

Environnement: Recherche-Action
au Cameroun



Génie Sans Frontière, Barcelone
(Espagne)

Projet d'assainissement autonome du quartier Melen IV Yaoundé

GUIDE DE CONSTRUCTION ET D'UTILISATION DE LATRINE A DOUBLE FOSSE VENTILEE A YAOUNDE : *MODELE MELEN IV 2002*

Rédigé par

1. Environnement Recherche Action au Cameroun, B.P. 3356 Yaoundé - Messa
(Cameroun). Tel/Fax : (237) 31 00 76: email : era@cenadi.cm ou
emma_ngnikam@yahoo.fr
2. Associacio' Catalana d'Enginyera Sense Fronteres (Génie Sans Frontière,
Barcelone (Espagne))
Via 39 08003 Barcelona, Tel : 93 319 23 00, fax : 93 310 06 81
Email : esf-cam@casal.upc.es ou ecarci@tecnocean.com

Yaoundé, août 2002.

Guide de construction des latrines

SOMMAIRE

	Pages
Introduction	3
I/- Le choix de la latrine	4
A/- La latrine à simple fosse ventilée	4
1/- Présentation	4
2/- Avantages	4
3/- Inconvénients	4
B/- La latrine à double fosse ventilée	5
1/- Présentation	5
2/- Avantages	5
3/- Inconvénients	5
C/- Les autres choix possibles (non détaillés dans ce guide)	6
II/- Le dimensionnement et la description détaillée des latrines	9
A/- La fosse	9
1/- Dimensions et design	11
2/- Matériaux	11
B/- La dalle	11
1/- Dimensions et design	12
2/- Matériaux	12
C/- le système de ventilation	12
1/- Dimensions et design	12
2/- Matériaux	14
D/- La superstructure	14
1/- Dimensions et design	14
2/- Matériaux	14
E/- Le système d'évacuation des eaux usées	15
1/- Dimensions et design	15
2/- Matériaux	15
F/- L'intérieur de la latrine	15
III/- Démarche de construction	16
A/- La fosse	16
B/- La dalle	18
C/- La ventilation	20
D/- La superstructure	20
E/- Le système d'évacuation des eaux usées	21
F/- Autres (escaliers, aménagements annexes)	22
IV/- L'utilisation (comment garder la latrine sèche)	23
IV.1/- Utilisation quotidienne	23
IV.2/- Maintenance périodique	23
V/- Des Améliorations à apporter	25
Bibliographie	27
Annexes	28

AVANT PROPOS

Ce guide de construction de latrines ne prétend en aucun cas donner une liste exhaustive des techniques d'assainissement disponibles dans les pays en voie de développement. Chaque pays ou région a ses propres coutumes et tabous culturels. A chaque cas peut s'associer une technique particulière.

Un projet est en fait à l'origine de ce guide : il s'agit du projet d'assainissement autonome du quartier de Melen IV à Yaoundé au Cameroun. Ce projet répond à un besoin simple : améliorer les structures d'assainissement du quartier pour éviter la pollution des sources d'approvisionnement en eau, et par la même la santé des habitants, la corrélation entre les maladies fréquemment recensées (typhoïde, diarrhées, dysenterie) et la qualité des eaux étant clairement établie. Ce guide prétend donc répondre aux attentes des différents acteurs du projet que sont:

- Les organismes responsables de la maîtrise d'œuvre et de la maîtrise d'ouvrage(CAD¹, ERA², GSF-Catalogne³) : cela leur permet d'avoir une vision claire des aspects techniques du projet.
- Les artisans et techniciens impliqués dans la construction : cela leur permet d'avoir toujours à l'esprit les principes de bases nécessaires à la construction, et de pallier à leurs éventuelles interrogations techniques.
- Les habitants du quartier : le guide leur permet d'avoir une meilleure connaissance des ouvrages réalisés tant au niveau de l'utilisation (afin de se servir correctement de la latrine) que de la construction (formation en vue de possibles constructions ultérieures).

Toutefois, beaucoup de projets pouvant présenter des similitudes avec celui-ci, on pourra sans problème se reporter au présent guide le cas échéant, les techniques employées étant de conception simple, et les coûts de revient abordables.

Ce guide a été réalisé grâce à la contribution des personnes ci-dessous :

- Dr NGNIKAM Emmanuel, Docteur ingénieur de Génie Civile, Coordinateur de ERA – Cameroun ;
- Pr Amos FOUJNET, Docteur ingénieur de Génie Civile, Directeur scientifique de ERA – Cameroun ;
- Gautier Rouet, Collaborateur de GSF, Etudiant à l'INSA de Lyon et stagiaire au Cameroun de août à décembre 2001.
- Pr Emile TANAWA, Docteur ingénieur de Génie Civile, Coordinateur Adjoint de ERA – Cameroun.
- Dr Henry Bosko DJEUDA TCHANGA, hydrogéologue, Chef de division technique à ERA – Cameroun.
- Charles TCHOUNGANG, Sociologue, ERA – Cameroun.

¹ CAD : Comité d'Animation au Développement, Association regroupant des membres de la population de Melen IV,

² ERA : Environnement Recherche Action, ONG Camerounaise,

³ GSF : Génie Sans Frontières, traduction de ESF (Enginyeria Sense Fronteres) Catalunya, ONG catalane basée à l'Université Polytechnique de Barcelone.

LE CHOIX DU TYPE DE LATRINE

A. La latrine à simple fosse ventilée

1. Présentation

Le principe des latrines à fosse est aisé à comprendre. Une excavation est faite dans le sol pour y rejeter les excréta, une dalle est posée sur le trou, et on y appose une superstructure pour protéger des intempéries et assurer l'intimité. Un trou est réalisé dans la dalle pour permettre les défécations. Pour réduire les odeurs et la présence d'insectes, un système de ventilation est ajouté. Cet ensemble est appelé latrine ventilée améliorée. Une évacuation des eaux peut également se greffer au système pour permettre à la latrine de servir de douche.

La préservation de l'environnement (sol, nappes) repose également sur des bases simples. Seuls les urines et l'eau de nettoyage de la dalle pénètrent dans la fosse. certain type de pot permet de récupérer les urines pour les besoins de fertilisation des sols d'apport d'azote contenu dans les urines). Ces dispositifs son présenter dans le chapitre réservé aux améliorations. Par la suite, le liquide s'infiltré dans le sol et les substances pathogènes sont détruites par filtration plus ou moins rapidement selon les caractéristiques du sol (type de sol, situation de la nappe phréatique etc.). Les excréments dans la fosse restent donc secs et la prolifération bactérienne est ainsi beaucoup plus limitée que dans une latrine humide où l'eau est un vecteur puissant de transport des bactéries dans le sol.

La fosse, quand elle est pleine, est vidée par des moyens mécaniques (pompe) ou manuels. Cependant cette dernière technique est déconseillée tout du moins dans les deux ans suivant la dernière utilisation de la fosse, car les substances pathogènes sont encore actives.

2. Avantages

- Coût peu élevé
- Facilité de construction (peut être construite par le propriétaire)
- Pas besoin de source d'eau pour l'utilisation quotidienne
- Aisance dans la compréhension du processus d'assainissement
- Contrôle de la présence des insectes
- Absence d'odeurs
- Si la fosse est suffisamment large, sa durée de vie peut être importante (plusieurs années)

3. Inconvénients

- Ne garantit pas l'absence de moustiques ;
- L'ajout de la ventilation provoque une hausse du coût ;
- Besoin de maintenir l'intérieur dans l'obscurité ;
- Durée de vie limitée.

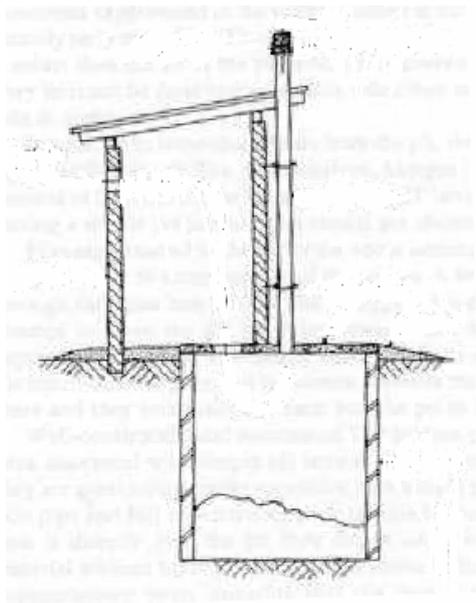


Figure 1: schéma d'une latrine à simple fosse ventilée

B. La latrine à double fosse ventilée

1. Présentation

Cette latrine présente les mêmes caractéristiques que celle décrite dans le paragraphe précédent à une exception près : elle est composée de deux fosses alternantes. On utilise donc une fosse jusqu'à la remplir, puis on la referme pour une période de 4 à 6 ans pendant cette période l'espace au dessus de la fosse serre de lavabo pour les usagers. On utilise alors la deuxième fosse. Pendant ce temps la matière organique de la première fosse se décompose, et au bout de deux ans (c'est la période généralement admise comme nécessaire à la disparition de tous les agents pathogènes) on peut vidanger la latrine et utiliser le matière organique excavée comme engrais. On dispose alors une nouvelle fois d'une fosse vide et le même cycle peut recommencer.

2. Avantages

- Durabilité de l'ouvrage : si l'utilisation est faite de manière correcte, l'ouvrage est plus ou moins permanent.
- Utilisation du contenu de la fosse comme engrais.
- Vidange facile à réaliser par le déplacement des dalettes amovibles conçues à cet effet (pelles ou outils similaires).
- Possibilité de réaliser la latrine sur quasiment tous les types de sols (nous les avons réalisés sur du rocher, simple élévation de la fosse).

3. Inconvénients

- Le coût de l'ouvrage est plus élevé, que celui des latrines humides ;

- Nécessité d'éduquer les ménages pour une utilisation judicieuse de la latrine, car une mauvaise utilisation peut entraîner la perte des avantages cités ci-dessus.

Nota : La superstructure peut être soit fixe et comporter directement deux cabines soit déplaçable et ne couvrir donc que la surface d'une fosse.

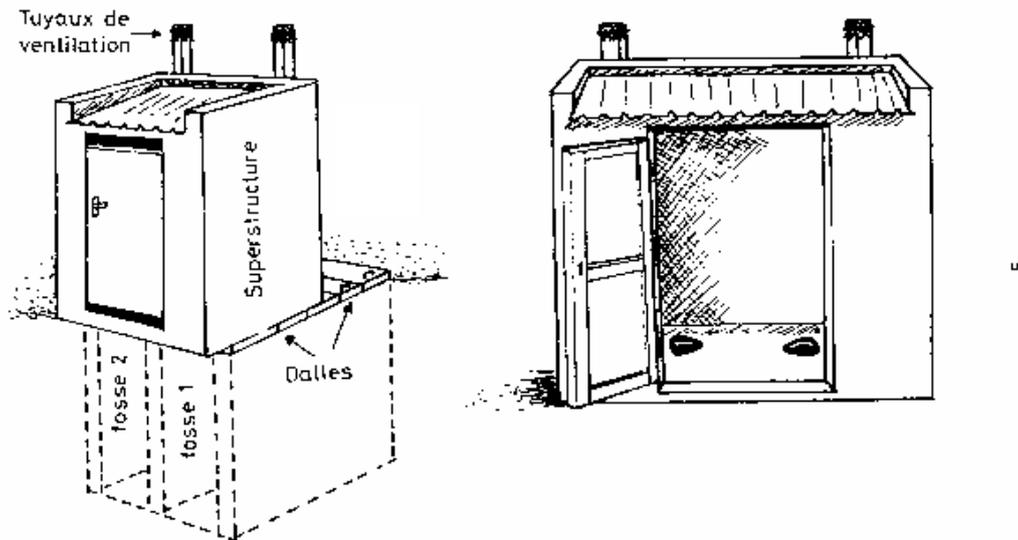


Figure 2 : schémas d'une latrine à double fosse ventilée



Figure 3: vue d'une latrine à double fosse ventilée dans le quartier de Melen IV à Yaoundé au Cameroun.

C. Les autres choix possibles (non détaillées dans ce guide)

La technique des latrines à fosse ventilée ne représente qu'une des techniques disponibles d'assainissement. Voici trois exemples d'autres possibilités, plus élaborées, qui n'ont pas été retenues dans notre projet principalement par raison de coût. Ils sont exposés à titre indicatif, et ont été choisis du fait de leur diversité tant au niveau de la conception que du budget nécessaire à leur réalisation.

- *La latrine à compost* : Elle est construite sur le même principe que les latrines à simple fosse ventilée. La différence réside dans le fait que l'on ajoute de la matière végétale ou des cendres aux excréta. Si l'opération est contrôlée (quantité de matière ajoutée, taux d'humidité, équilibre chimique du mélange), le mélange se décompose sous la forme d'une terre où les agents pathogènes ont été éliminés, et qui peut servir pour fertiliser des sols. La technique du compostage est très en vogue actuellement car elle s'inscrit dans un mouvement plus global de recyclage des déchets. Outre l'intérêt économique du recyclage, on peut y voir un moyen écologique de produire des amendements organiques. On peut également ajouter que la durée de vie de la latrine est illimitée tant que le compostage est réalisé. Cependant les latrines à compost peuvent se révéler plus difficile à mettre en place de part la maintenance qu'elles nécessitent. En effet, le besoin d'ajouter de la matière végétale régulièrement ainsi que la nécessité de contrôler des paramètres physico-chimiques en font un mode d'assainissement exigeant en matière de ressources humaines, car des personnes doivent intervenir constamment, et elles doivent être préalablement formées à l'entretien .
- *La fosse septique* : Là encore, le principe d'assainissement est simple dans la conception : il s'agit d'une fosse dans laquelle les excréta n'arrivent pas directement mais par l'intermédiaire d'un tuyau. Arrivés dans la fosse, de par les dimensions de celle-ci, le liquide observe un temps de latence d'environ une journée, ce qui permet aux particules solides de se séparer par gravitation du liquide et ainsi se déposer au fond de la fosse. Le liquide est ensuite évacué dans un deuxième compartiment (la fosse étant divisée en deux ou trois compartiment) puis enfin dans un autre tuyau. Ce tuyau permet à l'effluent de percoler à travers le sol dans un puisard, ce qui permettra une élimination des substances pathogènes. Les particules solides, elles, doivent être évacuées périodiquement à l'aide d'une pompe. Le principal atout de la fosse septique réside dans le fait que les usagers utilisent une toilette dite "moderne" où il n'y a pas de stagnation des excréta et donc pas de nuisances accompagnant cette stagnation (insectes, odeurs, etc.). De plus, ce mode d'assainissement est également utilisable pour les eaux usées de lessives, cuisines, etc. C'est donc un outil complet. Cependant, de nombreuses contraintes existent. On peut citer : la nécessité de bien connaître le débit des excréta pour le dimensionnement de la fosse, une erreur pouvant entraîner un remplissage beaucoup trop rapide de la fosse et une saturation du sol ; l'approvisionnement en eau doit être conséquent tant en quantité qu'en qualité pression afin de pouvoir véhiculer les excréta de la toilette jusqu'à la fosse ; le prix s'en retrouve donc considérablement augmenté ; le système demande d'autre part une surface foncière importante pour sa mise

en place, et ne peut donc être réalisé que dans des zones à faible densité de population ; enfin, un pompage des résidus solides doit être assuré régulièrement. L'accumulation de ces facteurs empêche la plupart du temps ce mode d'assainissement d'être appliqué dans les pays en voie de développement, notamment dans les quartiers spontanés denses des centres urbains.

- *Les WC "modernes"* : Ce sont les toilettes qui existent dans les pays développés, où les effluents sont transportés grâce à un système d'évacuation (réseau de tuyauterie) soit gravitaire soit sous pression. Les effluents sont alors la plupart du temps rejetés vers des stations d'épuration, voire dans la mer ou les fleuves. Ces WC sont bien sûr les plus agréables pour l'utilisateur, car il n'a pas à se soucier du devenir des excréta, mais c'est aussi le plus contraignant en matière de coûts et d'approvisionnement en eau, et par la même inaccessible aux populations défavorisées.

II. LE DIMENSIONNEMENT ET LA DESCRIPTION DETAILLÉE DES LATRINES

A. La fosse

1. Dimensions et conception

Tout d'abord, deux types de formes de fosses sont possibles : cylindrique, ou parallélépipédique. La première solution est la plus sécurisante en terme de stabilité car un effet d'arc naturel permet de résister à la poussée du sol. Cependant, la forme rectangulaire est la plus couramment employée, car beaucoup plus simple à réaliser, que ce soit au moment de l'excavation, que pendant la phase de pose des dalles, de la superstructure, etc.

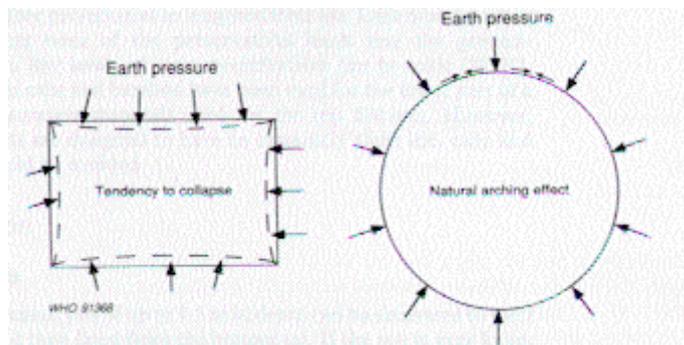


Figure 4: pression sur les fosses circulaires et rectangulaires

Le dimensionnement de la fosse dépend essentiellement de trois facteurs :

- le taux d'accumulation des excréments dans la fosse ($m^3/hab./an$) : A
- le nombre d'utilisateurs de la latrine (nb d'hab.) : U
- la durée d'utilisation de la fosse (en nb d'années) : D.

On en déduira donc le volume utile de la fosse par la formule :

$$V_u = A \times U \times D$$

Pour donner un ordre d'idée des valeurs à employer au lecteur, on peut estimer le taux d'accumulation des excréments entre 30 et 60 l/hab./an dans les pays en voie de développement. Cette valeur peut être majorée de 50 % dans le cas où du papier hygiénique serait employé pour le nettoyage corporel. Le nombre d'utilisateurs dans les pays africains par exemple est souvent compris entre 10 et 20. Dans le quartier Melen IV à Yaoundé, on a une moyenne de 12 usagers par latrine. Quant à la durée d'utilisation de la fosse, si c'est une fosse simple, une période de 10 ans peut être envisagée. Par contre, pour les doubles fosses, on peut réduire à des périodes allant de 4 à 6 ans.

Exemple

Prenons une famille de 15 personnes utilisant une latrine à double fosse ventilée dont le rythme d'accumulation des excréta est de 45 l/hab./an. On veut une période d'utilisation de la fosse de 4 ans. Le volume utile de la fosse sera alors de :

$$V=15 \times 45 \times 4 = 2700 \text{ L} = 2.7 \text{ m}^3$$

Ensuite, les dimensions (largeur, longueur, profondeur) sont au choix du constructeur, du moment que le volume utile de la fosse est respecté. On tiendra compte cependant des recommandations suivantes :

- La largeur utile (largeur à laquelle on retranche l'épaisseur des murs) ne doit pas être inférieure à 70 cm afin de permettre une utilisation sans gêne de la latrine.
- Les fosses de profondeur supérieure à 4 m sont à réaliser avec précaution en raison des dangers liés à la stabilité du terrain.
- L'aire de la section droite d'une fosse doit être inférieure à 3 m² pour des raisons d'économie de matériaux, car les dimensions de la fosse sont liées à la surface des dalles et au périmètre de la superstructure.
- Une profondeur de réserve (0,5m) doit être prévue en plus du volume utile afin de pouvoir recouvrir les excréta d'une couche de terre au moment de refermer la fosse.

Au cours de la phase de conception, un autre dilemme se pose au concepteur, à savoir si l'on doit monter les murs sur toute la profondeur de la fosse, ou seulement sur la partie supérieure (fondation supportant la dalle et la superstructure). Cela dépend en fait de la stabilité du terrain et donc du type de sol sur lequel repose la latrine. Les sols instables (sables, limon) nécessiteront un support conséquent. Par contre, les sols plus cohésifs (argile, latérite), ne nécessiteront pas de support particulier. Cette dernière remarque est à atténuer dans le cas où les variations de la nappe phréatique seraient fréquentes et non négligeables en amplitude, car cela abaisse leur pouvoir porteur.

Dans tous les cas, le constructeur se doit d'éviter les risques et de choisir la solution penchant vers la sécurité. S'il y a doute, on optera donc pour une fosse où les murs seront montés depuis sa partie inférieure.

Pour la latrine type ci-dessus, qui demande un volume utile de la fosse de 2,7 m³, on pourrait adopter pour une forme parallélépipédique les dimensions suivantes :

Largeur utile (l_0) : $l_0 = 1 \text{ m}$	largeur de la fosse (l) = $l_0 + 0,2$	= 1,2 m
Longueur (L_0) : $L_0 = 1,4 \text{ m}$	Longueur de la fosse (L) = L_0	= 1,8 m
Hauteur (H_0) : $H_0 = 2,5 \text{ m}$	Hauteur de la fosse (H) = H_0	= 2,5 m

Pour le cas d'une double fosse, on aura besoin d'une surface de (2,2 x 1,8 m²) et une profondeur de 2,5 m. 20 cm correspond à l'épaisseur du mur de séparation des deux fosses. Dans le cas d'une construction en terrain instable, et au cas où la nappe d'eau souterraine n'est pas profonde, la fosse doit être hors sol. Dans ce cas, il faut tenir compte des dimensions des murs des fosses avant la réalisation de la fouille. En général, la réalisation d'une latrine à double fosse ventilée pour une famille de 15 personnes demande une surface au sol minimale de 5 m². Cette surface pourra s'augmenter en fonction des aménagements annexes qu'il faut

réaliser pour assurer un bon usage de la latrine (escalier, plate forme, caniveaux, etc...).

2. Matériaux

Les matériaux utilisés pour les murs ou les fondations (partie supérieure de la fosse) peuvent être variés, et sont seulement soumis à la condition de résistance dans le temps. Peuvent donc être utilisés : la brique, les parpaings, la pierre taillée liée avec du mortier. D'autres solutions ont été testées (bois, bambous, tronc d'arbres, vieux fûts perforés, blocs de sols compactés et stabilisés), mais leur résistance est plus hypothétique, et leur utilisation demandera parfois un traitement préalable.

B. La dalle

1. Dimensions et conception

La dalle (ou les dalles, cela dépend de la dimension de l'ouvrage) a deux fonctions principales : boucher la fosse, et servir de support à la fois à la superstructure, au système de ventilation, et aux usagers de la latrine. Dans notre cas, on explicitera le cas des dalles, le plus fréquemment employé dans les latrines à fosse ventilée. Elles doivent épouser la forme de la fosse, et la recouvrir complètement. On pourra donc avoir des dalles rectangulaires ou circulaires. Ces dalles doivent remplir deux fonctions : elles doivent résister aux charges, et être amovibles pour pouvoir vidanger la fosse. Pour être amovibles on prévoira donc des crochets permettant de les soulever (figure n°5).

Ensuite, le choix des dimensions dépend de la taille de la fosse en sachant que les longueurs en portée doivent rester raisonnables. (moins de 1,5m si possible). On peut également préciser que des épaisseurs allant de 60 à 90 mm sont généralement admises. Un dispositif d'encastrement permet une couverture maximale de la fosse.

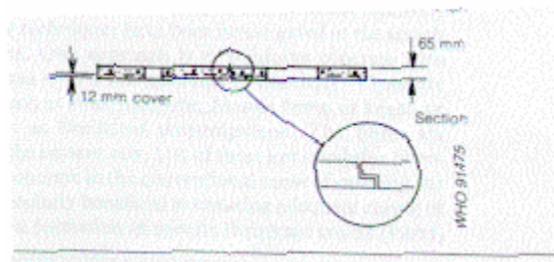


Figure 5: encastrement des dalles

Une partie importante de la conception des dalles consiste à prévoir des réservations pour le trou de défécation, le tuyau de ventilation, et le tuyau d'évacuation des eaux usées et le tuyau d'aération. On se reportera pour cela au chapitre suivant (démarche de construction), car cela intervient pendant le processus de coulage des dalles.

2. Matériaux

Là encore de nombreuses options existent : le PVC, le bois, etc, mais la solution la plus utilisée reste le béton armé. Il présente en effet des qualités de résistance intéressantes, son coût est modéré et sa mise en œuvre relativement simple.

Les dosages les plus communément utilisés pour le béton sont : un sac de ciment pour 1,5 brouettes de sables et 2,5 brouettes de gravier. Le poids d'eau ajouté ensuite doit être d'environ 55% du poids du ciment. Cependant, cette quantité peut être augmentée si l'on se trouve dans un milieu chaud et/ou aride. Pour se donner une idée des quantités mises en jeu dans ce type de dosage, on mélangera un sac de ciment de 50 kg avec 0,07 m³ de sable, 0,140 m³ de graviers, et 0,027 m³ d'eau, ce qui donnera 0,17 m³ de béton. On se référera à l'annexe 2 pour plus de précision. Une particulière attention doit être donnée au béton afin d'assurer la solidité des dalles. On veillera notamment au curage du béton (qui consiste à couvrir le béton pour qu'il maintienne sa température et son degré d'humidité). Après le coulage, les dalles doivent être arrosés chaque soir afin de réduire les retraits brutaux origine des micro fissures. .

Les barres de fer généralement utilisées pour les armatures sont des fers de 6 et de 8. (C'est généralement suffisant). Dans un souci de sécurité, on peut être amené à employer des fers de 10 dans le sens longitudinal, en employant des fers de 6 dans le sens transversal (cf. exemple). Les espacements maximaux recommandés entre chaque fer sont de 150 mm dans le cas de fers de 6, et de 250 mm dans le cas de fers de 8, dans le cas où la longueur de la dalle ne dépasserait pas 1.5 m. Dans les exemples que nous avons réalisés, les espacements entre les fers de 6 étaient maintenus à 150 mm et celui des fers de 10 à 160 mm.

C. Le système de ventilation

1. Dimensions et conception

Le système de ventilation (généralement composé d'un unique tuyau reliant la fosse à l'air libre couvert d'un filet ou grille anti-insectes) a deux objectifs principaux :

- Créer et entretenir une circulation dans la latrine permettant d'évacuer les mauvaises odeurs.
- Agir comme source de lumière afin d'attirer les mouches à l'extérieur de la fosse et les diriger vers le filet du tuyau. (les mouches ne stagnent donc plus au niveau des excréments, et cela diminue les risques qu'elles véhiculent des maladies).

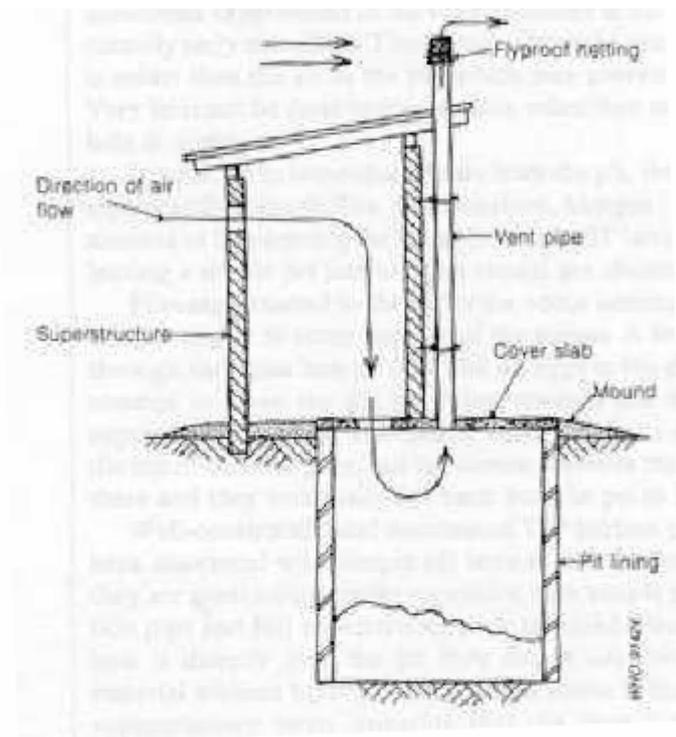


Figure 6: circulation de l'air dans une latrine ventilée

Plusieurs recommandations sont à suivre tant au niveau de l'emplacement du tuyau qu'au niveau de ses dimensions afin qu'il remplisse ses objectifs :

- Afin que le circuit de ventilation se fasse correctement, le tuyau doit dépasser d'au moins 50 cm le point le plus haut du toit. .
- Afin de ne pas gêner la circulation d'air, la latrine doit se trouver éloignée tant que possible d'éléments perturbateurs : arbres, etc.
- On réalise en général un tuyau par fosse excavée.
- Le tuyau doit être placé de préférence à l'extérieur de la superstructure, pour éviter les problèmes d'étanchéité. (La pose du tuyau à l'intérieur nécessite la confection d'un joint entre le toit et le tuyau qui peut être délicate si les matériaux appropriés ne sont pas disponibles)
- Au vu de la circulation d'air présentée dans le schéma, on placera l'entrée de la latrine face au vent, ainsi que les ouvertures.
- Le tuyau quant à lui sera placé à l'endroit le plus ensoleillé possible, car l'augmentation de température de la surface du tuyau favorise ses capacités d'aspiration. Pour améliorer encore ce phénomène, on peut recouvrir le tuyau d'une fine pellicule de peinture noire favorisant l'absorption de la chaleur.
- La forme du tuyau sera généralement circulaire, mais ce n'est pas une obligation.

Tableau 1: dimensionnement des tuyaux de ventilation

	PVC	Brique (section carrée)	Roseaux enduit de ciment
Vitesse moyenne de vent inférieure à 3m/s (11km/h)	150 mm	230 mm	250 mm
Vitesse moyenne de vent supérieure à 3m/s (11km/h)	100 mm	180 mm	200 mm
Installation rurale ou urbaine à faible coût	100 mm	190 mm	200 mm

2. Matériaux

On peut employer, au choix : du PVC, des briques (type cheminée), des parpaings, des roseaux enduits de ciment, des bambous évidés, etc. Le choix se fera en fonction de la disponibilité des matériaux, des ressources économiques disponibles, des conditions climatiques (la tôle ne peut être utilisée que dans des endroits très secs du fait des problèmes de corrosion, le plastique a une résistance au soleil limitée...).

D. La superstructure

1. Dimensions et conception

La fonction principale de la superstructure est de préserver le confort et l'intimité de l'utilisateur. Dans le cas des latrines à fosse ventilée, la superstructure a encore deux fonctions complémentaires :

- faire de l'ombrage au-dessus du trou de déjection, de façon à ne pas attirer les mouches dans la fosse, et orienter le courant d'air vers la fosse en laissant une ouverture dans la partie supérieure orientée face au vent ;
- protéger l'utilisateur des intempéries et la vue du voisinage.

La forme de la superstructure dépendra des traditions et coutumes du pays où se réalise le projet. On veillera particulièrement à maintenir la superstructure close pour ne pas favoriser l'intrusion des insectes. Cependant, pour rendre la latrine plus accueillante et plus éclairée, on pourra peindre en blanc l'intérieur.

La superstructure a en général à peu près les dimensions de la fosse en surface et des élévations standard d'une pièce de maison (2,10 à 2,50m).

2. Matériaux

La superstructure pourra être construite avec diverses gammes de matériaux : le torchis crépis ou non, le parpaing de ciment, les briques de terre, etc.. Le toit peut être couvert de béton, de chaume, de tôle ou de tout autre matériel imperméable.

On utilisera de préférence les matériaux locaux, surtout dans les zones rurales éloignées des voies de communication.

E. Le système d'évacuation des eaux usées

Les enquêtes menées sur le terrain démontrent que la plupart du temps, les latrines servent aussi de douches à la population. C'est pourquoi, afin d'éviter les pénétrations d'eau dans la fosse (pour ainsi limiter la transmission des agents polluants dans le sol), la mise en place d'un système d'évacuation des eaux usées paraît nécessaire.

1. conception

On emploiera des tuyaux de diamètres inférieurs aux diamètres utilisés pour la ventilation. Dans notre projet ont été utilisés des tuyaux de diamètre 63 mm. Un système de tuyauterie récupère les eaux de toilette dans les deux cabines et les dirige en une seule sortie vers la rigole la plus proche. Pour éviter toute confusion, nous demandons aux ménages de se laver dans la cabine où la fosse est fermée. Ceci pour éviter des déversements accidentels de l'eau dans les fosses.

2. Matériaux

Le PVC est le matériau le plus couramment utilisé.

F. L'intérieur de la latrine

L'intérieur de la latrine est seulement meublé par le siège de défécation.. Ce siège doit être adapté à tous les usagers, enfants ou adultes, c'est pourquoi on adoptera la forme présentée dans la photo ci-dessous. Le rétrécissement permet aux enfants d'utiliser le WC dans de meilleures conditions et ainsi de ne pas souiller le site. D'autres conceptions de siège sont proposés et permettent une évacuation des urines hors de la fosse. Ces options sont en étude en vu de leur utilisation dans les prochains ouvrages.



Figure 7: vue d'un siège d'une latrine

III. DEMARCHE DE CONSTRUCTION

Cette partie est en fait une synthèse des observations faites sur le terrain dans le quartier de Melen IV à Yaoundé et des recommandations bibliographiques.

A. La fosse

La construction se déroule en plusieurs étapes :

- ✓ Excavation de la fosse à l'aide de pelles, lorsque le type de sol le permet. Sinon, la fosse sera montée de toute pièce et on se référera au procédé de construction en terrains instables.



Figure 8 : vue d'une fosse avant construction

Ensuite, deux cas s'opposent, celui du terrain stable et celui du terrain instable :

- ✓ Terrain instable : on devra monter les quatre murs et la séparation des deux fosses depuis le bas de la fosse à l'aide de parpaings de 15 à raison de 12,5 parpaings par m². Un chaînage sera réalisé à au tiers de la hauteur du mur pour plus de stabilité. On utilisera des fers de 8 ou de 10 en fonction de la hauteur de la fosse. Un poteau sera aussi prévu à chaque angle de la fosse et dans le cas où le mur a plus de 3m de longueur, il faut aussi prévoir un poteau au milieu. Le ferrailage de ces poteaux sera composé de fers de 8 dans la longueur et de fers de 6 pour les cadres.

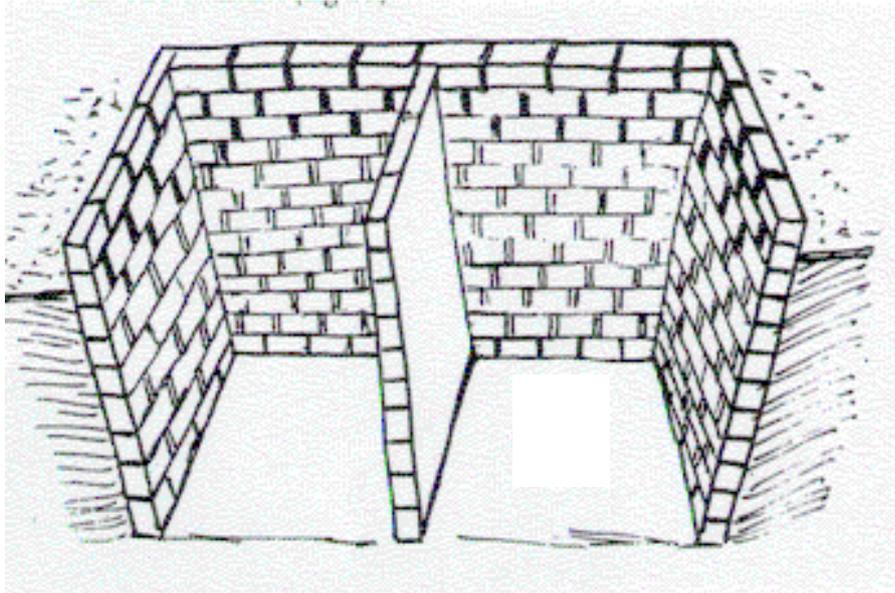


Figure 9 : construction de la fosse en cas de terrain instable (murs montés sur toute la hauteur de la fosse). Nota : le chaînage n'apparaît pas sur la figure.

- ✓ Terrain stable : Dans ce cas là, seuls le mur de séparation est construit à partir de la fosse. Dans ce cas, il faut prévoir les poteaux aux extrémités du mur et au milieu si sa longueur dépasse 3 m. Une poutre est aussi prévue au tiers de la hauteur. Cependant, pour assurer de bonnes fondations aux dallettes, on doit, à 50 cm du haut de la fosse, excaver un peu de terre et réaliser un muret de 3 à 5 rangées de parpaings sur tout le périmètre de la fosse. Le nombre de rangées de parpaing est déterminé de façon à fonder ces murets sur le « bon sol ».

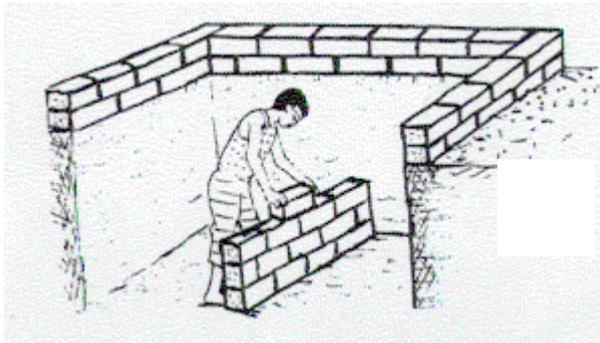


Figure 10 : construction de la fosse en cas de terrain stable (seule la séparation est montée depuis le bas)

Enfin, un chaînage supérieur commun aux deux cas est réalisé sur tout le périmètre de la fosse ainsi que sur la séparation des deux fosses en reprenant également les efforts des poteaux. Les dimensions de ce chaînage est fixé en fonction de l'épaisseur du mur de la superstructure et aussi de la longueur d'appui des dallettes. Dans notre cas, les murs de la superstructure ont une épaisseur de 10 cm et la longueur d'appui des dallettes de 8 cm. Les dimensions retenus pour une section de chaînage est donc de 10 x 20 cm pour les murs extérieurs et 10 x 30 cm pour le mur de séparation.

Le schéma de ferrailage de ces poutres est présenté à la figure n°11.

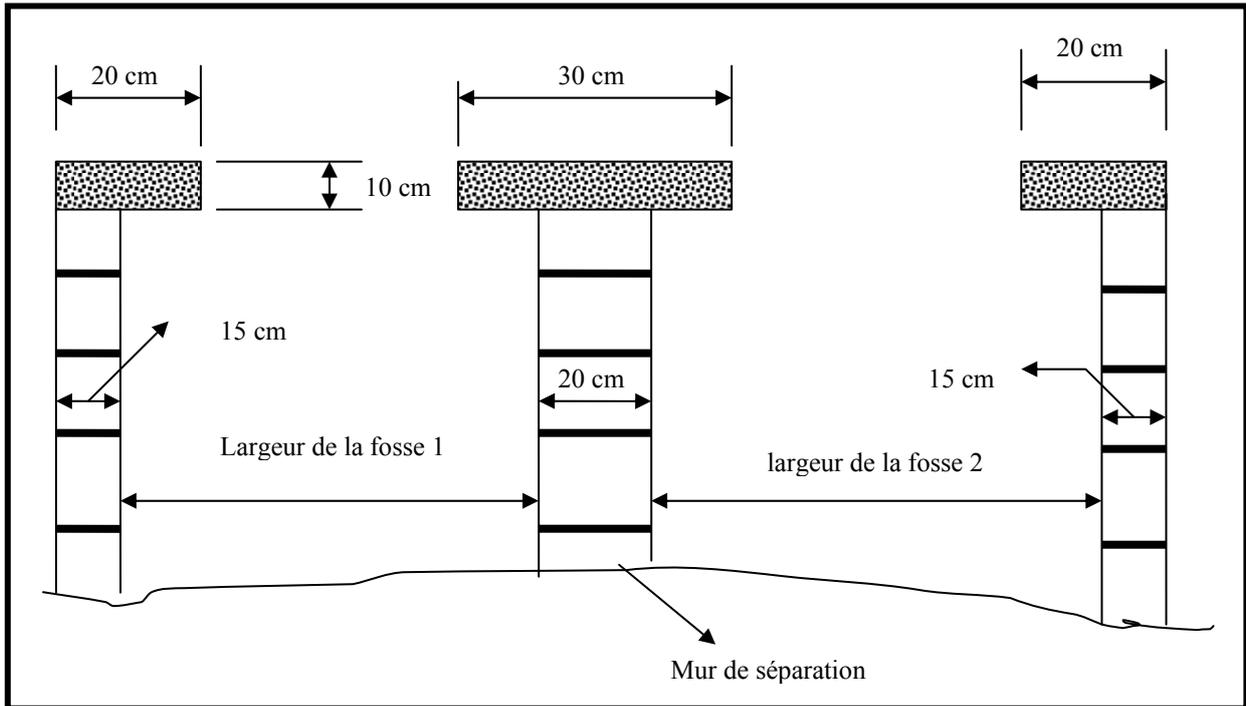


Figure n°11 : Vue en coupe du chaînage.

B. Les dallettes

Le coffrage des dallettes est une opération primordiale qu'il est important de réaliser avec soin. En effet, les dallettes vont supporter le poids des utilisateurs, et leur coulage détermine aussi les positions de la ventilation et du système d'évacuation des eaux.

La disposition du coffrage et du ferrillage est donc bien particulière. Elle est présentée en annexe 3.



Figure 12 : vue d'un coffrage de dallettes

Il faut également veiller à :

- ✓ L'emplacement des tuyaux de ventilation et d'évacuation des eaux. Autant que faire se peut, on place
- ✓ Utiliser de l'huile de frein (ou de vidange) pour pouvoir décoffrer sans risque d'abîmer la dalle.
- ✓ Bien respecter le temps de séchage du béton avant de décoffrer (3 jours minimum).
- ✓ Ne pas oublier de faire ressortir les languettes des dalles qui permettront de vidanger la fosse.
- ✓ arroser les dalles au moins une fois par jour pendant la période de séchage.



Figure 13 : vue des languettes à faire ressortir pour la maintenance de la fosse

- ✓ L'amorce du tuyau de ventilation sera protégée avec du papier ciment en attente de poser le tuyau lui-même.

C. La superstructure

Elle doit reposer sur le chaînage et les dalles. Là aussi, une chronologie doit être respectée :

- ✓ Des parpaings de 10 doivent être montés sur une hauteur de 2.30m environ.
- ✓ Dans la partie supérieure du mur où seront situées les portes, on devra prévoir des trous pour permettre à l'air de passer et donc d'assurer la ventilation de la latrine. Ces réservations auront une surface équivalente à 6 tuyaux de diamètre 100 mm par cabine.



Figure 14 : vue des réservations destinées à favoriser la ventilation

- ✓ Une fois ces réservations effectuées, on applique la chaux (à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine) et de la peinture noire (à l'extérieur seulement) ;
- ✓ Enfin, après avoir ajusté le tuyau de ventilation (cf. partie suivante), on pose les lattes et les tôles de la toiture, en veillant à combler les espaces (avec du mortier par exemple) pour que l'air ne rentre que par les trous prévus à cet effet.

D. Le système de ventilation

Là encore, afin d'assurer une bonne ventilation, on procède suivant une démarche établie :

- ✓ Tout d'abord, en partant depuis l'amorce du tuyau de ventilation, on utilise un fil à plomb pour localiser l'endroit de la réservation dans le toit.
- ✓ On réalise alors la réservation et on pose le tuyau, en respectant l'emboîtement des tuyaux au niveau de l'amorce. (l'amorce est le bout « mâle » et le tuyau le bout « femelle »).



Figure 15 : emboîtement des tuyaux de ventilation

- ✓ On étanchéise le joint du tuyau avec la toiture pour éviter les ruissellements lors des pluies, en particulier lorsqu'on a été obligé de placer le tuyau à l'intérieur de la cabine. Pour poser le flash bande qui sert de joint, il est recommandé de bien le chauffer (avec un bec à gaz par exemple) au préalable pour assurer une meilleure adhérence.
- ✓ On vérifie ensuite la verticalité du tuyau (primordial pour assurer une bonne ventilation et attirer les mouches vers le grillage) à l'aide d'un fil à plomb et d'un niveau d'eau.
- ✓ Enfin, on pose le grillage anti-mouches sur la sortie du tuyau.

E. Evacuation des eaux

La pose des tuyaux doit bien sûr être préalable à la pose des dallettes et à la construction de la superstructure, puisque le tuyau passe par en dessous. Trois recommandations sont à faire :

- ✓ Evacuer les eaux vers une rigole ou un caniveau pour éviter que l'eau ne s'écoule près de la fosse et favorise ainsi un processus d'érosion et d'infiltration autour de celle-ci.
- ✓ Donner une pente suffisante pour l'évacuation (2% minimum).
- ✓ Placer un grillage de maille 1 mm² à l'entrée du tuyau pour éviter que des objets ne viennent l'obstruer et ainsi empêcher l'écoulement.

F. L'intérieur de la latrine

On doit particulièrement veiller à :

- ✓ Libérer la languette du pot de manière totale pour permettre aux enfants de déféquer.
- ✓ Réaliser une chape au-dessus des dallettes en faisant ressortir les languettes des dallettes

- ✓ Poser une dalle amovible sur le trou de la fosse non utilisée pour dissuader les utilisateurs de s'en servir.



Figure 16 : vue de la dalle amovible posée dans la fosse non utilisée

G. Autres aménagements

Dans le cas de fosse surélevée, l'aménagement d'escaliers s'avèrent nécessaires.



Figure 17 : exemple d'aménagement annexe: escalier

IV. L'UTILISATION

A. Maintenance quotidienne

Plusieurs consignes sont à suivre afin de ne pas fausser le fonctionnement de la latrine :

- ✓ Ne jeter dans la fosse que les excréta et le matériel hygiénique.(pas d'eau, de déchets..etc.)
- ✓ N'utiliser qu'une seule fosse à la fois.
- ✓ Poser une dalle ou un cache sur le trou de défécation lors de la douche.
- ✓ Maintenir la porte de la cabine fermée pour éviter l'entrée des insectes ou des mouches et assurer la ventilation.
- ✓ Nettoyer l'intérieur de la latrine régulièrement en fermant là aussi le trou de défécation.

B. Maintenance périodique.

Une fois la première des deux fosses remplies, cette fosse doit être fermée après avoir recouvert d'une couche de terre les excréta, c'est à dire que l'on interdit son utilisation comme WC. On peut cependant l'utiliser comme douche si le trou a bien été recouvert. Pendant ce temps là, on utilise l'autre fosse comme WC. Après une période minimum deux ans, on peut vidanger la fosse si elle est pleine. Pour cela, on casse la chape mise en place, et on soulève deux ou trois dalles. Puis, à l'aide de pelles, on vide le contenu de la fosse. Ce contenu peut être utilisé comme engrais par la suite. Le même cycle peut être recommencé autant de fois que l'on veut, du moment où la structure de la latrine résiste.

1- Quand faut – il passer à la deuxième fosse ?

Lorsque le première est pleine, c'est à dire que les excréments se trouvent à moins de 50 cm du des dalles.

2 - Comment faire lorsqu'on veut passer à la deuxième fosse.

1. Repérer les languettes et les libérer ;
2. Repérer les joints entre les dalles. Pour cela, il faut savoir qu'une dalle a une largeur de 35 cm, avec 5 cm de recouvrement. Donc à partir du milieu de la languette, le joint de la dalle se trouve à 15 cm ;
3. enlever le siège ;
4. Enlever la dalle en béton de fermeture du trou de la fosse non utilisée ;
5. Placer le siège sur le trou de la fosse non utilisée et l'ouvrir pour les besoins du ménage ;
6. Libérer les joints des dalles en enlevant la chape lisse. Faire enlever par un professionnel (un maçon).
7. lorsque les joints seront libérés, commencer par enlever la dalle la plus proche de la porte, puis la deuxième, et ainsi de suite jusqu'à obtenir une ouverture suffisante pour accéder dans la fosse.

8. S'assurer que les excréments se sont bien stabiliser ;
9. Utiliser une échelle de 3,5 m de long environ suivant la profondeur de la fosse ;
10. Enlever la matière organique à l'aide d'une pelle, d'un seau et d'une corde.
11. Lorsqu'on a tout enlevé, refermer la fosse ;
12. Refaire la chape sur les endroits touchés ;
13. Remettre un dalle en béton enlevée sur la fosse non utilisée pour refermer le trou.
14. Utiliser la matière organique enlever de la fosse pour vos besoins de jardin.

VI DES AMELIORATIONS A APPORTER

Du concept de latrine améliorée on passe de plus en plus actuellement vers les latrines écologiques. Le principe de base de ce type de latrine est basé sur le fait que les excréments humains constituent une source de matière organique pour l'amendement des sols agricoles. L'assainissement écologique est une approche durable pour recycler les nutriments contenus dans les excréta humains, afin de les transformer en matière organique nécessaire pour la fertilisation. Dans ce concept, l'homme retourne dans le sol, les aliments, les végétaux qu'il a prélevé pour se nourrir. Dans ce système, les bactéries pathogènes contenus dans les excréta sont détruits pendant leur séjour dans la latrine. On récupère à la fin du cycle une matière organique saine pour l'utilisation agricole. Dans ce système, comme dans les latrines ventilées sèches que nous venons de décrire, aucune goutte d'eau ne doit entrer dans la latrine. Dans une étude récente menée par le PNUD, l'UNICEF et d'autres partenaires au Mexique, on a mis au point un modèle de latrine dite écologique dont son principe de fonctionnement est présenté dans la figure n°18.

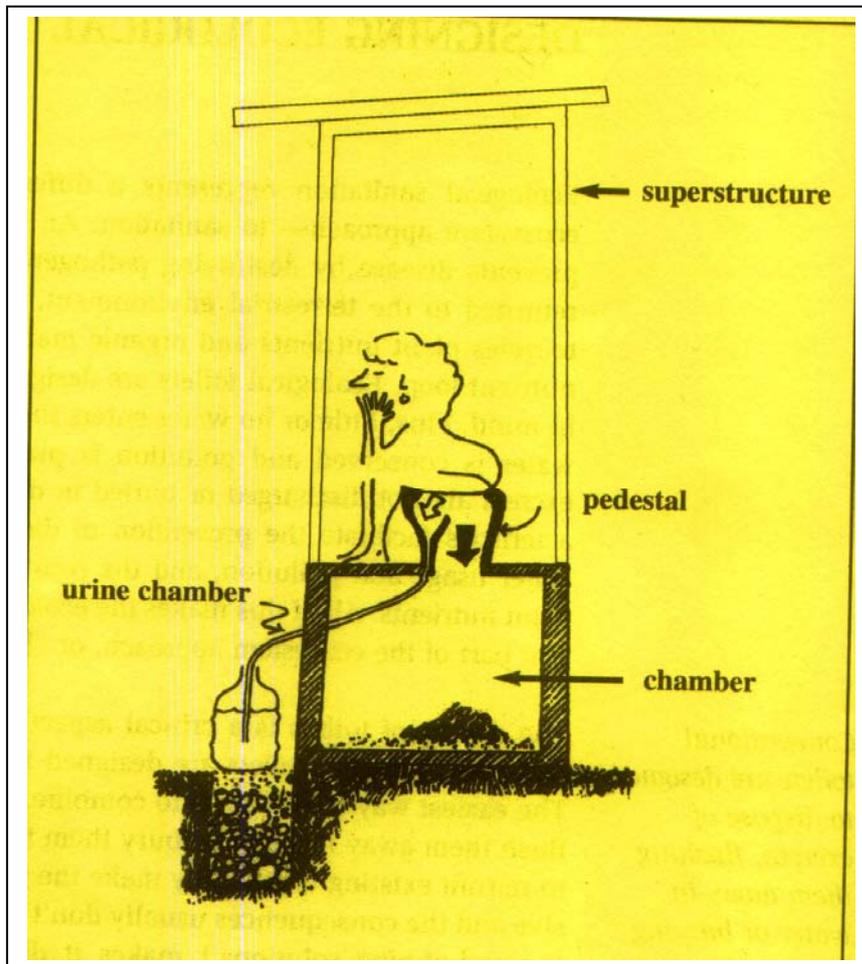


Figure n°18 : Principe de fonctionnement d'une latrine écologique.

Cette latrine est composée de trois parties :

- Une superstructure bâtie sur le même modèle que celui que nous avons réalisé dans le projet de Melen IV ;

- Une fosse, comprenant une dalle, un siège et la fosse à proprement parler. La figure ci-dessus ne donne pas les détails de la dalle. Mais le système de dalle amovibles tel que pratiqués dans le projet de Melen IV peut bien s'appliquer dans ce cas ;
- L'originalité de ce système par rapport aux latrines de Melen IV se trouve dans la conception du siège. En effet, le siège permet de faire ses besoins en position assise comme dans une toilette moderne. En plus elle est conçue pour faire une séparation entre les urines et les excréta. Ce qui permet de garder la latrine réellement sèche (figure n°19).

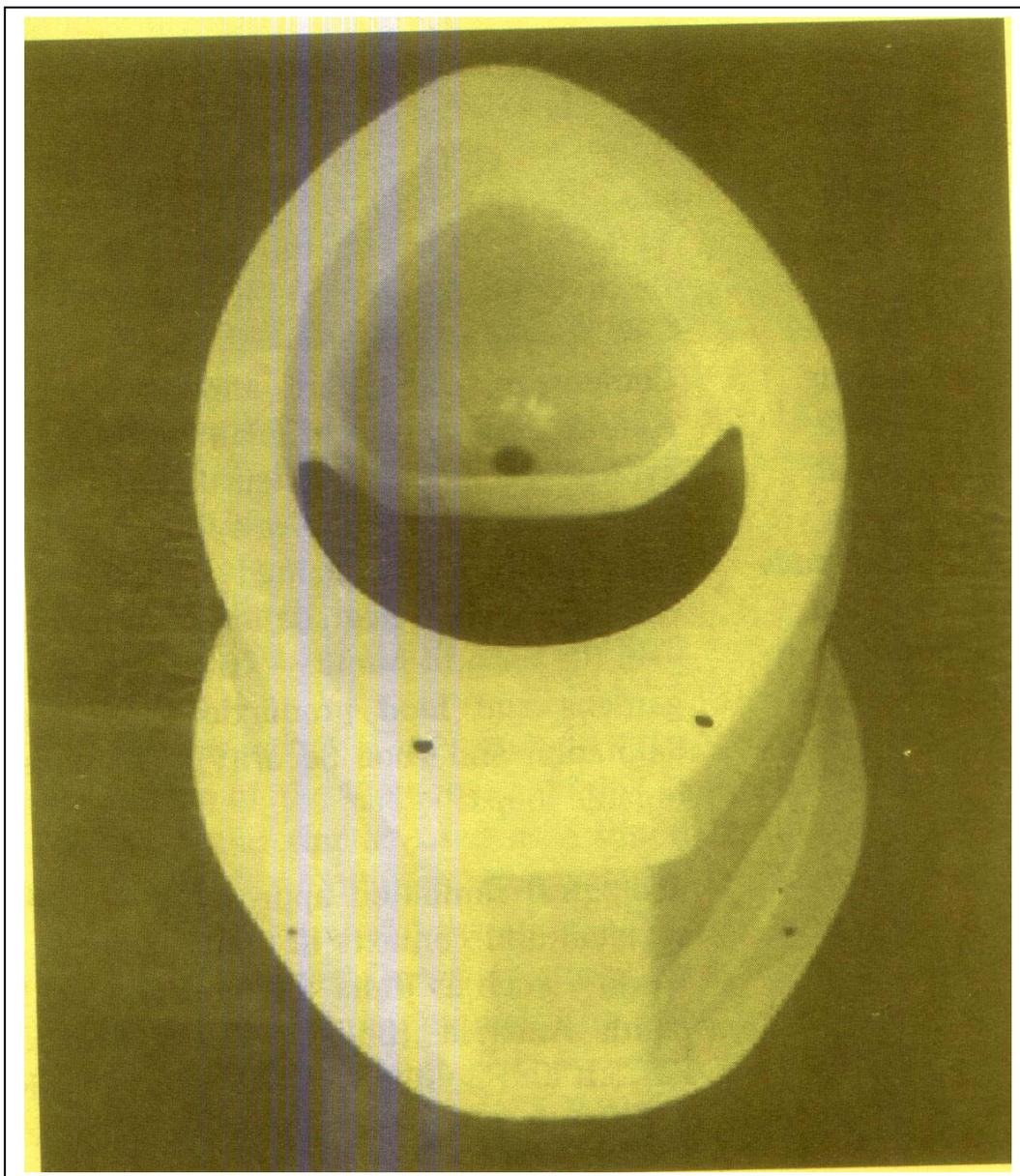


Figure n°19 : exemple de siège permettant la séparation des urines et des excréta.

En milieu rural, les urines sont récupérées dans un récipient et utilisées pour les besoins de fertilisation des sols (apport d'azote contenu dans les urines). La

fosse est en forme parallépipédique reçoit les excréta. Elle doit être protégée contre toute infiltration d'eau. Dans le cas où la nappe phréatique est peu profonde, il faut réaliser d'abord une couche étanche sur le sol avant la construction de la fosse. Les urines sont utilisées directement après être diluées (10 à 20%) avec de l'eau. Tant dis que pour les excréments, il faut attendre pendant une période longue dans la deuxième fosse avant l'utilisation. Ceci permet de détruire les bactéries pathogènes pendant la période de biodégradation. Ce type de latrine a été utilisé au Mexique. Les sièges sont fabriqués en béton ou en fibre de verre. Ce type de latrine est très conseillé dans les quartiers spontanés des villes où les ménages ont difficilement accès à l'eau potable par le réseau.

Les analyses faites dans les pays nordiques et en Asie montrent que les excréments et les urines ont une valeur agronomique indéniable (tableau n°2).

Tableau n°2 : Contenu nutritif des excréta et des urines

Eléments fertilisants	Urine	Excréta	Urines + excréta
L'azote	11%	1,5%	12,5%
Phosphore	1%	0,5%	1,5%
Potassium	2,5%	1%	3,5%
Carbone organique	6,6%	21,4%	30%

En dehors du carbone organique, les urines sont 2 à 8 fois plus riches en éléments fertilisants que les excréments. En les utilisant diluées dans l'eau pour arroser les plantes, on a un apport important en azote, phosphore et potassium, tant dis que les excréta peuvent être utilisés pour la matière organique. En milieu urbain, ce qui rend ce type d'ouvrage attrayant, c'est surtout la possibilité de l'utiliser dans une période de temps suffisamment long et surtout la réduction de la contamination des nappes d'eau souterraines.

L'inconvénient majeur de l'usage de siège séparateur d'urine en milieu urbain c'est l'utilisation de ces urines. En effet, au cas où ces urines sont déversées dans les caniveaux avec les eaux usées, elles peuvent dégager des odeurs nauséabondes difficiles à supporter dans les quartiers à forte densité de population. Signalons aussi que la présence d'un siège permettant à l'utilisateur de s'asseoir comme dans les toilettes modernes peut être une cause de transmission de maladies vénériennes et diarrhéiques de toutes sortes. En effet l'hygiène qui doit accompagner ce genre d'installation n'est pas assurée de manière systématique dans cette couche sociale. Par ailleurs, le coût pourra être un facteur limitatif. Il est recommandé de mener des études de faisabilité pour définir les conditions d'utilisation de ce type de siège dans le contexte de Yaoundé.

Bibliographie

CREPA (Centre Régional por l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût).(1994) :
Manuel sur la construction, l'exploitation et l'entretien de la latrine améliorée à double fosse ventilée (VIP) type Dagnoin. Ouagadougou, novembre 1994. 22 pages.

Franceus, R., Pickford, J., et Reed, R. (1992) : A guide to the development of on-site sanitation. Loughborough, Organisation Mondiale de la Santé. 1992. 237 pages.

Steven A., Ingvar Andersson, Astrid Hillers, Ron Sawyer. Closing the loop : ecological sanitation for food security. UNDP, SIDA, UNicef, ..., Publication on Water Resources n°18. Mexico, 2001. 96 pages.

Annexe 1 : proportions de matériaux utilisés dans le projet

Quantités nécessaires à la fabrication de 1 m³ de béton

- ✓ 800 l de graviers (14 brouettes)
- ✓ 400 l de sable (7 brouettes)
- ✓ 7 sacs de ciment de 50 kg chacun
- ✓ 130 l d'eau

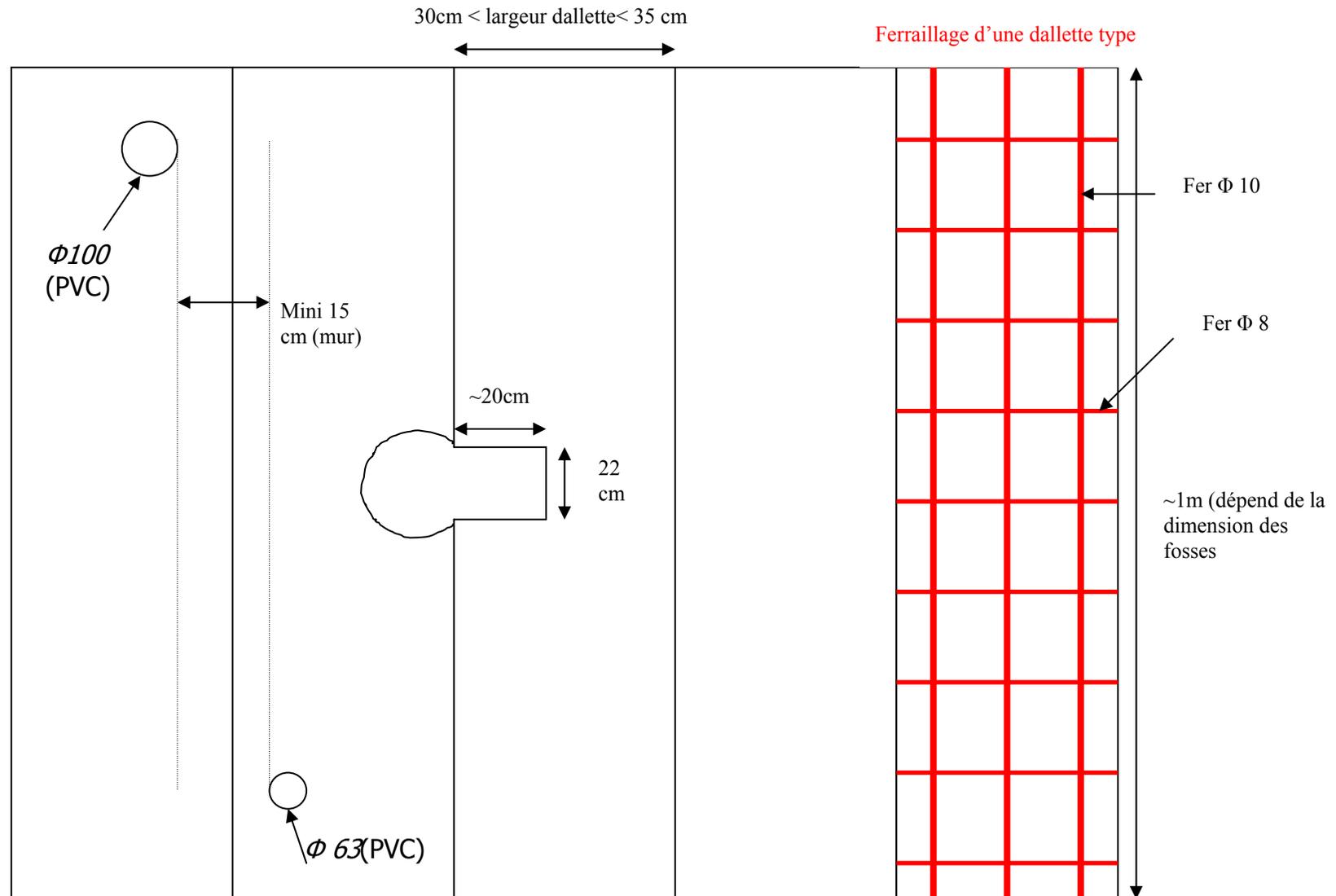
Quantités nécessaires à la fabrication d'1 m³ de mortier

- ✓ 1000 l de sable (17 brouettes)
- ✓ 7 sacs de ciment
- ✓ 130 l d'eau

Annexe 2 : coûts des matériaux au Cameroun en octobre 2001

Matériau	Type d'unité	Prix unitaire (FCFA)
Sable fin	<i>m3</i>	23000
Sable Sanaga	<i>m3</i>	25000
Graviers 5/15	<i>tonne</i>	15000
Sikalites	<i>sachet</i>	1200
Ciment	<i>sac de 50 kg</i>	4300
Fers de 6	<i>barre de 12 m</i>	1300
Fers de 8	<i>barre de 12 m</i>	1900
Fers de 10	<i>barre de 12 m</i>	3700
Parpaings de 15	<i>unité</i>	225
Parpaings de 10	<i>unité</i>	200
Siège	<i>unité</i>	14000
Lattes en bois	<i>unité</i>	1500
Tôle 3 m	<i>unité</i>	5000
PVC diamètre 100	<i>unité</i>	3800
PVC diamètre 63	<i>unité</i>	2500
Coude PVC	<i>unité</i>	1100
Té PVC	<i>unité</i>	110
Portes	<i>unité</i>	25000
Béton (coût calculé à partir des quantités utilisées dans le projet)	<i>m3</i>	65300
Mortier (coût calculé à partir des quantités utilisées dans le projet)	<i>m3</i>	53100

Annexe 3 : Disposition du ferrailage et des réservations lors du coffrage des dalles



Annexe 4 : Devis d'une latrine type double fosse ventilée à Melen IV construit sur un sol stable.

Le tableau ci-dessous récapitule les coûts d'une latrine type double fosse. Quelques précisions quant aux hypothèses prises pour le calcul sont à faire :

- ✓ Les dimensions de la fosse de cette latrine type sont : **2.5 m (longueur)* 1.5 m (largeur)* 3 m (profondeur)**.
- ✓ Le terrain est considéré comme stable, et les murs ne sont donc pas montés depuis le bas de la fosse. Seule une fondation de 50 cm de hauteur sur tout le périmètre de la fosse est réalisé pour soutenir les dalles et la superstructure.
- ✓ A chaque désignation, j'ai associé les parties de la latrine à laquelle étaient destinés ces matériaux.
- ✓ La superstructure se présente comme une maisonnette de **2.10 m de haut**.
- ✓ Pour le nombre de parpaings, un ratio de **12.5 parpaings/m²** est considéré.
- ✓ Pour le prix unitaire en béton et mortier, j'ai réalisé un calcul à partir des prix unitaires du sable, ciment et graviers, en prenant les quantités suivantes :
 1. *1 m³ de béton* : 800 l de graviers, 400 l de sable, 350 kg de ciment, eau
 2. *1 m³ de mortier* : 1 m³ de sable, 350 kg de ciment, eau.

Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire (FCFA)	Total (FCFA)
<i>Parpaings de 15 : mur de séparation de la fosse, fondation de la fosse</i>	110	u	225	24750
<i>Fers de 6 (barres de 12m): attaches des poteaux de la fondation, chaînage, poutre à mi-hauteur</i>	6	u	1300	7800
<i>Fers de 8: poteaux, poutre à mi hauteur, dallettes, chaînage, poutre</i>	7,5	u	1900	14250
<i>Fers de 10 : dallettes</i>	3	u	3700	11100
<i>Parpaings de 10:murs de la superstructure</i>	250	u	200	50000
<i>Béton: poutre, chaînage, poutre mi hauteur, poteaux, semelle, bourrage parpaings de 15</i>	1,69574	m ³	75000	127500
<i>Mortier de joints</i>	0,5	m ³	65000	32500
<i>Chevrans</i>	3	u	2500	7500
<i>Lattes</i>	3	u	1500	4500
<i>Tôles 3 m</i>	3	u	5000	15000
<i>PVC ventilation (diamètre 100)</i>	2	u	3800	7600
<i>Coudes :évacuation des eaux</i>	3	u	1100	3300
<i>Tés: évacuation des eaux</i>	1	u	1100	1100
<i>Flashbande: joint du tuyau de ventilation</i>	1	m	500	500
<i>Siège</i>	1	u	14000	14000
<i>PVC évacuation des eaux (diamètre 63)</i>	2	u	2500	5000
<i>Porte</i>	2	u	25000	50000
<i>Coffrage</i>	10	u	2000	20000
			Total Matériaux	396400
			<i>Main d'œuvre: 30% coûts matériaux</i>	118920
			<i>Transport des matériaux: forfait</i>	15000
			TOTAL	530320