PROJET DECONNECT

NOTE TECHNIQUE SUR L'INSTALLATION DE SYSTEME SEC A SEPARATION EN BATIMENT COLLECTIF

Automne 2021

Document très inspirés des travaux du laboratoire d'OCAPI et particulièrement de la publication de Florent BRUN sur le sujet.

1. Le trône ecodomeo

a. *Fonctionnement*

Les toilettes séparent les urines des matières fécales grâce à un tapis incliné situé à l'intérieur du siège. Ce tapis est mis action soit par une pédale mécanique, soit par un moteur électrique (moteur avec bouton qui donne la sensation de « tirer la chasse), ce qui rend leur installation facile dans tous les sites.

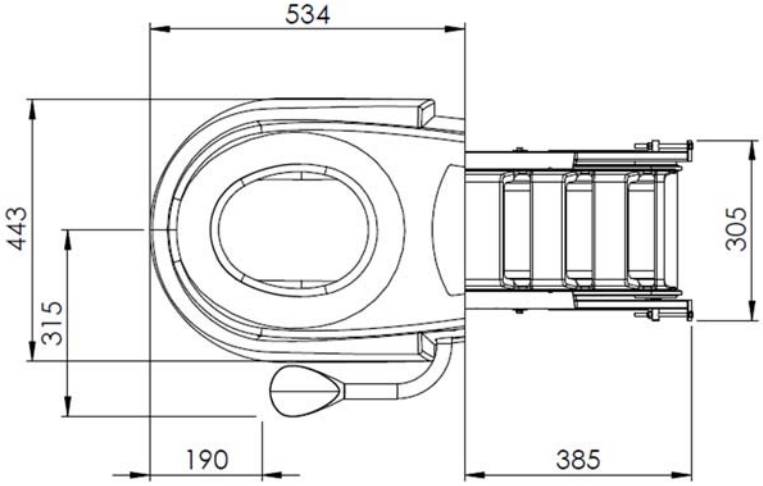
Les toilettes Ecodomeo ont été conçues pour réduire au minimum les entretiens et les changements de pièces. Toutes les pièces sont en inox ou plastiques résistants aux conditions d'utilisation les plus rudes (gel, air salin, fortes chaleurs, acidité, ..) ce qui rend le système robuste et fiable. La conception de ces toilettes sèches permet une intervention mineure sur le bâtiment pour leur installation.

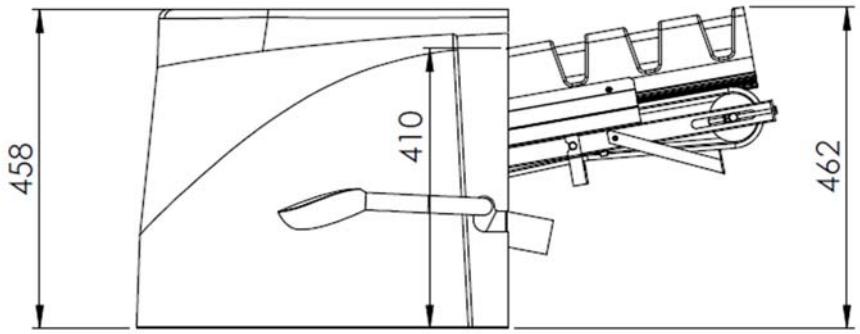
Avec 10 ans d'expérience et plusieurs références notables, ce système est particulièrement bien adapté au logement collectif pour les raisons suivantes :

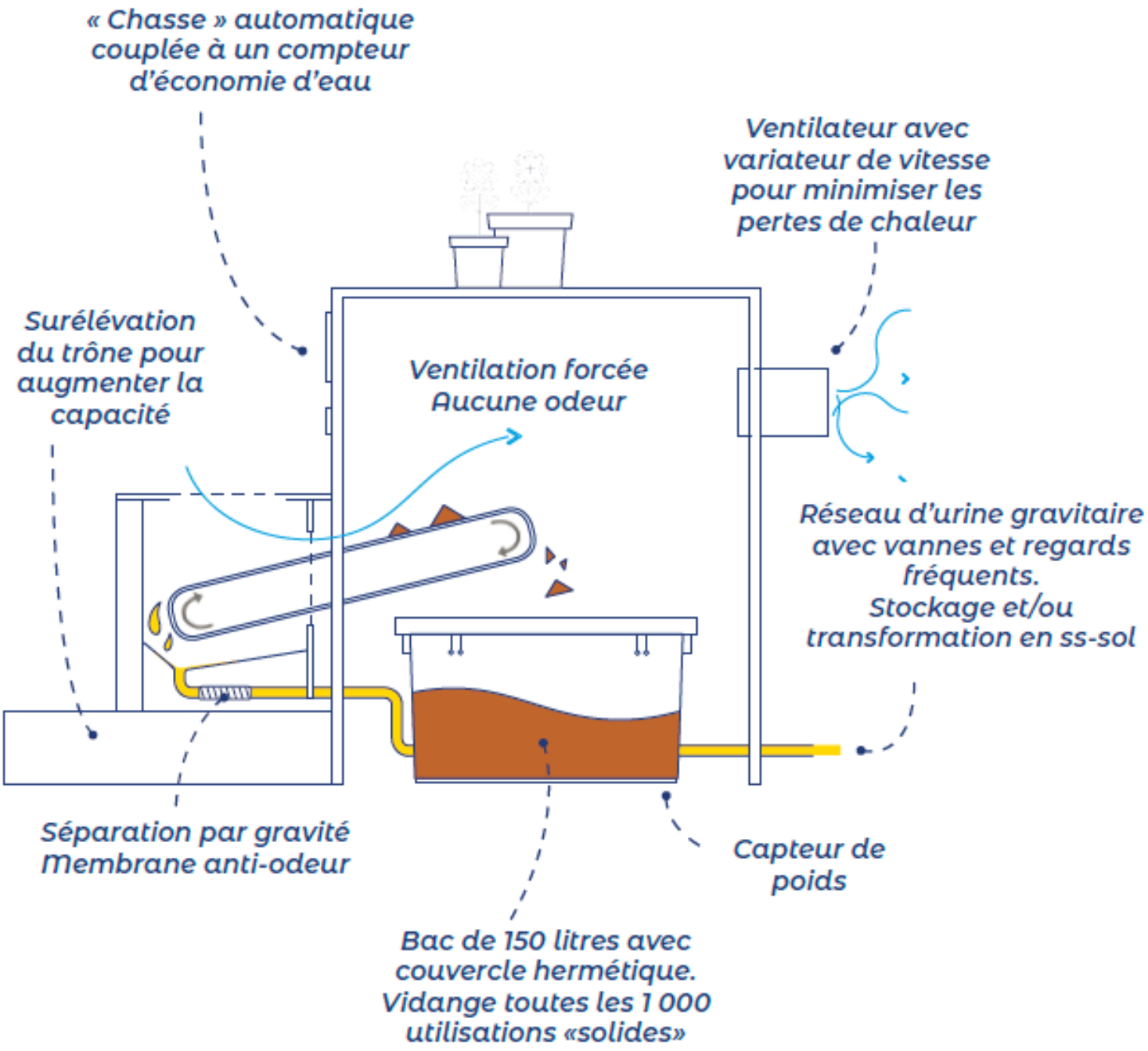
- Reversible => Possibilité de changer de toilettes « classiques » à eau à la toilette sèche ecodomeo sans travaux majeurs

Facilité de mise en place sous réserve de quelques conditions (Description plus tard) :

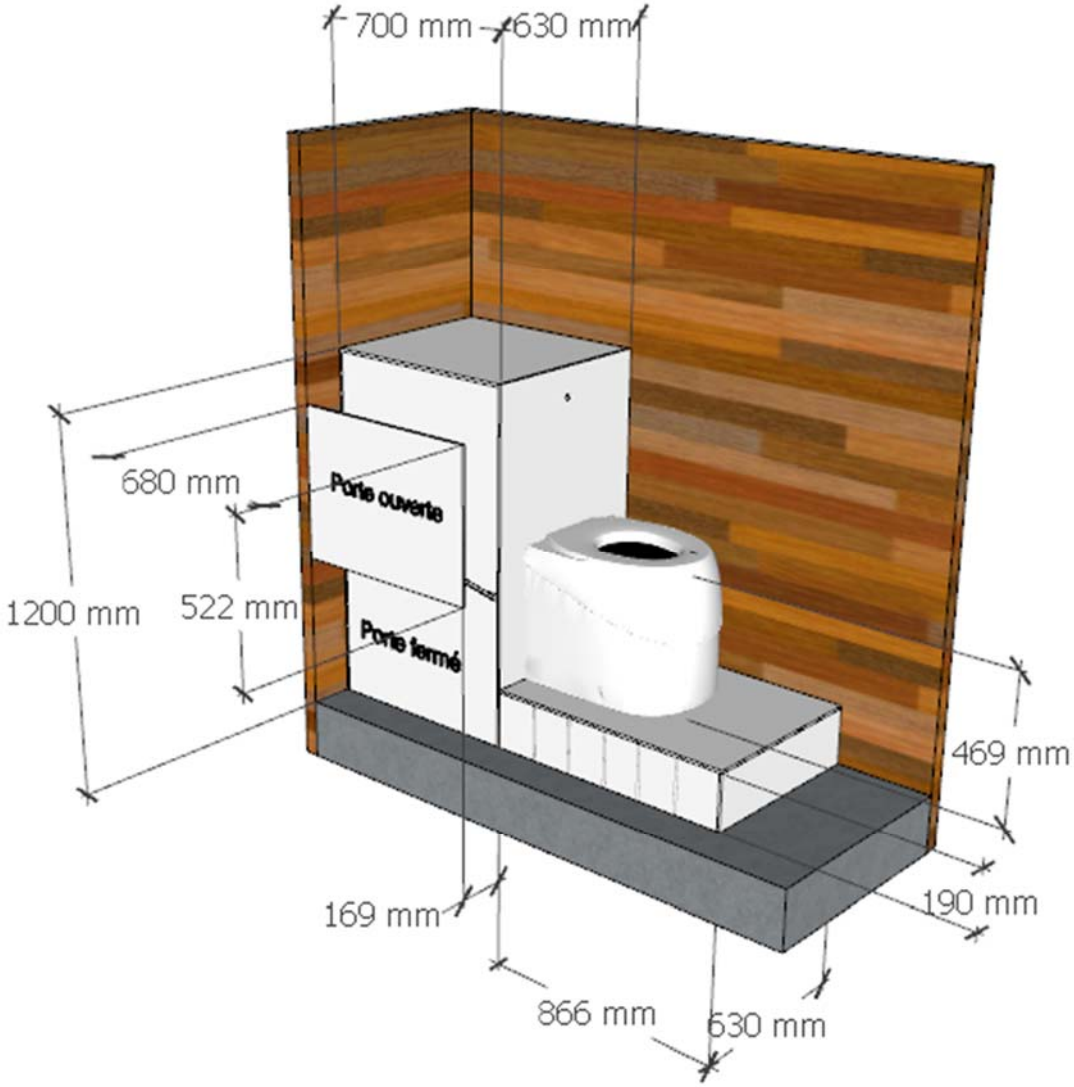
- Déplacement de la VMC depuis le plafond vers le derrière du trône
- Ajout d'une canalisation d'urine en Diam 40
- Ajout d'une arrivée électrique dans la zone arrière du trône

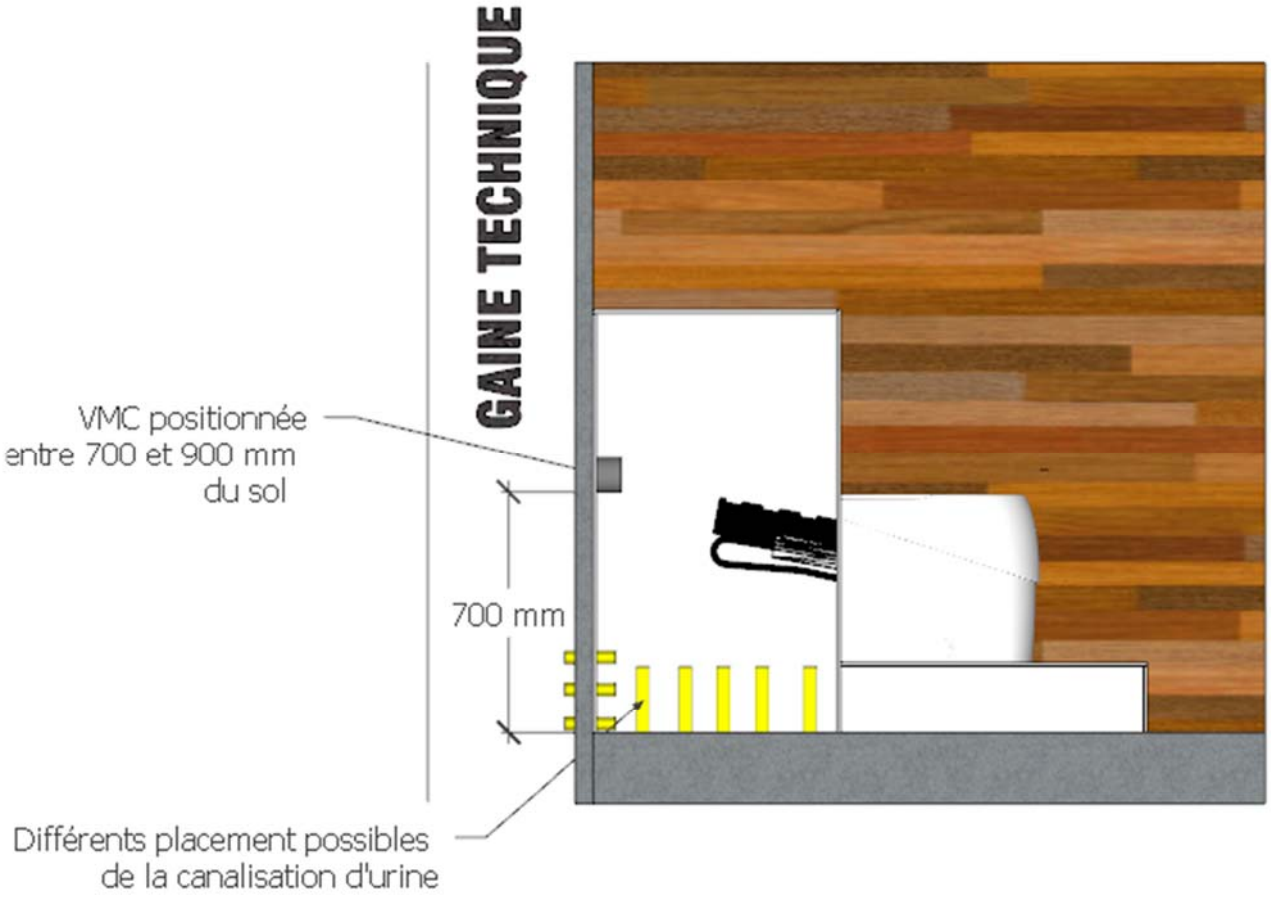



458
410
462


« Chasse » automatique couplée à un compteur d'économie d'eau
Ventilateur avec variateur de vitesse pour minimiser les pertes de chaleur
Surélévation du trône pour augmenter la capacité
Ventilation forcée
Aucune odeur
Réseau d'urine gravitaire avec vannes et regards fréquents.
Stockage et/ou transformation en ss-sol
Séparation par gravité
Membrane anti-odeur
Capteur de poids
Bac de 150 litres avec couvercle hermétique.
Vidange toutes les 1 000 utilisations «solides»

b. *Dimensions du Coffre*




GAINE TECHNIQUE
VMC positionnée
entre 700 et 900 mm
du sol
700 mm
Différents placement possibles
de la canalisation d'urine

2. Réseau de collecte

a. Objets concernés

Concernant le réseau de collecte et le stockage, les conceptions sont encore plus variées, à titre d'exemple voir respectivement les Figures 4 (sources : (McConville et Rosemarin 2012; Tilley et al. 2014)) et 5 (crédit : Tristan Martin).

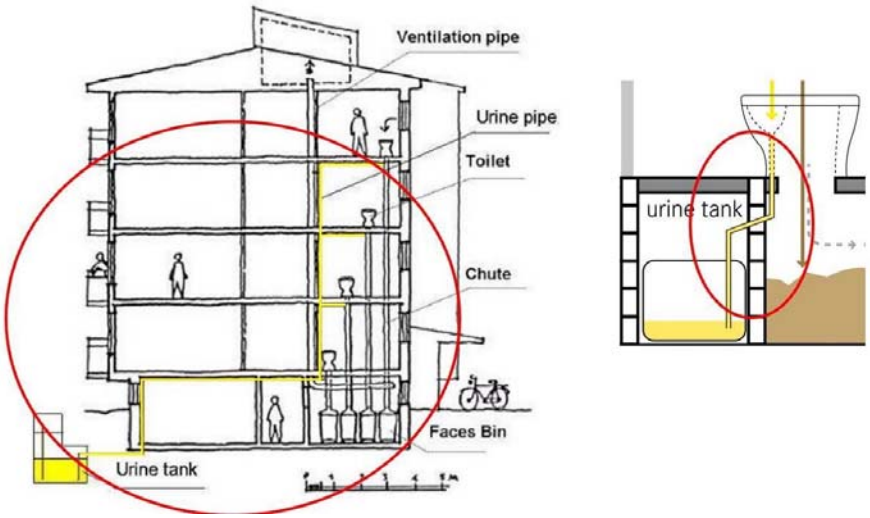


Figure 4 : Réseau d'urine dans le bâtiment

b. Conception

La littérature basée sur plusieurs années d'expérience ainsi que sur des retours d'expériences d'autres technologies utilisées :

- Ne pas utiliser de coude à 90°.
- Avoir une pente de tuyauterie supérieure ou égale à 1%, ne pas avoir de pente inversée ni de poche de sédimentation.
- Employer des matériaux non corrosifs (PVC ou PE).
- Eviter de grandes longueurs pour diminuer le risque de colmatage, faciliter le rinçage et réduire le temps de présence de l'urine dans les tuyaux.
- Égaliser les pressions, mais ne jamais ventiler pour ne pas perdre l'azote. Pour cela, fermer les conduites aux prises d'air. Il est possible de connecter les conduites d'urines à une gouttière pour évacuer l'air en partie supérieur du bâtiment, lors d'arrivée d'urine dans cette cuve.
- Implanter le tuyau d'urine dans les mêmes passages que les autres réseaux d'eaux usées.
- Utiliser une codification spécifique.
- Éviter les connexions dans le sol ou dans une dalle pour faciliter les actions de maintenance.
- Le diamètre minimum en sortie de toilette est de 40 mm mais doit le plus rapidement possible passer en Diam 110 mm.

Figure 5 : Incrustation dans un PVC Ø 50 mm avec une pente de 4 % en deux ans de fonctionnement

3. Cuve de stockage

a. *Conception*

Pour être facilement valorisable, l'urine doit rester 6 mois au moins, sans nouvelle entrée d'urine fraiche, pour que son pH monte et la stérilise (recommandation de l'OMS).

La variabilité de présence à domicile influe énormément la quantité d'urine que nous allons récupérer en sortie. Nous urinons 5 fois par jour en moyenne, 1l au total par jour = 400 litres / an, il faudra donc évaluer le temps passé hors de l'habitation pour calculer la quantité produite dans l'immeuble.

Exemple : 10 personnes dont 3 cadres, 2 étudiants et 5 retraités => 5 x 200 l/an (1/2 du temps à la maison) + 5 x 400 l/an (tout le temps à la maison) = 3 000 litres / an. Nous installerons 2 bâche de 2 m3 qui tournerons 1 en remplissage quand l'autre est au repos pendant 6 mois.

Le niveau d'urine doit être facilement mesurable, la cuve doit être protégée et sécurisée notamment de l'accès d'enfants. La cuve doit être remplie par le fond pour éviter les remous. Si la cuve est enfouie, il faut être vigilant aux forces et mouvements du sol. Les connexions doivent être installées dans des zones bien drainées et accessibles aux maintenance.

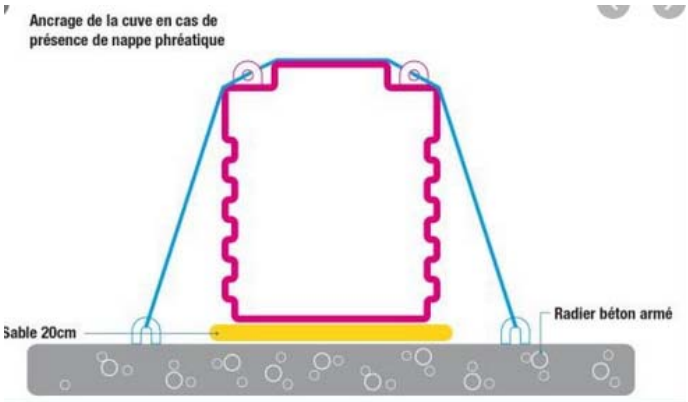
Il faut installer un évent sur la cuve pour égaliser les pressions. La présence d'un clapet permet d'éviter des problèmes d'odeur. Les cuves flexibles (gonflable, la cuve se gonfle au fur et à mesure) sont généralement directement équipées de clapet. L'arrivée du tuyau de collecte de l'urine du réseau dans le fond de la cuve permet à l'urine de jouer le rôle d'étanchéité à l'air (comme pour un siphon à étanchéité liquide). Il est envisageable de mettre de l'huile dans la cuve ce qui améliore l'étanchéité (Sakthivel et Chariar 2015). S'il y a un besoin de pompage attention à prévoir des pompes acceptant une certaine viscosité due aux dépôts dans la cuve.

- Cuve souple

Habillage possible d'une terrasse de bois, possibles de les enterrer si une surface lisse de sable es tréalisée en sous-face de la bâche.

- Cuve rigide enterrée

La présence de la nappe affleurente pose un soucis de remonté de remontée de cuve par poussée d'Archimède. Il est donc nécessaire de les lester, pour se faire une technique assez simple est préconisée par les constructeurs.
La densité du béton étant de 2,3 il est nécessaire de couler les volumes d'ancrage de 2,3 fois moindre que le volume de la cuve pour éviter toute remontée :

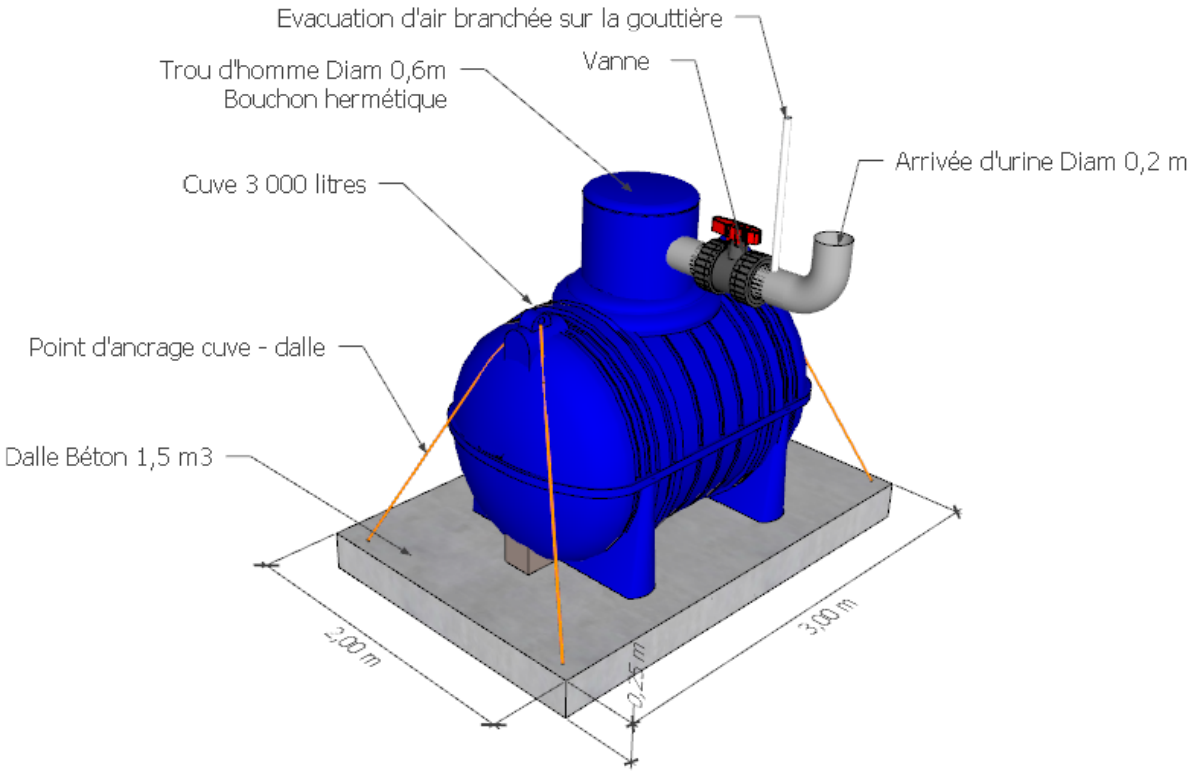


Les systèmes d'ancrage sont fournis par les constructeurs, voici quelques références pour les cuves que nous cherchons :

- Cuve 4 000 litres « Castorama » : Lien
- Cuve 3 000 litres : Lien

L'ordre de grandeur tarifaire de ces produits est de 500 à 700 € pour la cuve, à quoi il faudra compter 200 € d'excavation et 200 € de béton. L'estimation haute est donc de 1 000 €HT / Cuve installée.
Afin de réaliser au plus simplement les vidange à l'aide d'une pompe vide cave, il est préconisé de choisir une cuve avec bouche d'entrée verticale d'au moins 600 mm équipée d'un bouchon hermétique. Les modèles de cuve proposées ont toujours une entrée de 200 mm, souvent latérale pour l'arrivée des urines.

- Montage cuve et accessoires



4. Conception des maillons de la filière

a. Interface usager

- Employer des matériaux non corrosifs (pas de métaux).
- Prendre soin du système de siphon sec, notamment par son remplacement au moins 1 fois par an.
- Principe de base : l'urine doit séjourner le moins de temps possible dans la tuyauterie. Pour cela : pentes suffisantes + diamètres adaptés + accès aux tuyaux.
- Éviter les passages de conduites dans des zones inaccessibles où le démontage n'est pas possible (dalles, sols, etc.).
- Poser des tuyaux visitables (avec un accès tous les 4 m) autant que possible.
- Poser des Té de dégorgement avec bouchon (Figure 11 crédits : manomano.fr) et culotte 45° (Figure 12 crédits : manomano.fr) qui sont de bonnes options à tout changement de direction et à chaque extrémité de réseau.
- Des sections de tuyau transparentes sont envisageables pour observer l'état d'entartrage.

Figure 11 : Té de dégorgement avec bouchon Ø 75 mm

Figure 12 : culotte 45° Ø 75 mm

- Mettre régulièrement, tous les 10 m environ, des vannes afin de permettre la mise en charge de longueurs de tuyaux avec un produit d'entretien. Les vannes doivent être facilement accessibles et démontables car elles sont les premières à s'entartrer du fait du changement de diamètre. Ce qui risque de rendre impossible sa manipulation.
- Mettre des raccords unions (Figure 13 crédits : manomano.fr) pour démonter facilement des longueurs de tuyaux.

Figure 13 : Raccord union Ø 75

i. Eviter l'entartrage

- Favoriser les conduites verticales.
- Éviter les courbes sur le réseau.
- Favoriser les coudes 1/8 (Figure 14 crédits : manomano.fr) au détriment des coudes 1/4 (Figure 15 crédits : manomano.fr).
- Éviter de créer des zones de ralentissement ou de brassage de l'urine.
- Éviter les points de stockage ou d'accumulation sur le réseau.
- Diamètre de plomberie :
    - Réseau primaire (interface usager – 1er nœud de collecte) : Ø 25 mm si la pente est supérieure à 4 % ou verticale. À augmenter pour des pentes inférieures jusqu'à Ø 50 mm.
    - Réseau secondaire (1er nœud de collecte – pied d'immeuble) : préconisé de Ø 50 mm avec une pente supérieure à 2,5 %. À augmenter pour des pentes inférieures jusqu'à Ø 75 mm.
    - Réseau tertiaire (pied d'immeuble – cuve) : principalement hors bâtiment ou en sous- sol au moins Ø 75 mm jusqu'à Ø 110 mm avec une pente supérieure à 1 %.
- Augmenter le diamètre du réseau dès que plusieurs urinoirs ou toilettes sont connectés (réseau secondaire).
- Proscrire la circulation d'air permanente dans le réseau par la mise en place d'un clapet adapté.
- Maintenir la possibilité d'un équilibre des pressions.

Figure 14 : coude 1/8 Ø 75 mm

Figure 15 : coude 1/4 Ø 75 mm

b. *Collecte : cuve de Stockage*

- Employer des matériaux non corrosifs (pas de métaux).
- Faire arriver la canalisation d'urine au fond de la cuve.
- Proscrire la ventilation du réservoir de stockage qui ne doit posséder qu'une mise à l'air pour équilibrer les pressions.
- Installer une bâche souple en fonction des contraintes du bâti. Celle-ci doit comprendre un clapet pour équilibrer les pressions.
- Installer un trop-plein (connecté vers une autre cuve de préférence).
- Installer un dispositif de purge en considérant que le fond de cuve contiendra une boue visqueuse.
- Dimensionner la cuve pour une collecte minimum de 6 mois. Le dimensionnement peut aller jusqu'à un an de stockage en contexte urbain dense pour minimiser la logistique de transport. On peut compter 1,5 L d'urine par personne et par jour multiplié par un taux de présence auquel il faut ajouter l'éventuel volume de chasse.

5. La précipitation

L'entartrage des conduites d'urine par un dépôt est la préoccupation principale dans la gestion du réseau de collecte. Plusieurs travaux ont été menés pour diminuer ce dépôt que ce soit avec de l'urine pure ou diluée par la présence d'une chasse.

L'obturation facilite la perte potentielle de l'azote et du phosphore contenus dans l'urine qui sont l'objet même de sa collecte. Les surcoûts et interventions d'exploitation engendrés par la formation d'un précipité (en particulier de la struvite) sont déjà bien connus dans les stations d'épuration (Baur et al. 2002). Ils sont encore plus importants dans les réseaux d'urines, car les minéraux contenus dans l'urine (principalement le calcium, le magnésium et le phosphore) représentent les principaux dépôts (K. M. Udert, Larsen, et Gujer 2003). Un tiers du phosphore et la totalité du magnésium et du calcium précipiteraient naturellement lors de la phase de collecte (réseau et cuve de stockage) (K.M. Udert, Larsen, et Gujer 2006).

Ce précipité spontané est dû à l'uréase, enzyme bactérienne qui catalyse la digestion par hydrolyse de l'urée en dioxyde de carbone et ammoniac, cette réaction entraîne une augmentation du pH (Udert et al. 2003a; Saetta and Boyer 2017). Cette enzyme se développe rapidement dans les conduites d'urines, même en petite quantité, 95% du potentiel de précipitation est rapidement atteint (K. M. Udert, Larsen, et Gujer 2003). En faisant augmenter le pH autour de 9, l'hydrolyse de l'urée favorise la précipitation de sels. Plus le réseau est long plus une activité bactérienne favorise l'hydrolyse par l'uréase. Plusieurs précipités peuvent alors se former (Udert 2002; Udert et al. 2003a) :

- Struvite, NH4MgPO4·6H2O : Ce précipité se forme majoritairement en absence de dilution de l'urine
- Hydroxyapatite (HAP : Ca5(PO4)3(OH)) : Ce précipité se forme majoritairement en absence de dilution de l'urine, mais aussi dans une large gamme de dilution.
- Calcite et magnésite (CaCO3 ; MgCO3) : Le précipité se forme majoritairement en présence de dilution de l'urine, notamment avec présence des ions Ca2+ et Mg2+. Ces ions sont très présents dans les eaux calcaires.
- Phosphate d'octacalcium (OCP : $Ca_8H_2(PO_4)6{\cdot}5H_2O$) : ces minéraux précipitent principalement dans le tuyau avant de se transformer en l'hydroxyapatite (HAP) dans la cuve de stockage.

La transformation enzymatique appelée uréase est bactérienne dans les réseaux d'urines. Avec de faibles dilutions, c'est majoritairement de la struvite qui est obtenu comme précipité. Avec des urines diluées c'est plutôt de la calcite. La dilution à l'eau du robinet augmente la précipitation (car sont apportés des ions calcium et magnésium, éléments limitants la précipitation) par rapport à de l'eau de pluie ou sans minéraux donc douces (K. M. Udert, Larsen, et Gujer 2003; Hashemi, Han, et Kim 2015).
Il convient également de souligner la présence de matières organiques dans les réseaux d'urine (poils, papier, etc.) qui peuvent favoriser l'encrassement des conduites.

6. Entretien et maintenance des maillons

c. *Entretien*

i. Information

- Avant la mise en exploitation des bâtiments : Assurer de l'information aux usagers et au personnel d'exploitation du fonctionnement de l'installation.
- Avant toute intervention de maintenance : Réaliser une information aux usagers.
- S'assurer que le gestionnaire ait conscience que l'entretien est supérieur à des toilettes unitaires à eau.
- Réaliser régulièrement des actions d'information-éducation-communication adaptées aux usagers et au personnel.

ii. Entretien courant

- Nettoyer l'interface avec un torchon imbibé d'acide au moins une fois par jour.
- Mettre un coup de spray avec de l'eau non minéralisée à chaque passage.
- Toutes les semaines :
    - 1 L d'eau chaude non minéralisée dans les conduites (une petite chasse).
    - Si odeurs, ajouter 2 dL d'acide ou réaliser une chasse d'eau (douce) chaude.

iii. Entretien mensuel

- Pour les urinoirs secs :
    - Renouveler le liquide du siphon
    - Changer la cartouche tous les 3 à 6 mois
    - Nettoyer la membrane avec un acide.
    - Renouveler la membrane si elle n'assure plus son rôle d'étanchéité (en cas de déchirement par exemple).
- Pour le réseau :
    - Mettre en charge avec un acide (tout le minéral, voir ci-dessous pour le type d'acide) dans le réseau d'au moins 0,5 L (voir Figure 16 crédits : Tristan Martin). Laisser agir 30 minutes.
    - Alterner avec de la soude le mois suivant pour la part organique (formation biofilm). La durée de mise en charge peut être augmentée à une nuit. Attention aux confusions entre soude et acide dans la pratique. Si l'on souhaite éviter ce risque, l'emploi d'un acide seul est préconisé, il aura un effet moindre mais opérationnel sur la part organique.
    - Purger.
    - Faire une chasse avec au moins 2 L d'eau bouillante après la purge.

d. *Intervention de maintenance (tous les ans)*

- Favoriser d'abord l'entretien chimique (par additifs en faible concentration) à l'entretien mécanique qui engendre plus de risques de bris.
- Anticiper les interventions de maintenance dans des périodes de faible sollicitation des équipements (vacances par exemple).
- Chauffer les conduites par une mise en charge à l'eau bouillante.
- Mettre en charge la conduite pendant 12 h avec un acide plus fort (voir ci-dessous).
- Les matières collectées lors des entretiens contiennent des nutriments, elles peuvent rejoindre directement la cuve de collecte.

- Brosser la tuyauterie avec un goupillon cylindrique à poils durs.
- En dernier recours :
    - Nettoyer sous pression avec un kit mobile ou une hydrocureuses. Attention aux très haute-pressions (jusqu'à 300 bars) dans des diamètres Ø 32 ou 40 mm risqués dans l'habitat si le tuyau est en PVC (non haute-densité).
    - Remplacer les tuyaux obstrués et augmenter les sections.

e. Matériel d'entretien

i. Réactifs

- Favoriser les approvisionnements en réactifs solides (sécurité pendant le transport).
- Acides :
    - Employer de l'acide moins concentré si les eaux utilisées pour les chasses ne sont pas minéralisées (eaux de pluies par exemple).
    - Éviter le contact de l'acide avec du métal.
    - Ajuster l'usage de l'acide (temps de contact par exemple, le faire bouillir, etc.) en fonction de sa concentration.
    - Acides possibles (classement du plus faible au plus fort) :
        - Acide citrique : 8-10 % dans le citron, c'est un acide faible.
        - Vinaigre blanc d'alcool : composé d'eau + acide acétique, généralement les dosages sont assez faibles, de 8 à 10 %, il existe aussi en cristaux.
        - Acide acétique : toutes les concentrations sont disponibles sur le marché. Faire un dosage supérieur à 24 %.
        - Acide chlorhydrique : acide fort, faire un dosage à 20-25 %. Attention aux émanations.
        - Acide phosphorique : Présent dans les agents d'entretien ou détergent. Il attaque plutôt le métal et ne paraît pas adapté ici.
- Bases :
    - Faire bouillir l'eau de dilution de la soude.
    - Soude caustique (2 parts d'eau pour 1 part de soude anhydre répandu sur le marché)

ii. Équipements d'entretien

- Éponge, chiffon.
- Goupillon cylindrique de nettoyage (voir Figure 17, crédit : Ebba af Petersens (Kvarnström et al. 2006)) ou furet métallique souple (voir Figure 18, crédit itoox.com) de diamètre adapté à la canalisation.
- Rallonge métallique pour goupillon (fil de fer flexible).
- Une bâche (1 à 2 ou 3 m^2) pour protéger la zone des éclaboussures.
- Une petite pelle ou une grande cuillère.
- Un bidon pour récupérer puis valoriser le dépôt.

Figure 17 : Exemple de matériel d'entretien

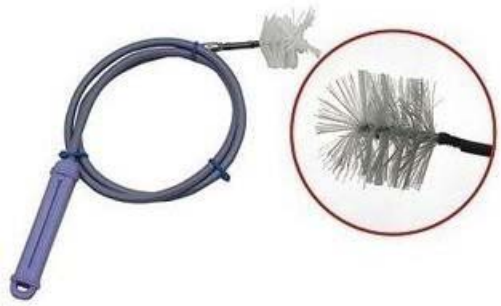


Figure 18 : furet métallique soupe.

iii. Équipements de protection individuels

- Gants.
- Lunettes de protection.
- Outils et vêtements dédiés aux interventions en assainissement.
- Se laver les mains au savon après n'importe quelle intervention d'entretien ou de maintenance.

2. Infographie

Nous proposons donc ici de résumer les recommandations sur une infographie synthétique. Elles sont présentées dans la Figure 19 ci-dessous. La mise en page est à venir.

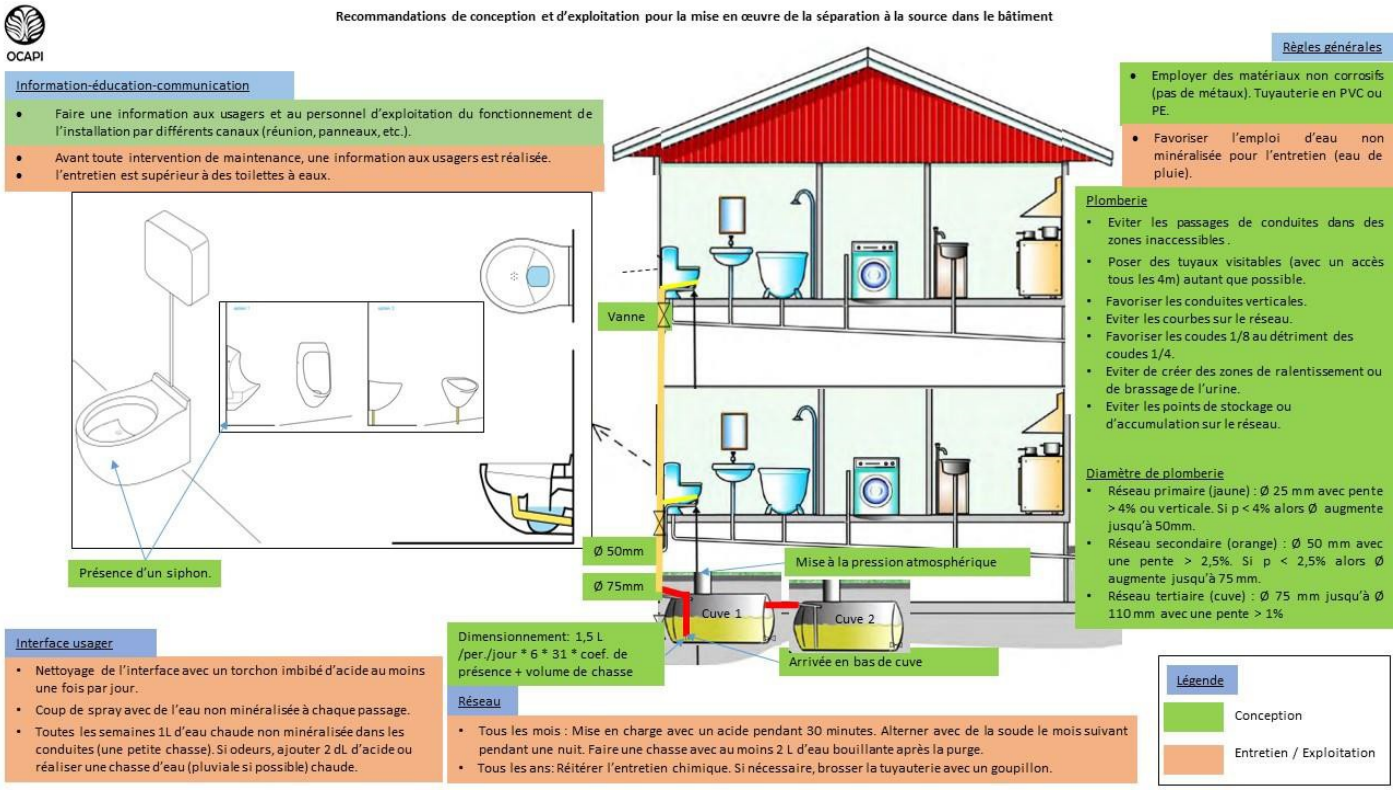


Figure 19 : Infographie : « Recommandations de conception et d'exploitation pour la mise en œuvre de la séparation à la source dans le bâtiment »

Bibliographie

Austin, LM. 2006. « Guidelines for the Design, Operation and Maintenance of Urine- Diversion Sanitation Systems ». WRC TT 275/06. South Africa: Water Research Commission, Private Bag X03 Gezina 0031.

Ayele, Wudneh, Martin Oldenburg, et Nina Hartmuth. 2008. « Urine diverting dry toilets (UDDT): Frequently asked questions - Resources - SuSanA ». https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1606.

Baur, Rob, Mario Benisch, Daniel Clark, et Robert G. Sprick. 2002. « Struvite Control - A Common and Nuisance ». *Proceedings of the Water Environment Federation* 2002 (14): 480-95. https://doi.org/10.2175/193864702784248025.

Besson, Mathilde, et Irène Gonzalez. 2019. Retour d'expérience d'un réseau d'urine sous vide. Equipe Symbiose du LISBP EAD9-INSA-Toulouse. Entretien téléphonique

Brands, Edwin. 2014. « Prospects and Challenges for Sustainable Sanitation in Developed Nations: A Critical Review ». *Environmental Reviews* 22 (4): 346-63. https://doi.org/10.1139/er-2013-0082.

Bristow, Gary, James D McClure, et David Fisher. 2006. « Waterless Urinals: Features, Benefits, and Applications ». *Journal of Green Building* 1 (1): 55-62. https://doi.org/10.3992/jgb.1.1.55.

Brun, Florent. 2018. « Freins et leviers à l'emploi de fertilisants à base d'urine en agriculture en Île-De-France ». Research Report. École des Ponts Paristech ; Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains (Leesu). https://hal.archives-ouvertes.fr/hal- 01914242.

Coopérative Equilibre, éd. 2018. « Assainissement écologique autonome en milieu urbain ». Coopérative Equilibre.

De Gouvello, Bernard. 2009. *La gestion durable de l'eau*. 1ère. Guide Bâtir le développement durable. Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). https://boutique.cstb.fr/performance-energetique/157-la-gestion-durable-de-leau- 9782868914187.html.

Esculier, Fabien. 2018. « Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions socio-écologiques », thèse de doctorat de l'Université Paris Est.

Etter, Bastian. 2019. Entretien de réseau de collecte des urines. Entretien téléphonique.

Flanagan, C.P., et D.G. Randall. 2018. « Development of a Novel Nutrient Recovery Urinal for On-Site Fertilizer Production ». *Journal of Environmental Chemical Engineering* 6 (5): 6344-50. https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.09.060.

Goosse, Patrice. 2009. « Nomix-Toilettensystem ». *GWA*, nº 7: 567-74.

Gujer, Willi. 2007. « NoMix, une option à prendre au sérieux ». *Eawag news*, Eawag News, 63f: 36.

Habitat participatif Dol de Bretagne, VUNA, et Ecosec. 2018. « Recommandations techniques liées à l'implantation d'une filière d'assainissement cyclique ». Document non édité.

Hashemi, Shervin, Mooyoung Han, et Tschungil Kim. 2015. « Identification of Urine Scale Problems in Urinals and the Solution Using Rainwater ». *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development* 5 (2): 322-29. https://doi.org/10.2166/washdev.2015.100.

Jacquier, Pierre. 2018. Retour d'expérience mise en place d'urinoirs secs. Entretien téléphonique.

Kofina, Aikaterini, Konstantinos Demadis, et Petros G. Koutsoukos. 2007. « The Effect of Citrate and Phosphocitrate On Struvite Spontaneous Precipitation ». *Cryst. Growth Des.* 7 (12): 2705-12. https://doi.org/10.1021/cg0603927.

Krumm, Olivier. 2018. Entretien des toilettes du bâtiment Soubeyran à Genève par les usagersTéléphone.

Kvarnström, Elisabeth, Karin Emilsson, Anna Richert Stintzing, Mats Johansson, Håkan Jönsson, Ebba af Petersens, Caroline Schönning, et al. 2006. *Urine diversion one step towards sustainable sanitation*. EcoSanRes Publications Series. Stockholm: Stockholm Environment Institute. http://www.ecosanres.org/pdf_files/Urine_Diversion_2006-1.pdf.

Lienert, J., et T. A. Larsen. 2007. « Pilot Projects in Bathrooms: A New Challenge for Wastewater Professionals ». *Water Practice and Technology* 2 (3). https://doi.org/10.2166/wpt.2007.057.

Lindgren, Magnus. 1999. « Urine separating toilets - clearing of blockages, collected volume and attitudes », Rapport, Sveriges Lantbruks Universitet.

McConville, Jennifer, et Arno Rosemarin. 2012. « Case Study of Susana Projects: Urine Diversion Dry Toilets in Multi-Story Buildings, Erdos City, Inner Mongolia Autonomous Region, China ». Susana. https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=imgres&cd=&cad=rja& uact=8&ved=2ahUKEwiF_LCMg4vfAhVCQBoKHbRNBc8Qjhx6BAgBEAI&url=htt ps%3A%2F%2Fsmartnet.niua.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fresources %2F2- 1049-en-susana-cs-china-erdos-eetp-2012-version-9x.pdf&psig=AOvVaw0demJbRzEnejj6A2-MyPev&ust=1544179512973954.

Mels, A., W. van Betuw, et O. Braadbaart. 2007. « Technology Selection and Comparative Performance of Source-Separating Wastewater Management Systems in Sweden and The Netherlands ». *Water Science and Technology* 56 (5): 77-85. https://doi.org/10.2166/wst.2007.559.

Merotto, Christophe. 2018. Entretien du réseau de collecte des urines de l'école de Saint- Germé (32400). Entretien téléphonique.

Morier-Genoud, Philippe. 2017. « Gestion des eaux de Soub 7 : Petit guide pratique ». ATBA - Coopérative Equilibre.

———. 2018. Conception de l'assainissement du bâtiment Soubeyran à Genève. Entretien téléphonique.

Münch, E., et M. Wincker. 2011. *Technology Review of Urine Diversion Components*. GIZ. Eschborn: GTZ. https://sswm.info/node/5598.

OMS, 2012. *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères*. Ed OMS. 4 volumes.

Perwitasari, Dyah Suci, J. Jamari, Stefanus Muryanto, et Athanasius P. Bayuseno. 2017. « Influence of Citric Acid on Struvite Precipitation ». *Advanced Science Letters* 23 (12): 12231-34. https://doi.org/10.1166/asl.2017.10609.

Ray, Hannah, Daniella Saetta, et Treavor H. Boyer. 2018. « Characterization of Urea Hydrolysis in Fresh Human Urine and Inhibition by Chemical Addition ». *Environmental Science-Water Research & Technology* 4 (1): 87-98. https://doi.org/10.1039/c7ew00271h.

Ronteltap, Mariska, Max Maurer, et Willi Gujer. 2007. « The Behaviour of Pharmaceuticals and Heavy Metals during Struvite Precipitation in Urine ». *Water Research* 41 (9): 1859-68. https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.01.026.

Saetta, Daniella, et Treavor H. Boyer. 2017. « Mimicking and Inhibiting Urea Hydrolysis in Nonwater Urinals ». *Environmental Science & Technology* 51 (23): 13850-58. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03571.

Sakthivel, Ramesh, et Vijayaraghavan Chariar. 2015. *Waterless Urinals*. Indian Institute of Technology. Delhi, India.

Simha, Prithvi. 2018a. « Alkaline Dehydration Technology for Urine-Diverting Toilets ». 6th dry toilet conference, Tampere, Finland.

———. 2018b. Entretien des toilettes et dispositif de fabrication du Granurin. Par mail.

Smail, Amel. 2016. « Mise en place d'une chaine complète instrumentée de traitement et valorisation de l'urine dans le bâtiment Coriolis de l'École des Ponts ParisTech », 81.

Tilley, Elisabeth, Lukas Ulrich, Christoph Lüthi, Philippe Reymond, et Christian Zurbrügg. 2014. *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. 2nd revised edition. Dübendorf, Switzerland.

Tordera, Léa, Sabine Houot, Florent Levavasseur, Tristan Martin, et Benoît Xuereb. 2018. « Comment valoriser l'urine en agriculture ? »

Udert, K. M., T. A. Larsen, M. Biebow, et W. Gujer. 2003. « Urea Hydrolysis and Precipitation Dynamics in a Urine-Collecting System ». *Water Research* 37 (11): 2571-82. https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00065-4.

Udert, K. M., T. A. Larsen, et W. Gujer. 2003. « Estimating the Precipitation Potential in Urine-Collecting Systems ». *Water Research* 37 (11): 2667-77. https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00071-X.

Udert, Kai Markus. 2002. « The Fate of Nitrogen and Phosphorus in Source-Separated Urine ». ETH Zurich. https://doi.org/10.3929/ethz-a-004541820.

Udert, K.M., T.A. Larsen, et W. Gujer. 2006. « Fate of Major Compounds in Source- Separated Urine ». *Water Science and Technology* 54 (11-12): 413-20. https://doi.org/10.2166/wst.2006.921.

Uhlmann, C. 2013. « Maintenance Guide NoMix Toilets », 2.

« Urinetrap.com ». 2019. 28 janvier 2019. http://www.urinetrap.com/.

Wen, Guoqi, Zhengyi Hu, Xiaoning Liu, et Lijuan Huang. 2018. « Improvement of the Quality of Struvite Crystals Recovered from a Mixture of Human Urine and Municipal Sewage via a Novel Two-Step Precipitation Method ». *Environmental Technology & Innovation* 12 (novembre): 80-90. https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.08.003.

Wincker, Martina, et Amel Saadoun. 2011. « Urine and Brownwater Separation at GIZ Main Office Building Eschborn, Germany ». GIZ ecosan program.