; ou rendez-vous sur le site Internet : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

SOMMAIRE

Présentation d'AlterÉco30	1
Introduction : le ferro-ciment	2
Coûts de fabrication	2
Faire une phyto-épuration	3
Présentation	3
Les principales plantes phyto-épuratrices	3
Outils	3
Matériaux	3
Préparation du chantier	4
1°/ Main d'oeuvre	4
2°/ Organisation spatiale du chantier	4
3° / Le dimensionnement de l'ouvrage	4
4°/ Calcul de la quantité de mortier nécessaire	4
5° / Détermination des quantités de sable et ciment	5
6°/ Récapitulatif	5
7° / La prise de niveau	5
Marche à suivre	6
1°/ L'enduit de corps	6
2°/ L'enduit d'étanchéité	6
Faire une citerne de stockage	7
Présentation	7
1°/ La forme	7
2°/ Détermination de la structure en acier	7
Matériaux	8-9
Faire un bac de dégraissage	10
Présentation	10
Marche à suivre	10
<hr/>	
Annexe 1	12
La phyto-épuration	
Annexe 2	13-14
Calculs du ferrailage pour les citernes hydrauliques	
Annexe 3	15
Le bac de dégraissage	
Photos "pas-à-pas" des réalisations	16-20



ALTER'ÉCO 30

Créée en 2008, l'association Alter'Éco30 a pour but la conception, l'expérimentation et la diffusion d'outils techniques au service d'une autonomie locale, dans les grands domaines de la vie.

Nous abordons quatre thématiques liées à l'environnement (les énergies, l'éco-construction, l'eau, l'agro-écologie), et quatre autres plus directement liées à l'humain (les relations, l'éducation, la santé, l'alimentation).

Nous partageons et diffusons le fruit de notre expérience grâce aux documents en libre téléchargement sur notre site Internet : www.altereco30.com, et assurons une mission d'accompagnement et de formation.

NOS STAGES

**Apprendre à
Fabriquer des
Outils**

Pour chaque manuel que nous éditons, nous pouvons aussi faire un accompagnement à distance



pour son
Autonomie
énergétique

Plus d'infos ?

<https://www.altereco30.com/stages>

NOUS CONTACTER



vivre-autrement



04.66.88.79.60



1617 chemin des canaux
30600 Vauvert



www.altereco30.com

PRÉSENTATION :

LE FERRO-CIMENT

La technique du ferro-ciment que nous proposons ici était utilisée notamment durant la période allant de 1945 à 1970 pour réaliser des bateaux très solides et à un coût réduit. Le ferro-ciment consiste à réaliser une structure grillagée de la forme de l'ouvrage à réaliser, puis de l'enduire de part et d'autre d'un mélange de sable fin et ciment (le mortier) en une seule fois : la réalisation des bateaux nécessitait l'intervention d'équipes en 3/8 de façon à ce qu'il n'y ait pas d'arrêt dans l'enduit de la structure en acier !

Cette technique permet de réaliser tous types d'ouvrages étanches : citernes de récupération d'eau de pluie, bassins de phyto-épuration, canaux, bassins et ... bateaux .

Le ferro-ciment permet une totale adaptabilité aux conditions locales et aux besoins : tous types de formes peuvent être réalisés en situation enterrée, semi-enterrée ou hors sol. Néanmoins, les citernes de plus de 700mm de haut devront avoir une forme cylindrique afin d'assurer leur résistance à la pression produite par l'eau.

Le ferro-ciment peut également être une technique de construction d'habitat, locaux techniques ou agricoles, mais également pour de petits ouvrages étanches comme les canaux d'irrigation, les bacs de dégraissages, les fosses septiques, les ingesteurs à bio-gaz, etc.

La technique du ferro-ciment offre une résistance mécanique très importante, et de part son étanchéité, les ouvrages réalisés peuvent être recouverts de terre pour réaliser un habitat ou une zone de stockage végétalisée. La liberté du choix des formes ouvre également un champs de créativité pour une architecture organique.

Le ferro-ciment est adapté à l'auto-construction bien qu'il demande une certaine technicité. Nous vous invitons à vous entraîner sur de petits ouvrages avant de vous lancer sur un projet plus important : amusez-vous par exemple à faire un petit bac à fleurs ! En plus d'être une technique adaptative, étanche, mécaniquement résistante, le ferro-ciment est très durable : la durée de vie d'une réalisation dépasse le siècle !

Seul point faible : le ciment et l'acier utilisés sont des matériaux énergivores, dont les processus de fabrication émettent une charge importante de CO₂. Alors, avec l'eau que vous allez traiter, stocker et acheminer... plantez des arbres !



COÛTS DE
FABRICATION

(Estimations)

25-30 EUROS/M² DE PAROI

(Selon options choisies)

30-100 EUROS/M³ DE STOCKAGE

(Selon dimensions de la réserve)

FAIRE UNE PHYTO-ÉPURATION

PRÉSENTATION

La réalisation d'épurations par filtres plantés est soumise à réglementation : le dimensionnement, l'emplacement et l'ensemble des caractéristiques techniques doivent être étudiés par un organisme agréé, et faire l'objet d'un rapport d'étude. Ces préconisations sont ensuite mises en œuvre par une entreprise spécialisée. Cependant, avec l'accord de l'organisme agréé, elles peuvent être réalisées par le propriétaire ou toute personne compétente.

La technique habituellement utilisée pour réaliser une phyto-épuration consiste en un terrassement par pelle mécanique et l'usage d'un film synthétique (bâche EPDM), protégé des risques de perforation par un film non-tissé épais (bidim). Le volume étanche ainsi créé est équipé d'un tuyau perforé, posé au fond du bassin du côté de la sortie (eaux épurées), puis rempli de gravier roulés (non-concassés).

L'usage d'une bâche offre l'avantage de la rapidité d'exécution et de la faible demande en main d'œuvre

> Voir photos p.17-18. Par contre, il faut noter quelques inconvénients :

- la forme de la phyto-épuration doit se limiter à des surfaces rectangulaires
- le prix de revient de cette technique est supérieur à celui du ferro-ciment
- la bâche peut se percer ou perdre en étanchéité, suite à des dégradations (dus aux animaux par exemple).

Les principales plantes phyto-épuratrices

- Les iris des marais
- Les scirpes (*Scirpus*)
- Les laïches (*Eleocharis*)
- Les carex (*Cyperus*)
- Les joncs (*Juncus*)
- Les massettes (*Typha*)
- Les roseaux communs (*Phragmites australis*)
- La menthe aquatique, en fin de bassin

> Voir la vue de coupe d'un système de phyto-épuration en Annexe 1 (p.12)

Outils

- Truelles
- Pelles de maçon
- 2 brouettes
- Des gamètes (bacs en plastique)
- Taloches (autant que de truelles)
- Un pulvérisateur à eau
- Des balayettes
- 1 bétonnière
- 1 poubelle de 80-100L
- Un seau de 10L



MATÉRIAUX

- Sable à maçonner (0-4mm) pour la couche de corps, et sable à enduire (0-2mm) pour l'enduit d'étanchéité.
 - Peu de sable à enduire est nécessaire : il est plus facile et économique de commander uniquement du 0-4mm et d'en tamiser pour l'enduit d'étanchéité (attention : le sable se tamise lorsqu'il est sec !)
- Ciment classique (sacs standard de 35kg)
- Fibres synthétiques pour béton (polyamide)
- Grillage de carreleur : mailles 50x50mm, soudées et galvanisées
- Grillage fin galvanisé : mailles hexagonales torsadées OU grillage soudé mailles carrées de 10 à 15mm de côté (standard : 13x13mm)

Note : Pour les quantités de sable et ciment nécessaires, voir les étapes 4, 5 et 6 (pages suivantes).

PRÉPARATION DU CHANTIER

1°/ Main d'oeuvre

- 2 personnes à la bétonnière et à la brouette
- 1 personne pour 4 à 6m² de surface à enduire

2°/ Organisation spatiale du chantier

Organisez l'espace pour que les « ingrédients » soient disposés de façon pratique, autour de la bétonnière et à proximité de l'ouvrage, sans pour autant gêner la circulation des ouvriers et des brouettes :

- **Le sable** est posé sur une bâche, qui vient également le recouvrir : il est capital qu'aucun élément extérieur (terre ou débris végétaux) s'y mélange.
- **Le ciment** doit être stocké sur palette et couvert d'une bâche parfaitement étanche.
- **L'eau** est à disposition dans une poubelle de 80 à 100L, à côté de la bétonnière ; un tuyau permet de la remplir régulièrement. Un sceau, toujours le même, permet de mesurer la quantité d'eau (par bétonnière) nécessaire à la bonne texture du mortier.
- **Les fibres synthétiques** sont conseillées pour créer une armature interne au mortier qui améliore ses qualités mécaniques et évite les micro-fissures. Elles sont commercialisées sous formes de sacs (1 sac de fibres pour 1 sac de ciment) chez tous les vendeurs de matériaux.

3°/ Le dimensionnement de l'ouvrage

La forme idéale est rectangulaire ou ovale ; la longueur peut faire jusqu'à 2 fois la largeur mais la largeur ne dépassera pas 3m, afin de favoriser un cheminement linéaire de l'eau.

Les autres dimensions dépendent des plantes qui feront office de filtres :

- Si vous utilisez des roseaux des marais, la phyto-épuration devra avoir une profondeur utile de 600mm et la surface sera de 1,5m² par équivalent adulte habitant. Il est déconseillé d'implanter d'autres végétaux car les roseaux des marais sont très envahissants.
- Si vous choisissez un mélange de plantes (hormis les roseaux), la profondeur utile conseillée est de 400mm et la surface sera de 2m² par équivalent adulte habitant.

4°/ Calcul de la quantité de mortier nécessaire (mélange sable-ciment-eau)

- On considère que l'épaisseur moyenne d'enduit de corps appliqué est de 4cm. Cette valeur prend en compte les imperfections des formes ; il y aura à certains endroits 3cm, à d'autres 5cm.

- **Après mesures sur le terrain, on calcule la surface totale à enduire** : fond + parois.

Exemple : un bassin de 2m x 6m, ayant des parois de 0,5m de haut

Fond : $2m \times 6m = 12m^2$

Parois = $6m \times 0,5m + 6m \times 0,5m + 2m \times 0,5m + 2m \times 0,5m = 8m^2$

Surface à enduire = $12m^2 + 8m^2 = 20m^2$

- **Déterminer d'abord le volume d'enduit de corps nécessaire** en multipliant la surface à enduire (en m²) et l'épaisseur moyenne, convertie en mètres (4cm c'est donc 0,04m).

Exemple : Pour le bassin de l'exemple précédent avec une surface à enduire de 20m²

Le volume d'enduit de corps à obtenir est de : $20m^2 \times 0,04m = 0,8m^3$.

- **Déterminer ensuite le volume d'enduit d'étanchéité** : il a une épaisseur moyenne de 0,5cm, soit un huitième de l'épaisseur de l'enduit de corps. Le volume d'enduit d'étanchéité est donc égal au huitième (1/8^{ème}) du volume d'enduit de corps.

Exemple : Pour le bassin de l'exemple, il faudra donc $0,8m^3/8 = 0,1m^3$ d'enduit d'étanchéité.

+ $0,8m^3$ d'enduit de corps

soit au total : $0,9m^3$ de mortier

5°/ Détermination des quantités de sable et ciment

- **1m³ de mortier contient 650kg de ciment.** Le poids de ciment dont j'ai besoin est donc égal au volume de mortier nécessaire (en m³), multiplié par 650. Puis, comme un sac de ciment pèse 35kg, pour obtenir le nombre de sacs de ciment, on divise le poids de ciment par 35.

*Dans notre exemple, il faut 0,9m³ de mortier, donc $0,9m^3 \times 650 = 585kg$ de ciment
soit $585/35 = 16,7$ sacs de ciments (arrondi à 17 sacs).*

- **1m³ de mortier contient environ 1 600kg de sable.** Le poids total de sable dont j'ai besoin est donc égal au volume de mortier (en m³), multiplié par 1 600.

Dans notre exemple, il faut 0,9m³ de mortier, donc $0,9m^3 \times 1\ 600 = 1\ 440kg$ de sable (arrondi à 1 500kg)

- Pour 1kg de ciment, nous avons donc besoin de : $1600/650 = 2,46kg$ de sable. Pour le mélange à la bétonnière, la quantité de base est de **12 sac de ciment soit 35/2 = 17,5 kg**. Pour garder les proportions on doit y ajouter $2,46 \times 17,5 = 43\ kg$ de sable. Si on compte 4 à 4,5kg de sable/pelle, cela fait 11 pelles de sable.

6°/ Récapitulatif des quantités de sable et ciment pour 1m² d'enduit

Volumes	Ciment	Sable
Enduit de corps (épaisseur : 3cm) = 0,03m³	Volume d'enduit de corps x 650 = 0,03 x 650 = 19,50kg	Volume d'enduit de corps x 1 600 = 0,03 x 1 600 = 48,00kg
Enduit d'étanchéité (enduit de corps ÷ 8) = 0,03/8 = 0,00375m³	Volume d'enduit d'étanchéité x 650 = 0,00375 x 650 = 2,44kg	Volume d'enduit d'étanchéité x 1 600 = 0,00375 x 1 600 = 6,00kg
TOTAL	21,94kg	54,00kg

7°/ La prise des niveaux

- Prendre le niveau d'arrivée des eaux usées : planter des piquets autour de l'emplacement de l'ouvrage et noter le niveau du haut de l'ouvrage. **Celui-ci doit être bien entendu en-dessous du niveau d'arrivée des eaux.**

- Compter une hauteur de 10cm sans gravier : au cours des années la croissance des racines des plantes phyto-épurations va faire « monter » le niveau du gravier. Ces 10cm de marge évitent le débordement des graviers, susceptible de créer un dysfonctionnement de la phyto-épuration.

- Ajouter 2 à 3cm de graviers à sec pour avoir le niveau de l'eau ; soit 12 à 13cm au-dessous du haut des bords de la phyto. Ce niveau, reporté en sortie d'ouvrage, donne la hauteur du tuyau d'évacuation des eaux épurées. **Ce niveau doit correspondre au bas du tuyau de sortie.**

- Installer un lit de 3cm de graviers au fond et en sortie de l'ouvrage.

- Y placer un tuyau collecteur (drain PVC de 100mm rainuré), et le connecter en son centre à un tuyau vertical de 140mm qui remonte jusqu'au niveau des bords de l'ouvrage.

- Ce tuyau vertical est lui-même connecté, dans sa partie haute, au tuyau de sortie placé dans la paroi en ferro-ciment comme indiqué ci-dessus (étape prise de niveaux).

MARCHE À SUIVRE

1°/ L'enduit de corps

Faire un premier mélange-test :

- Faire tourner la bétonnière et incorporer 3/4 de seau d'eau.
- Mettre 4 pelles de sable ; laisser mélanger quelques secondes
- Poser un sac de ciment à plat sur le sol et le couper en deux dans le sens de la largeur, avec le tranchant d'une truelle. Incorporer un demi-sac dans la bétonnière. Observer tout de suite le mélange ; si nécessaire, ajouter un peu d'eau et noter cette quantité.

Attention : il faut éviter que le mélange fasse des « boules » ou colle au fond. Si cela se produit, il faut arrêter la bétonnière et décoller le fond avec une truelle avant de la redémarrer.

- Ajouter un demi-sac de fibres polyamide.
- Lorsque le mélange est homogène et qu'il a la consistance d'une pâte à crêpe, ajouter 4 pelles de sable et laisser mélanger. Observer la texture, ajouter de l'eau si nécessaire et noter la quantité ajoutée.
- Finir d'incorporer 3 pelles de sable, laisser mélanger de nouveau. Ajuster la texture avec un ajout éventuel d'eau, et noter la quantité ajoutée. Le mélange doit avoir une grande plasticité, sans être liquide. Il ne doit pas être grumeleux ni faire des blocs qui tombent ou qui roulent.
- À ce moment, calculer la quantité d'eau totale incorporée au mélange. À la prochaine bétonnière, vous pourrez commencer votre mélange en mettant directement les 3/4 de cette quantité.

Lorsque vous maîtrisez le mélange-test avec 1/2 sac de ciment, et si la contenance de votre bétonnière le permet, vous pouvez tenter de faire le mélange avec 1 sac de ciment, 22 pelles de sable et 1 sac de fibres. Le mode opératoire est le même qu'indiqué précédemment.

Afin d'éviter l'apparition de fissures :

- Pulvériser de l'eau sur l'enduit, de façon à l'hydrater sans le lessiver : les enduits de corps puis d'étanchéité doivent rester humides durant les 5 premières heures, et il faut continuer à les hydrater les 2 jours suivants (arrosage au jet quelques fois par jour).
- Par temps sec et venté, cette opération peut être nécessaire toutes les 15 minutes pendant les 3 premières heures, puis de manière plus espacée durant les 2 heures suivantes.
- Éviter de couler le mortier par temps sec, ensoleillé et/ou venté (été) ou par risque de gel nocturne ; les périodes d'inter-saisons sont idéales.

2°/ L'enduit d'étanchéité

Le mélange est le même que précédemment, hormis la qualité du sable qui est plus fin (0-2 mm).

On peut mettre du produit hydrofuge et/ou de l'adjuvant dans le mélange, pour une meilleure accroche, mais ce n'est pas indispensable.

Certains « anciens » préconisent l'ajout de cendre de bois pour améliorer la plasticité du mortier et donc son accroche et ses qualités d'étanchéité après séchage. L'amélioration de la plasticité semble confirmée, mais il serait utile d'avoir d'autres retours d'expériences.

FAIRE UNE CITERNE DE STOCKAGE

PRÉSENTATION

1°/ La forme

La résistance mécanique des citernes en ferro-ciment est optimale lorsque les parois subissent un effort à l'étirement et non à la flexion. Cela s'explique par leur faible épaisseur.

La forme cylindrique permet une répartition égale des forces en tous points de la structure. Les contraintes à la flexion sur un cylindre parfait sont nulles, au profit exclusif des efforts à l'étirement.

Des réservoirs non-cylindriques peuvent être envisagés pour des contenances limitées (jusqu'à 3000 litres) ou des hauteurs de réservoir inférieures à 80cm. Des réservoirs non-cylindriques plus importants nécessitent l'ajout de formes qui reprennent les contraintes à la flexion : jambes de force, retour de parois vers l'intérieur ou l'extérieur, etc. La création d'un « toit » en ferro-ciment, coulé dans la continuité des parois, constitue aussi un renfort important permettant de reprendre ces forces.

2°/ Détermination de la structure en acier

La pression d'eau exerce une force importante sur les parois. Il faut calculer cette force afin de déterminer les diamètres et quantités de fer à béton nécessaires pour résister à cette force.

• Calculs de résistance de l'acier à la traction :

Résistance de l'acier : 4 800 daN/cm², soit sur la surface terrestre $48\,000/9.81 = 4\,900$ kg/cm²

fer tor, diamètre 6mm..... $S = 3,14.R^2 = 3,14 \times 0,3 \times 0,3 = 0,283\text{cm}^2$ et $r = 4\,900 \times 0,283 = 1\,384\text{kg}$

fer tor, diamètre 8mm $S = 0,502\text{cm}^2$ et $r = 2\,450\text{kg}$

• Calcul de la pression d'eau s'exerçant sur la paroi

Cette pression dépend de deux facteurs :

- La hauteur d'eau dans la cuve : nous considérons qu'elle est remplie à ras bord et que l'eau, pour chaque mètre de hauteur, exerce une pression de 0,1 kg par cm² en tous points en bas de la cuve.

Exemple : Une citerne cylindrique de 3m de haut, pour un diamètre de 2m.

La pression exercée en bas de la cuve est de $3 \times 0,1\text{kg/cm}^2 = 0,3\text{kg/cm}^2$

- Le périmètre (en centimètres) sur lequel s'exerce cette force.

*Exemple : Le cylindre a un diamètre de 2m et un périmètre de : $2 \times 3,14 \times \text{rayon en cm}$
soit $2 \times 3,14 \times 100 = 628\text{cm}$*

La pression totale est égale à la pression s'exerçant sur chaque cm², multipliée par le nombre de cm constituant le périmètre de la citerne.

Exemple : Dans la continuité de notre exemple, le calcul serait : $0,3\text{kg/cm}^2 \times 628 = 188,4\text{kg}$

Pour déterminer la taille et les dimensions des fers à béton nécessaires, on considère les 50 premiers centimètres de hauteur de cuve.

Exemple : La pression qui s'exerce dans la citerne est de $188,4\text{kg} \times 50 = 9\,420\text{kg}$

La pression de l'eau ainsi calculée comprend plusieurs marge de sécurité car :

- la force réelle de l'eau qui appuie sur les parois ne s'applique pas en un seul point mais en deux (imaginez que vous ayez de très grands bras et que vous appuyez de l'intérieur sur les parois pour faire exploser la citerne). La pression réelle qui s'applique sur les fers à béton est donc deux fois plus faible que la pression calculée ci-dessus (idem sur le [tableau 2.1 en Annexe 2, p.13](#)).

- La résistance des différents grillages n'est pas prise en compte dans les calculs, elle vient s'ajouter à cette marge de sécurité.

FAIRE UNE CITERNE DE STOCKAGE > PRÉSENTATION ET MATÉRIAUX

• **Choix des fers à béton**

En se référant à la résistances des fers à béton, on choisit leur nombre et leur section.

Exemple : 7 fers de diamètre 6mm offrent une résistance de $7 \times 1\,384\text{kg} = 9\,688\text{kg}$, cela suffit.

Si l'on choisit du diamètre 8mm, 4 fers suffisent car $4 \times 2\,450\text{kg} = 9\,800\text{kg}$ de résistance.

Nous utiliserons donc soit 7 fers de 6mm répartis sur les 50 premiers centimètres de la cuve (en partant du bas) ou bien 4 fers de 8mm.

En suivant le même enchaînement de calculs, on détermine ensuite la pression sur les parois pour les 50cm suivants. Les calculs ne sont donc plus pour 3m de hauteur d'eau mais pour 2,50m. La pression est moindre (7 850 kg) donc il y aura moins de fers à béton et ainsi de suite jusqu'aux 50 derniers centimètres (1 570 kg).

On peut aussi imaginer une alternance de fers de 6mm et de 8mm.

MATÉRIAUX

Ici, nous considérons la réalisation d'une citerne cylindrique hors-sol aux caractéristiques suivantes :

Dimensions : 2,5m de diamètre pour 2,2m de haut / Capacité : 10m³ / Surface cylindrique : 17,3m².

Les prix ci-dessous sont des estimations des tarifs pratiqués.

• **Pour la structure :**

- Ciment : 470kg (soit 14 sacs de 35kg)	80€
- Fibres synthétiques pour béton (polyamide) : 60g par sac de ciment (soit ici 840g)	25€
- Treillis maille 13mm : 31,4m ²	95€
- Treillis de carreleur maille 50mm : 20m ²	30€
- Treillis pour dalle, maille 200mm : 18m ²	25€
- Fer à béton, diamètre 6mm : 24 x 6mètres	46€
- Fer à béton, diamètre 8mm : 19 x 6mètres	53€
- Bâche de protection : 8m ²	11€
- Sable, calibre 0-4mm : 1 250kg soit 0,78m ³	25€
- Agrafes à grillage : 1 000	18€
- Fil de fer, diamètre 1,3mm : 2 rouleaux	9€

• **Pour l'étanchéité :**

- Ciment : 7 sacs	50€
- Hydrofuge : quantité selon les préconisations du fabricants	30€
- Sable, calibre 0-2mm : 100L, soit 160kg	10€

Coûts total des matériaux (estimations) : 507€, soit environ 50€/m³ de stockage d'eau

FAIRE UNE CITERNE DE STOCKAGE > MATÉRIAUX

• Projection pour différents diamètres à hauteur constante (2,2m)

Diamètre (m)	Volume (m ³)	Périmètre (m)	Volume/Périmètre	Coûts moyens (€/m ³)
2,5	10	7,85	1,27	50
3,5	21	11	1,91	33
4	27	12,6	2,15	30
4,5	35	14,1	2,47	26
5	43	15,7	2,74	23
6	62	18,8	3,30	19

• Exemple de tarifs de matériaux (2010)

* Grillage à poule (mailles 20mm) : 2m de grillage x 1,75€/m²

* Grillage à poule (mailles 30mm) : 2m de grillage x 0,96€/m²

* Grillage soudé (mailles 13 x 13mm / diamètre 0,9mm) : 1m de grillage x 3,05€/m²

* Grillage soudé (mailles 19 x 19mm / diamètre 1,45mm) : 1m de grillage x 5,4€/m²

* Grillage noué, mailles dégressives 5cm, 7cm, 9cm, 15cm (fil horizontal 2,4mm / fil vertical 1,9mm) : 1€/m² (2m x 50m)

* Fers (diamètre 6mm) : 6m x 1,90€

* Fers (diamètre 8mm) : 6m x 2,80€

* Treillis (20 x 20cm) : 1,40€/m² (quantités à calculer selon l'ouvrage)

• Calculs de résistance à la traction

Résistance de l'acier = 4 800 daN/cm², soit la surface terrestre 48 000/9,81 = 4 900kg/cm²

Fer Tor (diam. 6mm) : $S = 3,14 \times R^2 = 3,14 \times 0,3 \times 0,3 = 0,283 \text{ cm}^2$ // $R = 4\,99 \times 0,283 = \mathbf{1\,386\text{kg}}$

Fer Tor (diam. 8mm) : $S = 0,502 \text{ cm}^2$ // $R = 4\,99 \times 0,283 = \mathbf{1\,386\text{kg}}$

Grillage soudé (maille 13 x 13mm) : Par cm de hauteur il y a 0,769 fils (10/13). Résistance d'un fil : 4 900 x 0,00636 = 31,16kg. R/cm de hauteur = **23,95kg**

Grillage soudé (maille 19 x 19mm) : R/cm de hauteur = **42,05kg**

Grillage noué

- 1ère maille (1 fil pour 5cm) : 0,2fil/cm // R d'un fil = 4 900 x 0,0452 = 221,5kg // R/cm de hauteur = **44,3kg**

- 2ème maille (1fil pour 7cm) : R/cm de hauteur = **31,6kg**

- 3ème maille (1 fil pour 9cm) : R/cm de hauteur = **24,61kg**

- 4ème maille et suivante (1 fil pour 15cm) : R/cm de hauteur = **14,76kg**

Treillis (20 x 20cm) : R/cm de hauteur = **30,7kg**

• Exemple d'une mini-citerne d'eau potable

Diamètre : 1,5m // Hauteur : 1m // Coût : environ 70€

Périmètre : 471cm // Surface cylindre : 4,71m²

Pression de l'eau : 100g par cm², soit 47,1kg par cm

Effort à la traction : 47,1 ÷ 2 = 23,55kg

FAIRE UN BAC DE DÉGRAISSAGE

PRÉSENTATION

Cet ouvrage est placé à la sortie du réseaux d'eau grise, afin de piéger les graisses et les charges lourdes. Il vise à limiter les problèmes de colmatage des tuyauteries et sert par la même occasion de lieu d'accès pour le curage des tuyaux. Le bac de dégraissage est habituellement d'un volume de 200L. Dans certaines configurations, il est possible de le placer à la sortie des eaux de cuisine (évier, lave-vaisselle) : son volume peut alors être limité à 100L. **Entretien : vider le bac 1 fois/an** (la matière extraite peut être compostée).

Le bac en ferro-ciment sera d'une surface de base rectangulaire ; sa largeur variera de 30 à 40cm, sa hauteur de 40 à 50cm et sa longueur de 60 à 90cm. Des chicanes permettront en partie haute de bloquer le passage des graisses (qui flottent) et en partie basse de bloquer le passage des particules lourdes.

L'entrée des eaux usées s'effectue à l'une des extrémités du bac : coté chicane haute. La sortie est située à l'autre extrémité, 5cm au dessous du niveau de l'entrée.

MARCHE À SUIVRE

- Préparer l'emplacement du bac en prêtant grande attention aux niveaux nécessaires à l'écoulement de l'eau en amont : 1cm par mètre de pente au minimum > [Voir plan en Annexe 3 \(p.15\)](#)
- Prendre en considération la perte de hauteur entre l'entrée d'eau dans le bac et la sortie (au minimum 5cm mais 8cm sont mieux), afin d'étudier le cheminement des tuyaux de sortie jusqu'à la phyto-épuration, avec la pente minimale requise.
- Réaliser la forme de base en fers à béton de 6mm, puis couvrir de grillage de carreleur et enfin de grillage fin pour les côtés et les chicanes > [Voir photos en Annexe 3 \(p.15\)](#)
- Placer les tuyaux d'entrée et de sortie : deux morceaux de tuyau PVC (50mm de diam. et 150mm de long) à la hauteur voulue : ils traversent la structure grillagée.

• **Option 1 : enduit en situation**

- Veiller à ce que l'emplacement préparé pour le bac permette l'accès de la truelle pour enduire l'extérieur de la structure grillagée.
- Placer la structure grillagée en position.
- Calculer les quantités de sable et de ciment, et préparer le mélange.
- Couler d'abord le fond, en soulevant légèrement la structure pour que le grillage soit enrobé de mélange et ne reste pas au contact de la terre.
- Enduire les côtés.

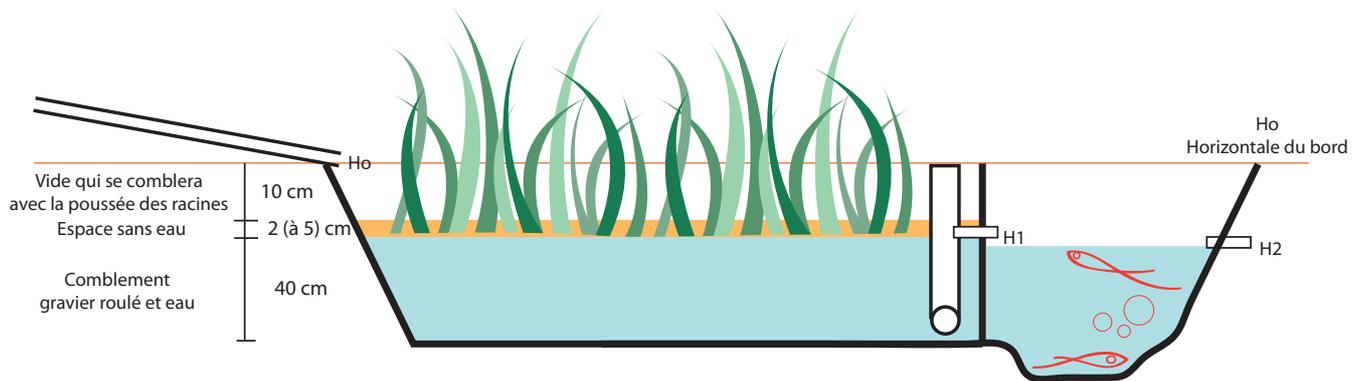
• **Option 2 : enduit en atelier**

- Réaliser l'enduit de la structure en atelier.
- Poser le bac en position : attention au poids !
- À l'intérieur du bac (côté sortie d'eau) : placer un coude en PVC sans le coller, avec une rallonge de 5cm plongeant vers le bas. Ainsi, les éléments flottants éventuellement en surface ne boucheront pas la sortie.
- Couler deux dalles pour fermer le bac, puis niveler le sol autour.
- Poser une bande de mortier tout autour du bac, la couvrir d'une feuille de plastique et poser les deux dalles dessus, en position : le mortier prendra la forme des dalles avant de durcir.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LA PHYTO-ÉPURATION

ANNEXE 1.1 : VUE DE COUPE DU SYSTÈME DE PHYTO-ÉPURATION



Horizontale Ho = Arrivée des eaux usées = Bord supérieur du bassin
 H1 = Niveau de sortie vers le bassin à poissons (Ho - 10 - 2) (Base du tuyau)
 H2 = Niveau de sortie du trop plein (Ho - 10 - 2 - 3) (Base du tuyau ou canal ferro-ciment)

Important de tout calculer avant la réalisation
 Pour s'assurer d'un niveau supérieur du bord en relation avec l'arrivée des eaux usées (pente d'arrivée : 1 cm pour 1 mètre au minimum)
 Pour s'assurer de l'évacuation du trop plein vers l'endroit choisi, sans se retrouver dans la terre ...

ANNEXE 1.2 : PHYTO-ÉPURATION VUE CÔTÉ BASSIN FILTRANT (CI-CONTRE) VUE CÔTÉ BASSIN À POISSONS (CI-DESSOUS)



ANNEXE 2 :

CALCULS DU FERRAILLAGE POUR LES CITERNES HYDRAULIQUES

Les calculs suivants sont réalisés pour une citerne dont la hauteur totale est de 300cm.

Tableau 2.1 : Contraintes mécaniques à l'étirement (en kg), par hauteur de 50cm

Diamètre (cm)	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Hauteur (cm)									
0-50	4710	7065	9420	11775	14130	16485	18840	23550	28260
50-100	3925	5888	7850	9813	11775	13738	15700	19625	23550
100-150	3140	4710	6280	7850	9420	10990	12560	15700	18840
150-200	2355	3533	4710	5888	7065	8243	9420	11775	14130
200-250	1570	2355	3140	3925	4710	5495	6280	7850	9420
250-300	785	1178	1570	1963	2355	2748	3140	3925	4710

Tableau 2.2 : Volume de stockage (en litres)

Diamètre (cm)	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Hauteur (cm)									
0-50	393	883	1570	2453	3533	4808	6280	9813	14130
50-100	785	1766	3140	4906	7065	9616	12560	19625	28260
100-150	1178	2649	4710	7359	10598	14424	18840	29438	42390
150-200	1570	3533	6280	9813	14130	19233	25120	39250	56520
200-250	1963	4416	7850	12266	17663	24041	31400	49063	70650
250-300	2355	5299	9420	14719	21195	28849	37680	58875	84780

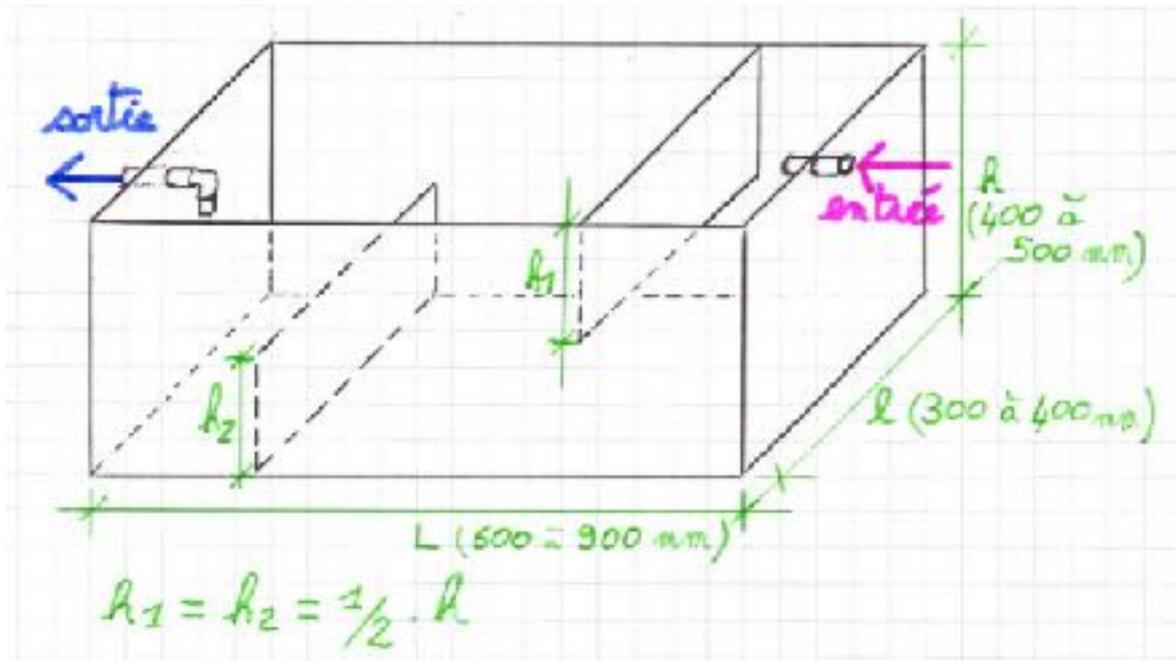
Tableau 2.3 : Nombre de fers à béton (diam 6mm), par tronçons de 50cm de haut

Diamètre (cm)	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Hauteur (cm)									
0-50	4	6	7	9	11	12	14	18	21
50-100	3	5	6	8	9	10	12	15	18
100-150	3	4	5	6	7	8	10	12	14
150-200	2	3	4	5	6	6	7	9	11
200-250	2	2	3	3	4	4	5	6	7
250-300	1	1	2	2	2	2	3	3	4

Tableau 2.4 : Nombre de fers à béton (diam 8mm), par tronçons de 50cm de haut

Diamètre (cm)	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Hauteur (cm)									
0-50	2	3	4	5	6	7	8	10	12
50-100	2	3	4	4	5	6	7	8	10
100-150	2	2	3	4	4	5	6	7	8
150-200	1	2	2	3	3	4	4	5	6
200-250	1	1	2	2	2	3	3	4	4
250-300	1	1	1	1	1	2	2	2	2

ANNEXE 3 : LE BAC DE DÉGRAISSAGE



ANNEXE 3.1 : PLAN D'UN BAC DE DÉGRAISSAGE



ANNEXE 3.2 : STRUCTURE GRILLAGÉE
D'UN BAC À DOUBLE ENTRÉE



ANNEXE 3.3 : STRUCTURE APRÈS ENDUITS DE
CORPS ET D'ÉTANCHÉITÉ

PHOTOS

PHYTO-ÉPURATION DE 20M² AVEC UTILISATION D'UNE BÂCHE > **PHOTO 1 : MISE EN PLACE DE LA BÂCHE**



PHYTO BÂCHE > **PHOTO 2 : COUDAGE DES FERS À BÉTON (6MM)**



PHYTO BÂCHE > **PHOTO 3 : PLACEMENT ET MISE À NIVEAU DES FERS À BÉTON**



PHYTO BÂCHE > **PHOTO 4 : FIXATION DES FERS À BÉTON**



PHYTO BÂCHE > **PHOTO 5 : FIXATION DU GRILLAGE 40 X 40CM SUR LA STRUCTURE FERS À BÉTON**



Alter'Éco30 / Technique du Ferro-ciment / Manuel de construction

PHYTO BÂCHE > PHOTO 6 :
MAILLAGE 40 X 40CM ET FERS À BÉTON DE 6MM



PHYTO BÂCHE > PHOTO 7 : JAMBE DE FORCE
GRILLAGE DE CARRELEUR (HORIZONTAL) ET
GRILLAGE PETITES MAILLES (VERTICAL)



PHYTO BÂCHE > PHOTO 8 : ENDUIT DE CORPS
(SUR LES CÔTÉS PUIS LES JAMBES DE FORCE)



PHYTO BÂCHE > PHOTO 9 : ENDUIT DE
CORPS (SUR LE FOND)



PHYTO BÂCHE > PHOTO 10 : 2ÈME COUCHE
(ENDUIT CORPS ?)



BASSIN > PHOTO 1 : POSE DES GRILLAGES ET ENDUIT DE CORPS



BASSIN > PHOTO 2 : 2ÈME COUCHE (=ENDUIT D'ÉTANCHÉITÉ)



BASSIN > PHOTO 3 : MISE EN EAU



BASSIN > PHOTO 4 : BASSINS EN AMONT. STRUCTURE GRILLAGÉE (2 BASSINS ET 2 CANAUX)



BASSIN > PHOTO 5 : ENDUIT DE CORPS DE LA STRUCTURE



BASSIN > PHOTO 6 : 2ÈME COUCHE (=ENDUIT D'ÉTANCHÉITÉ) AVEC DU CIMENT BLANC



BASSIN > PHOTO 7 : CANAL ENTRE LES BASSINS DE FILTRATION (PHOTOS 4 À 6) AU BASSIN PRINCIPAL (PHOTOS 1 À 3)





Cette œuvre est mise à disposition sous licence CreativeCommons BY-NC-SA 4.0 International. Toute reproduction ou partage, complet ou partiel de cette oeuvre peut se faire uniquement aux conditions suivantes :

- Attribution : l'auteur de l'oeuvre doit être cité
- Pas d'utilisation commerciale : cette oeuvre ne peut être vendue que par son auteur. Les éventuels partages doivent se faire à titre gracieux.
- Partage dans les mêmes conditions : tout partage de cette oeuvre doit se faire sous sa forme actuelle (pas de modification, ajout, suppression).

Merci de respecter ces conditions.

Dans le cas contraire, des poursuites pourront être engagées.

Pour voir la copie complète de cette licence, écrivez à CreativeCommons : PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA ; ou rendez-vous sur le site Internet : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>