
*Regard du Conseil Scientifique
de la Société Nationale d'Horticulture de France (SNHF)*

L'URINE COMME ENGRAIS AU JARDIN ? OUI, MAIS ...

—

L'URINE COMME ENGRAIS AU JARDIN ? OUI, MAIS ...

1 ORIGINE ET COMPOSITION

L'urine est le principal effluent liquide du corps humain ; comme pour tous les animaux supérieurs elle est sécrétée par les reins par filtration du sang.

En moyenne et selon le poids, un homme produit environ 1,5 litre d'urine par jour. A titre comparatif, un chien en produit, selon son poids, 0,5 à 3 litres, un cochon 1,5 à 8 litres, un cheval 5 à 15 litres, un bœuf 10 à 25 litres. Ainsi en une année, un homme élimine environ 500 litres d'urine.

L'urine contient de très nombreux composés chimiques organiques et inorganiques (près de 3000), qui sont autant de déchets issus du métabolisme du corps. Le principal en est l'urée, produite par le foie. On trouve également dans l'urine, en bien moindre quantité du phosphore (sous forme de phosphates), du potassium, des sulfates et des chlorures principalement de sodium.

Dans un litre d'urine humaine, les principaux éléments chimiques qui nous intéressent sont :

Azote (exprimé en N)	8,7g provenant aux 3/4 de l'urée 20g/l et le reste de la créatinine
Phosphates (exprimé en P2O5)	1,7g
Potassium (exprimé en K2O)	2,5g
Chlorure de sodium	4g (3 à 7 g/l selon la surconsommation)
Sulfates	1,8g

Cette composition des urines est une moyenne, sachant qu'elle est dépendante du régime alimentaire : elle varie donc en fonction de la région et d'une personne à une autre. Ceci concerne notamment la teneur en chlorure de sodium ; la teneur de sel dans le sang est très stable (9 g/l) et régulée par les reins ; le chlorure de sodium en excès se retrouve dans les urines.

Tous les autres composés sont en quantités infinitésimales, de l'ordre de 1 à 10 microgrammes par litre.

L'urine lors de la sécrétion a un pH très légèrement acide (6.5 à 6.9) et est peu odorante (sauf lors de la consommation

de certains aliments comme l'asperge, le café, l'ail...). Elle n'est pas stérile (c'est une découverte récente), contenant des microorganismes non pathogènes. En revanche, en cas d'infection urinaire ou de contamination croisée avec des matières fécales, l'urine excrétée peut contenir des pathogènes (*Escherichia coli*, *Entérovirus*, *Salmonella*).

En outre, on retrouve dans l'urine les éventuels résidus de médicaments non métabolisés, comme notamment des antibiotiques et diverses hormones, stimulantes ou inhibitrices.

2 EVOLUTION DE L'URINE

A l'air libre et sous l'action d'un enzyme, l'uréase, sécrétée par une bactérie contenue naturellement dans l'urine, celle-ci va évoluer au bout de quelques heures : l'urée de formule $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ est hydrolysée pour donner du gaz carbonique (CO_2) et de l'**ammoniac** (NH_3), source des mauvaises odeurs caractéristiques. Dans le même temps le pH augmente pour devenir nettement basique, de l'ordre de 9.

Rapidement (quelques jours ou semaines) 95% de l'azote restant dans l'urine se trouve sous forme **ammoniacque** (ion NH_4^+). Si l'urine est stockée dans un récipient ou réservoir ouvert, l'ammoniacque va en partie se volatiliser en ammoniac gazeux qui se dissipe dans l'atmosphère. Au-delà de la perte en élément fertilisant, l'ammoniac est à l'origine de gaz à effet de serre : il peut se recombinaison dans l'atmosphère avec des oxydes d'azote et de soufre pour former des particules fines. **Ceci conduit à recommander de stocker l'urine dans un récipient fermé pour éviter la volatilisation de l'ammoniac.** Le stockage fermé peut se faire pendant 6 mois à un an.

3 ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Il n'y a pas véritablement de réglementation concernant l'emploi de l'urine humaine, ni au niveau français ni au niveau européen.

En revanche, depuis 2006, l'OMS préconise un stockage préventif de l'urine humaine pendant un mois à 20°C (minimum) avant emploi en culture, afin de réduire les risques de contamination par les pathogènes. Au Danemark ce stockage est de 3 mois. L'hygiénisation est assurée par la présence de l'ammoniac, toxique pour de nombreux

microorganismes et en particulier pour les bactéries. Ceci permet aussi de décomposer les résidus médicamenteux contenus dans les urines. Il est recommandé de respecter une période d'un mois entre la dernière fertilisation à l'urine et la récolte si les plantes sont consommées crues. Ces recommandations sont fondées principalement dans la situation où les urines sont collectées collectivement. Le risque de pathogènes lors d'une collecte individuelle ou familiale est infiniment plus faible. Ce risque dépend aussi de la possibilité de contamination croisée avec les matières fécales, qui est nul s'il s'agit de collecte d'urine à partir d'urinoir : cette situation permet alors d'envisager l'emploi de l'urine sans délai de stockage.

Il faut aussi signaler la réglementation européenne (**directive « nitrate »** 91/676/CEE, JO du 31.12.1991) concernant l'utilisation des « excréments d'origine animale » (y compris liquides) en agriculture pour la fertilisation azotée et qui en limite l'apport à 170kg d'azote (N) par hectare et par an. Il n'y a pas de différence significative entre les urines animales et humaines, notamment en ce qui concerne la teneur en azote. Pour tenir compte de cette directive, il convient de limiter les apports d'urine humaine (sans autre apport d'azote) à **2 litres par m² et par an**.

Enfin et contrairement à ce qui est dit parfois, le **cahier des charges AB** (au niveau européen) n'interdit pas l'urine comme fertilisant direct en culture, mais réserve *l'utilisation des excréments liquides après fermentation ou dilution appropriée* (Annexe I du RCE 889/208 revu nov.2018).

Les teneurs en ETM (métaux lourds) sont trop faibles pour poser un problème.

4 LES USAGES DE L'URINE

4-1 Usages traditionnels

- De nombreux peuples ont utilisé l'urine pour nettoyer les plaies et prévenir l'infection.
- L'urine a été utilisée dans l'industrie textile pour le dégraissage de la laine et faisait l'objet d'une collecte dans les villes lainières.
- De l'Antiquité jusqu'au XIX^e siècle en Europe, on lavait le linge en utilisant de la vieille urine comme lessive en raison de sa forte teneur en ammoniac.
- L'usage médicinal consiste à boire sa propre urine, particulièrement celle du matin, plus concentrée, car elle est considérée par certains thérapeutes comme bienfaitrice : l'urinothérapie est pratiquée traditionnellement en Chine, en Inde (amaroli), au Japon et maintenant en Allemagne.
- Enfin et surtout, depuis très longtemps et sur tous les continents, l'urine est utilisée comme fertilisant : un adulte rejette chaque année 4 kg à 4,5 kg d'azote, mais aussi phosphates et potasse, pouvant fertiliser environ 200 à 400m² de culture. Elle faisait l'objet d'une collecte régulière dans les grandes villes européennes, et notamment Paris, jusqu'à la fin du 19^e siècle.

4-2 Nouveaux usages :

L'urine source d'énergie

L'urine peut être utilisée comme source d'énergie grâce à l'hydrogène qu'elle contient.

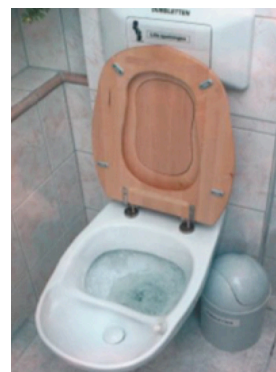
Ceci peut se faire de deux manières :

- par des piles à combustible microbiennes
- par hydrolyse directe de l'urine pour en extraire l'hydrogène (opération facilitée par la présence de sels dans l'urine).

Recyclage de l'urine en engrais pour l'agriculture : le renouveau de l'usage de l'urine dans le cadre d'une économie circulaire

L'utilisation de l'urine humaine ne diffère pas techniquement de celle des urines animales (purin) utilisées en agriculture. Ceci suppose toutefois un système de collecte et de distribution, déjà largement pratiqué en Asie (Inde, Chine, ...), à partir des écoles par exemple.

Le développement est plus récent dans certains pays européens (Danemark, Suède, Suisse principalement), accompagné par des avancées technologiques importantes. Il repose sur la séparation initiale entre les urines et les matières fécales, en utilisant des toilettes adaptées (deux compartiments), d'où le nom de « toilettes suédoises », qu'elles soient à chasse d'eau (ci-dessous) ou sèches.



La transformation de toilettes classiques en toilettes à séparation d'urine n'est possible qu'avec des toilettes sèches grâce à un kit spécifique :



Pour un emploi individuel de l'urine comme fertilisant il existe aussi des urinoirs secs aussi bien à usage masculin, que féminin.



Usage masculin



Usage féminin

Pour les toilettes publiques ou en collectivité, Il peut s'agir de toilettes sans eau, dites sèches, avec des aménagements plus complexes, afin d'éviter les dégradations et bouchage de la partie urine. La récupération collective des urines en milieu urbain suppose un réseau d'évacuation spécifique sans rejet à l'égout. A l'échelle d'une ville, on imagine la modification des infrastructures pour y parvenir.

Ce développement existe aussi dans des pays en développement de l'Afrique subsaharienne. En zone rurale, le dispositif de collecte/stockage y est beaucoup moins complexe : il se fait dans des bidons en matière plastique avec couleur distinctive du bidon, selon le type d'urine, fraîche ou ancienne.



L'enjeu de cette économie circulaire est de taille : l'idée est de recycler l'azote surtout mais aussi les phosphates dans un objectif de protection de l'environnement et des ressources naturelles. En effet les engrais azotés sont fabriqués à partir de l'azote de l'air avec une forte consommation d'énergie électrique (procédé Haber-Bosch). Les phosphates sont issus pour une large part de l'exploitation de mines naturelles (Maroc principalement, Chine, Togo...) dont l'épuisement est programmé à moyen terme (un à 2 siècles ?) : le phosphore est classé « matière minérale critique ». Ces phosphates nécessaires aux plantes cultivées comme engrais sont incomplètement utilisés par les plantes, par suite de blocage dans les sols calcaires. A l'inverse les phosphates apportés par l'urine sont directement assimilables par les plantes.

Il convient de signaler que le phosphore a été découvert par le chimiste allemand Brandt en 1669, en distillant de l'urine humaine. Il recherchait la pierre philosophale...

5 INTÉRÊT DE L'URINE POUR LE JARDIN INDIVIDUEL :

Un intérêt fertilisant certain mais à nuancer :

5-1 L'équilibre chimique de l'urine

L'équilibre chimique de l'urine d'un point de vue agronomique est $0,87N\ 0,17P2O5\ 0,25K2O$ qui peut convenir à de nombreuses espèces cultivées, notamment en grandes cultures, mais pas toutes. La part de la potasse devrait être plus élevée, proche de celle de l'azote, pour de nombreuses espèces cultivées pour leurs fleurs, leurs fruits, ou leurs tubercules.

À titre comparatif, les engrais liquides du commerce utilisés en horticulture ont l'équilibre chimique moyen suivant : $4,2N\ 3,6P2O5\ 5,8K2O$. Après dilution préconisée par le fabricant, la solution fertilisante apportée au sol a une composition du même ordre de grandeur que celle de l'urine diluée 1/20 : $0,0435N\ 0,0085P2O5\ 0,0125K2O$ sauf pour la potasse, l'urine en apportant 3 fois moins.

Ceci doit conduire à envisager des apports complémentaires en potasse pour rééquilibrer les éléments nutritifs de l'urine. Ces apports peuvent être fait soit par des engrais spécifiques (sulfate de potasse et de magnésie, nitrate de potasse, en évitant le chlorure de potassium, moins bien accepté par les plantes horticoles) soit par des amendements contenant de la potasse (Compost enrichi en cendre de bois par exemple).

5-2 La forme de l'azote apportée par l'urine

La forme de l'azote apportée par l'urine (après le délai de stockage d'un mois) : L'urine ne contient plus d'urée, mais de l'ammonium $NH4+$ qui n'est pas toujours bien toléré par certaines plantes quand le sol n'est pas assez chaud (inférieur à $15^{\circ}C$) ; On citera notamment : les cucurbitacées et particulièrement le concombre, le fraisier en phase de production de fruit, le coléus, la pensée, la sauge, le zinnia, le schefflera, le chrysanthème, mais aussi de façon moindre, l'aubergine, le poivron, la tomate... Ceci est lié à la moindre activité des bactéries du sol qui assurent la transformation de l'ammonium en nitrate (nitrification).

Rappelons ici le *cycle de l'azote* dans lequel va rentrer l'urine apportée au sol :

Nitrification et dénitrification

Nitrification et dénitrification : L'ammonium $NH4+$ est retenu, de manière réversible, par les particules d'argile du sol. Il est ensuite, soit absorbé par les plantes et les micro-organismes, soit oxydé en nitrate $NO3-$ par les bactéries du sol (Nitrosomonas et Nitrobacter). Ce processus qui se déroule en milieu aérobie est appelé nitrification. Il passe par des étapes intermédiaires ($NO2$ et NO). Ce processus est très ralenti à basse température et dans les sols acides (pH inférieur à 5). Le nitrate $NO3-$ chargé négativement, n'est pas

retenu par les particules du sol de même charge. Très soluble, le nitrate peut être entraîné par lessivage et être à l'origine de pollutions des nappes phréatiques.

A l'inverse, on peut assister à des phénomènes de dénitrification sous l'action d'autres bactéries agissant en condition anaérobie et asphyxiante (*Pseudomonas*, *Paracoccus*, *Thiobacillus*,...): NO₃⁻ est alors réduit en partie en oxyde d'azote NO et en azote gazeux N₂ qui se volatilisent dans l'atmosphère.

Assimilation de l'azote par les plantes

Assimilation de l'azote par les plantes : réduction de l'azote. Nitrate et ammonium sont absorbés par les racines des plantes et assimilés. Une grande partie du nitrate absorbé devra être réduit en ammonium dans la plante sous l'action d'un enzyme (nitrate réductase), pour entrer dans les voies de synthèse des acides aminés et des protéines. Ceux-ci participent à la croissance et à la constitution des réserves diverses.

La réduction de l'azote nitrique en azote ammoniacal se fait dans les racines chez les plantes ligneuses (y compris l'asperge) : on ne trouve pas de nitrate dans l'ensemble de l'appareil végétatif aérien. En revanche chez les plantes herbacées (y compris le fraisier), cette réduction de fait dans les feuilles où les nitrates peuvent s'accumuler. Ceci explique les limites réglementaires des teneurs en nitrate pour les salades. Rappelons ici que les fruits, qu'ils soient issus de plantes ligneuses ou herbacées, ne contiennent pas de nitrate.

Cas des plantes fixatrices d'azote

Les espèces de la famille des fabacées (pois alimentaires et d'ornement, haricot, mimosa, albizia, ...) ont la particularité de fixer l'azote de l'air grâce à l'action de bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium* et *Frankia*) le transformant en ammonium dans le sol. Celui-ci rentre alors dans le cycle de l'azote. Ces espèces n'ont aucun besoin de fertilisation azotée complémentaire et par conséquent l'apport d'urine perd son intérêt.

5-3 Le phosphore de l'urine est sous forme assimilable

Les phosphates dissouts dans l'urine vont se retrouver dans la solution du sol et sont donc facilement absorbés par les racines. Les conditions d'un sol de pH acide sont les plus favorables, alors qu'en pH alcalin et surtout si le sol contient du calcaire actif, les phosphates vont précipiter assez rapidement sous forme de phosphate de calcium et devenir insolubles.

5-4 Chlorure de sodium

Chlorure de sodium : il est à un niveau inoffensif de 4g/l parfois un peu plus si nous surconsomons du sel (mais bien inférieur à celui des océans 25g/l). En revanche, apporter régulièrement de l'urine pure de façon répétitive en un même

emplacement peut générer une accumulation de sel dans le sol et de la toxicité sur les plantes... et aussi de mauvaises odeurs.

6 CONTRAINTES LIÉES À L'EMPLOI DE L'URINE :

En fonction de l'importance que le jardinier accordera à l'usage de l'urine comme fertilisant de son jardin et de la taille de celui-ci, les contraintes seront différentes. Elles sont abordées ici dans l'optique d'un jardin individuel type pavillonnaire ou d'un jardin de ville et d'un jardin partagé. Pour un emploi en jardin collectif, public ou privé, les contraintes sont forcément plus lourdes en matière d'équipement.

6-1 Usage occasionnel ou en appoint

L'usage le plus simple consiste à se servir de l'urine pure sans stockage pour humidifier le compost au fond du jardin. Mieux que l'eau pure pour humidifier un compost souvent trop sec, notamment lors de l'apport de feuilles mortes, l'urine sert aussi d'activateur grâce à l'urée qui va y relancer le cycle de l'azote. Par la même occasion l'activité microbienne permettra d'hygiéniser l'urine fraîche et d'éliminer aussi d'éventuels composés médicamenteux. Pour éviter les mauvaises odeurs, il convient d'assurer des retournes régulières du compost et de ne pas sur arroser. Equipement minimum : un arrosoir adapté pour recueillir l'urine et la porter sur le compost.



Renouveau du seau hygiénique

6-2 Usage régulier de l'urine comme fertilisant

Il s'agit d'assurer la fertilisation du jardin par des irrigations fertilisantes régulières, avec une concentration d'un volume d'urine pour 10 à 20 volumes d'eau d'arrosage (5 à 10%), apportées aux plantes, aux arbustes et aux fleurs pendant la période de croissance, soit environ 4 à 6 mois par an. Ceci conduit à stocker l'urine au moins un mois avant dilution dans l'eau d'arrosage.

Ceci nécessite :

- **Un moyen de récupération de l'urine** : en fonction de la surface du jardin, les besoins peuvent plus ou moins modifier la vie quotidienne et imposer quelques contraintes. Le simple arrosoir adapté (ci-dessus) peut s'avérer insuffisant dans un cadre familial et un équipement plus élaboré peut être

nécessaire (urinoir(s) dédié(s), toilettes « suédoises ») illustrés plus haut, dont l'emplacement, l'installation et le coût doivent être réfléchis.

- **Un moyen de transport**, indispensable dans le cas d'un jardin partagé. Ceci conduit à utiliser des bidons plastiques fermés et maniables (20 à 30 litres grand maximum). Le bidon de réception de l'urinoir portatif est envisageable.



- **Un moyen de stockage** en deux parties : remplissage et utilisation, 50 litres chaque minimum. Là aussi le coût et surtout l'emplacement doivent être réfléchis : cuves en extérieur dans le jardin, dans le garage, en sous-sol ou en cave (assez pratique si on peut placer les toilettes dédiées juste au-dessus).



Cuve semi enterrée et son couvercle (Suède).



Cuve de stockage en sous-sol à l'Ecole des Ponts Paris Tech. La vanne rouge permet d'orienter les urines provenant d'urinoirs secs (situés au-dessus) soit vers l'égout soit vers la cuve.



Futs étanches 60 litres de stockage, permettant aussi le déplacement et le transport en container.

- **L'acceptabilité des modifications de la vie** quotidienne concernant l'usage des toilettes mérite une attention particulière : les membres de la famille doivent les accepter, que chacun y contribue ou pas... Il convient aussi d'évaluer la contrainte quotidienne de remplissage de la cuve de stockage puis du transport éventuel dans le cas d'un jardin partagé.

- **La mise en œuvre de l'irrigation fertilisante** nécessite une réflexion initiale : quelles plantes, à quelle période, à quelle fréquence ? pour un petit jardin l'apport par arrosoir reste facile. Dans un plus grand jardin irrigué par goutte à goutte, on aura recours à une pompe doseuse pour injecter l'urine dans le réseau, par exemple une fois par semaine. La maîtrise de la concentration dans l'eau d'irrigation nécessite un asservissement au débit.

6-3 Engrais à base d'urine

Pour ceux que la collecte d'urine rebute, il reste la solution commerciale d'utiliser de l'engrais liquide à base d'urine concentrée, stabilisée et sans odeur, d'origine Suisse : AURIN. Disponible en France (nombreux points de vente).

7 CONCLUSION

L'urine constitue une source intéressante d'éléments fertilisants pour le jardin. Elle peut suffire à assurer la plus grosse part des besoins des plantes, moyennant des compléments potassiques. Ceci peut représenter quelques économies pour la bourse du jardinier. Toutefois, compte tenu des modifications des équipements et des habitudes de vie que nécessitent sa collecte, son transport et son stockage, la motivation du jardinier sera autre que financière : le souci de durabilité des ressources, qui s'inscrit dans la démarche « Jardiner autrement ».

Toute l'iconographie provient de la thèse de Fabien Esculier

BIBLIOGRAPHIE

- Fabien Esculier. Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions
- Socio-écologiques. Ingénierie de l'environnement. Université Paris-Est, 2018.
- Tristan Martin. Valorisation des urines humaines comme source d'azote pour les plantes. Mémoire de stage, UMR ECOSYS. Juin 2017
- Jean-François Morot-Gaudry. Assimilation de l'azote chez les plantes, INRA, 1997

SITES WEB CONSULTÉS

- <http://www.cosmovisions.com/urine.htm>
- http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR-2004-1-Directives-U HYPERLINK «http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR-2004-1-Directives-Utilisation-sans-risque.pdf»tilisation-sans-risque.pdf
- <https://www.agri-mu> HYPERLINK «<https://www.agri-mutuel.com/cultures/lurine-humaine-fertilisant-de-lagriculture-de-demain/>»tuel.com/cultures/lurine-humaine-fertilisant-de-lagriculture-de-demain/
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Urine>
- <http://www.lejardinvi> HYPERLINK «<http://www.lejardin vivant.fr/2017/10/29/urine-au-jardin/>»vant.fr/2017/10/29/urine-au-jardin/
- <https://m.simplyscience.ch/archives-jeunes/articles/lurine-un-dechet-tres-utile.html>
- <https://www.gerbeaud.com/jardin/decouverte/urine-engrais,1260.html>
- <https://www.un-jardin-bio.com/urine-engrais-jardin/>
- <https://blog.defi-ecologique.com/urine-agriculture/>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphore>
- <https://www.usinenouvelle.com/article/l-industrie-c-est-fou-l-urine-humaine-une-ressource-insoupconnee-pour-l-agriculture>. N893289»rie-c-est-fou-l-urine-humaine-une-ressource-insoupconnee-pour-l-agriculture.N893289
- <https://binette-et-cornichon.com/a/urine/>
- https://www.liberation.fr/france/2018/11/17/l-urine-cette-mine-d-or-qui-s-ignore_1692065
- <https://www.agrireseau.net/ref> HYPERLINK «<https://www.agrireseau.net/references/27/04-gagnon.pdf>»e HYPERLINK «<https://www.agrireseau.net/references/27/04-gagnon.pdf>»rences/27/04-gagnon.pdf
- <https://www.lafabriqueaviva.fr/fr/project/2344/show?fbclid=IwAR2EdDeuiCRAaSdlQww9nwaEH3NNGEyRXvEI5DflyGeNKzeWH6Jv10Px5XA>https://azote.info/environnement-et-azote/eviter-les-pertes-par-volatilisation.html»ote/eviter-les-pertes-par-volatilisation.html
- https://www.doctissimo.fr/html/sante/analyses/ana_equil_ions21.htm
- [https://www.news-medical.net/health/Urine-Composition-Whats-Normal-\(French\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Urine-Composition-Whats-Normal-(French).aspx)
- <https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir> HYPERLINK «<https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/toxicite-en-ammonium/>»/toxicite-en-ammonium/
- <https://www.jardiner-autrement.fr/plantes-fixatrices-dazote/>»a HYPERLINK «<https://www.jardiner-autrement.fr/plantes-fixatrices-dazote/>»trices-dazote/
- <https://www.rtl.fr/actu/debats-societe/jardinage-l-urine-un-engrais-gratuit-et-efficace-7800080292>
- http://www.vuna.ch/aurin/index_fr.html
- <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/reduire-emissions-polluants/emissions-dammoniac-nh3>