

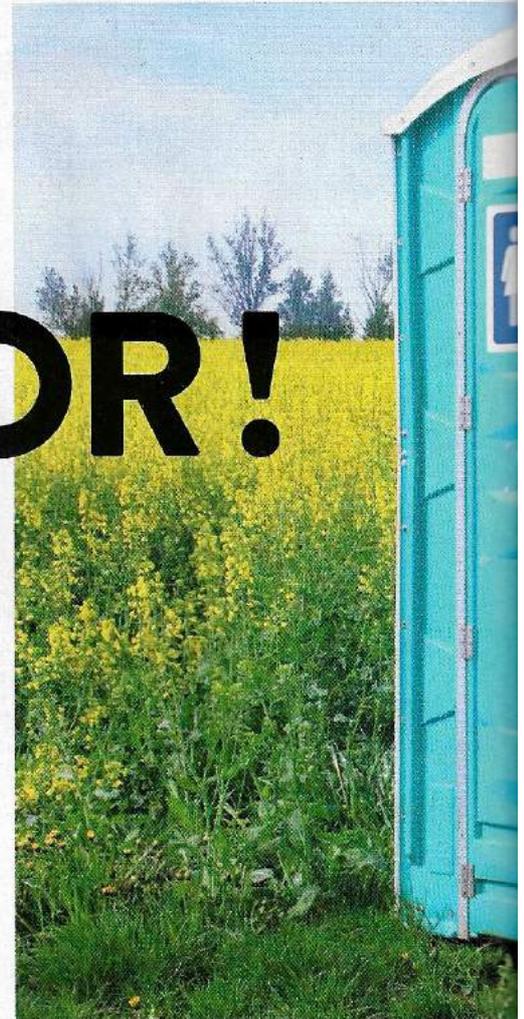
# VOTRE PIPI VAUT DE L'OR!

Non, ce n'est pas une blague. À Paris, un projet très sérieux a été lancé pour recycler l'urine, riche en azote, afin d'en faire de l'engrais. Promis, vous ne regarderez plus votre salade comme avant...

Hélène Gélot

**S**oirée d'hiver aux Grands Voisins, lieu d'occupation temporaire en plein cœur du Paris, qui concentre des restaurants, des ateliers d'artistes et des centres d'hébergement. Un peu à l'écart d'un des bars du site, des jeunes femmes grimpent les marches en bois qui les mènent à deux urinoirs féminins (voir photos en bas à droite). Ces cabinets, conçus par la designer Louise Raguét, répondent à un problème de taille : la file d'attente interminable aux toilettes des filles. Comme ces W.-C. n'ont pas de porte et qu'on peut seulement y faire pipi, on y passe moins de temps. Mais là n'est pas leur seule vertu. Sous le plancher, cinq

grandes cuves de 1 000 litres chacune recueillent... l'urine des visiteuses. Collecter du pipi? Quelle drôle d'idée! Détrompez-vous, c'est une riche idée : vous ne vous en doutiez pas, mais votre urine est un vrai trésor. Elle contient d'énormes quantités d'azote, 6 g par litre. Pour l'organisme humain, cet azote est un déchet issu de l'activité de nos cellules, que l'on élimine en permanence (voir encadré p. 36). Mais ce même azote est aussi un **"nutriment"** essentiel pour les plantes. Normalement, elles le puisent dans le sol. Le problème, c'est que l'exploitation des terres par l'agriculture, avec la succession des récoltes, appauvrit les sols en nutriments. Il faut alors les fertiliser en leur redonnant de l'azote sous forme d'engrais. Une partie de ces engrais sont naturels, tirés des déjections des animaux d'élevage (le fumier, issu des crottes, ou



le lisier, de l'urine). Mais en France, plus de la moitié des engrais azotés, soit 2 millions de tonnes par an, sont produits

par l'industrie chimique. Dans ces usines, on pompe du diazote (N<sub>2</sub>) dans l'air et on le transforme en une forme d'azote assimilable par les plantes. Ce procédé nécessite l'apport de gaz naturel, un **"hydrocarbure"**

## DANS UN LITRE D'URINE, IL Y A 6 GRAMMES D'AZOTE

dont les ressources sont limitées et dont la combustion libère de grandes quantités de **"gaz à effet de serre"**. Or, en parallèle de cette production phénoménale d'azote pour l'engrais, on jette des quantités folles de ce même

### #Zoom

**Nutriments** : éléments minéraux présents dans le sol, indispensables à la croissance des plantes (azote, potassium, phosphore...).

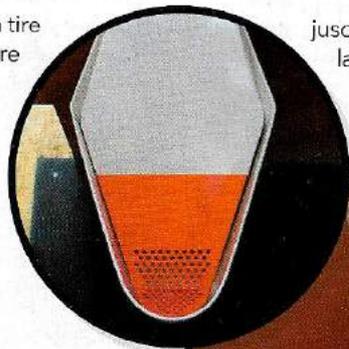
**Hydrocarbures** : molécules composées d'hydrogène et de carbone. Présents dans le sol sous diverses formes (pétrole, charbon, gaz naturel), ils servent de sources d'énergie.

Les **gaz à effet de serre** sont produits par la combustion d'hydrocarbures. En s'accumulant dans l'atmosphère, ils y piègent la chaleur émise par les rayons solaires.



BENOÎT LAPRAY POUR SVJ

azote à chaque fois que l'on tire la chasse d'eau ! Quand notre urine disparaît au fond de la cuvette, elle entame un voyage dans les méandres des tuyauteries, mélangée à nos matières fécales, à l'eau de nos douches et de nos éviers, et même parfois à l'eau de pluie,



jusqu'à la station d'épuration la plus proche.

Dans ces usines, où les eaux usées sont

nettoyées avant d'être rejetées dans les rivières (voir schéma p. 34-35), l'azote de notre pipi n'est pas récupéré. Au contraire, il doit être détruit !

En effet, s'il était déversé dans les rivières, cet engrais naturel provoquerait la prolifération d'algues (car ces végétaux, comme les autres, se nourrissent d'azote). Et ces algues absorberaient le dioxygène de l'eau, asphyxiant les autres espèces.

### Un sacré gaspifi...

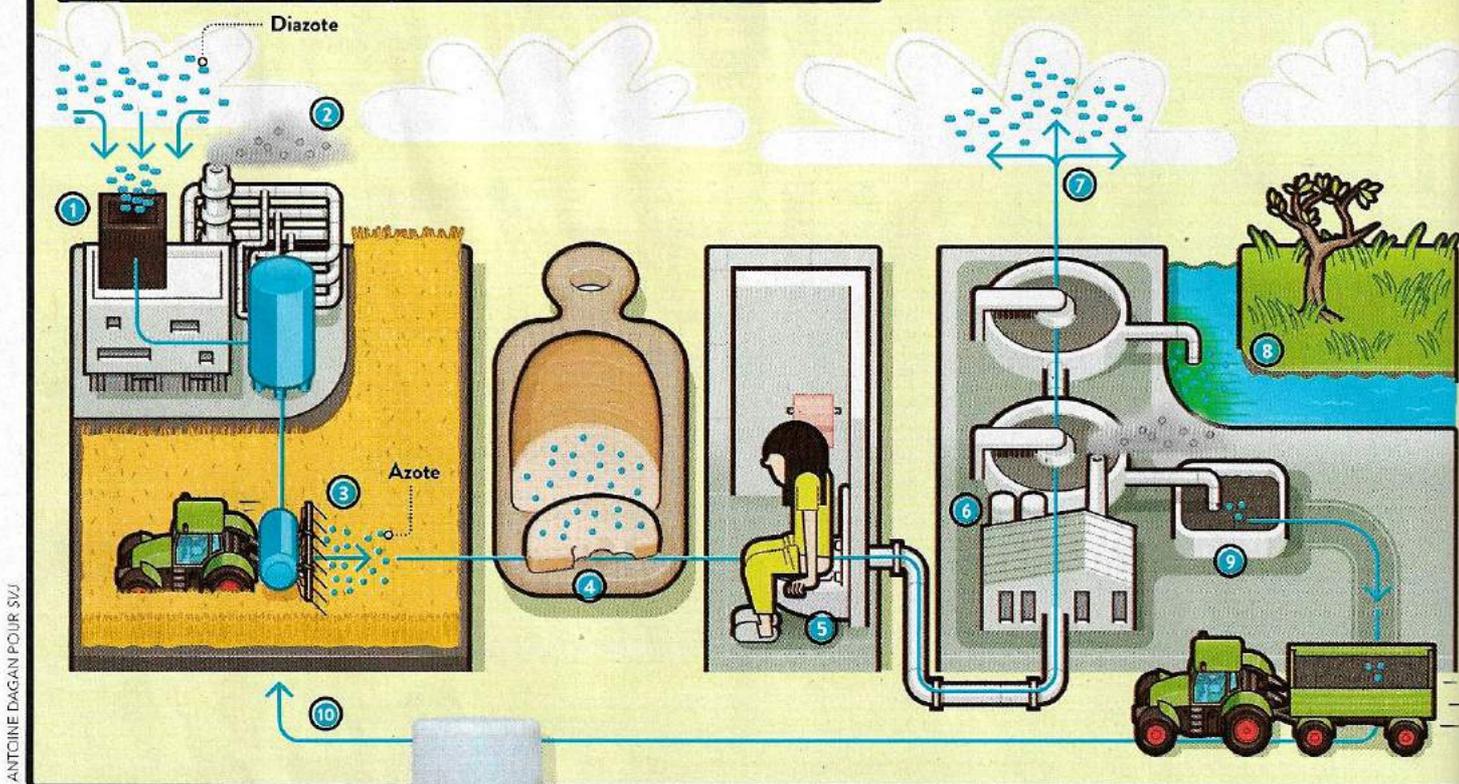
Pour éviter (ou du moins limiter) ce désastre, la plupart des stations d'épuration sont équipées d'une unité de dénitrification, qui transforme l'azote contenu dans nos urines en diazote gazeux avant de le relarguer dans

▶▶ Voici l'urinoir « Marcelle » pour dames. Une fois finie la petite commission (sans trainer, car il n'y a pas de porte, seulement des cloisons latérales), on ne tire pas la chasse : l'urine file dans une cuve de mille litres. Et le papier, lui, finit à la poubelle !



LOUISE TAGUIET

COMMENT ON PRODUIT DE L'AZOTE... POUR MIEUX LE DÉTRUIRE!



ANTOINE DAGAN POUR SVZ

l'atmosphère. Eh oui, c'est exactement la même réaction que celle réalisée dans les usines de production d'engrais azotés, mais en sens inverse! «À grand renfort d'hydrocarbures, on fabrique de l'azote dans des usines et on en détruit dans d'autres», s'exclame Fabien Esculier, ingénieur de l'École des Ponts ParisTech, spécialiste du sujet. C'est absurde! Pour remédier à ce gâchis, il existe une solution simple, au moins en apparence : recycler l'urine humaine, que l'on produit en quantité



et dont on ne peut réduire les volumes, pour en faire de l'engrais. C'est précisément ce que l'on teste sur une petite échelle aux Grands Voisins. Mais l'idée n'est pas neuve. De tout temps, des maraîchers ont utilisé le pipi pour fertiliser les champs. Cette pratique était même au cœur d'une activité florissante dans l'Europe du XIX<sup>e</sup> siècle, où l'on collectait les déjections des citoyens pour les vendre aux

« Mis au point par l'institut Eawag, cet engrais à base d'urine recyclée est vendu en Suisse.

paysans (voir encadré à droite). Puis, avec l'invention des engrais de synthèse et du "tout-à-l'égout", ces usages sont devenus marginaux. Recycler l'urine humaine, est-ce un scénario à nouveau envisageable aujourd'hui? Et si oui, comment s'y prendre? Autant de questions sur lesquelles se penche l'équipe de recherche Qcapi, fondée par Fabien Esculier. De la récolte de l'urine à son épandage dans les champs, ils ont étudié chaque étape de ce recyclage.

**Un tapis roulant sous les fesses**

Premier défi : trouver un moyen de collecter l'urine, et rien que l'urine. Dans les lieux publics ou festifs, il suffit d'installer des urinoirs reliés à une cuve. Mais il existe aussi des « toilettes à séparation », plus adaptées aux

**#Zoom**

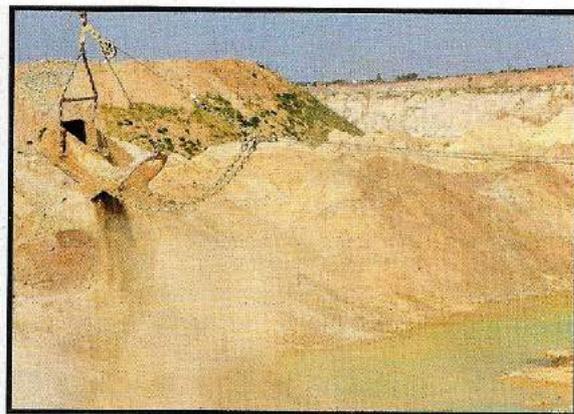
Le tout-à-l'égout correspond au réseau d'assainissement mis en place sous la voie publique : il recueille les eaux usées et les

transporte grâce aux canalisations, jusqu'à une station d'épuration où elles sont traitées.

L'habitat participatif permet à des groupes de personnes de construire leur logement et de partager un mode de vie écologique et communautaire, à moindre coût.

Les engrais azotés sont fabriqués dans des usines à partir du diazote de l'air (1). Ce procédé consomme beaucoup d'énergie, fournie grâce au gaz naturel, et libère des gaz à effet de serre (2). Les engrais de synthèse sont ensuite répandus dans les champs (3) pour cultiver les céréales et les légumes nécessaires à notre alimentation (4). Aux toilettes, nous déversons notre urine riche en azote et nos matières fécales dans le tout-à-l'égout (5). Le tout file ensuite dans les stations d'épuration des eaux usées (6). Là, une large proportion de l'azote de nos urines est détruit pour ne pas polluer les cours d'eau : il est transformé en diazote et libéré dans l'air (7). Ce processus consomme lui aussi beaucoup d'énergie. Une faible part de l'azote termine tout de même dans les cours d'eau (8). Le reste, environ 5%, se retrouve dans les « boues d'épuration », le résidu solide des eaux usées (9). Ces boues peuvent être épandues dans les champs (10). Au final, seulement 5% de l'azote de nos urines est recyclé aujourd'hui.

trois « ô »), un **« habitat participatif »** de deux étages, en cours de construction à Dol-de-Bretagne, au nord de Rennes. Ces toilettes seront équipées d'un tapis roulant incliné qui fait passer les matières fécales dans un bac d'un mètre situé derrière le trône, tandis que l'urine rejoint une cuve à la cave. Si l'on prend tant de soin à séparer les deux, c'est parce que l'urine, contrairement aux



SEYLOU / AFP

## L'URINE NE CONTIENT PAS DE MICROBES DANGEREUX

et afin de remédier à une éventuelle contamination au contact des matières fécales, les experts recommandent de stocker l'urine pendant un à six mois (selon les types de cultures). En effet, durant cette période, l'urée (le déchet azoté contenu dans l'urine) est dégradée naturellement sous forme

crottes, contient rarement des microbes **« pathogènes »**. En théorie, le liquide doré pourrait donc être déversé tel quel sur les plantes ! Mais au-delà d'un usage individuel,

d'ammoniaque, ce qui diminue l'acidité du liquide et élimine les microbes. Le traitement pourrait s'arrêter là. Mais il y a un autre sujet d'inquiétude. Les médicaments que nous ingérons peuvent se retrouver dans nos urines sous forme de traces et ne sont pas totalement éliminés lors du stockage.

▲ On extrait chaque année, dans le monde (ici, au Maroc), 150 millions de tonnes de phosphate pour en faire un autre type d'engrais nécessaire aux cultures. Les ressources sont immenses, mais s'épuisent.

## Quand les médocs menacent

Or, ces déchets médicamenteux peuvent poser des problèmes. Les antibiotiques, par exemple, sont des produits qui s'attaquent aux **« bactéries »** responsables de maladies. Sauf qu'à force d'y être

confrontées, certaines bactéries développent des résistances à ces médicaments. Or, plus on libère d'antibiotiques dans l'environnement, plus on met en contact des microbes avec eux, et plus le nombre de bactéries ultra-résistantes risque d'augmenter...

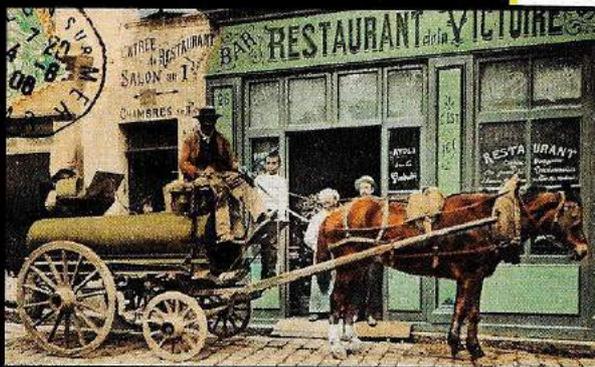
Selon l'**« Organisation mondiale de la santé »**, les quantités de résidus d'antibiotiques dans l'urine humaine sont si petites qu'elles ne devraient pas être

logements individuels. Ce type de W.-C. sera bientôt installé dans les vingt-quatre appartements de l'Ôdôberge (oui, avec

## VIDANGEUR D'URINE, UN MÉTIER QUI RAPPORTAIT...

Difficile à croire, mais au XIX<sup>e</sup> siècle, il existait un véritable commerce autour des urines et des matières fécales. Ainsi, à Paris, les déjections des habitants étaient collectées dans des fosses d'aisance au pied des immeubles. Des vidangeurs venaient ensuite récupérer ces déjections pour les revendre à prix d'or comme engrais aux agriculteurs. À Lille, des « courtiers-gourmets » avaient même la tâche peu banale de goûter les matières de vidange pour vérifier qu'elles n'avaient pas été coupées à l'eau ! Les matières étant vendues au volume, certains fraudaient en y ajoutant de l'eau. Cette économie prend fin en 1894, lorsqu'une loi

impose de déverser les excréments dans les égouts, avec les eaux de pluie.



## #Zoom

Les **pathogènes** (du grec *pathos*, « maladie ») et **genés**, « naissance ») désignent les microbes qui causent des maladies. Parmi eux, on

distingue les **bactéries** (micro-organismes constitués d'une seule cellule), les virus, les parasites...

Créée en 1948, l'**Organisation mondiale de la santé** est une institution internationale qui joue un rôle majeur dans la santé publique.

## QUOI DE NEUF ?

### #Zoom

La **distillation** est un procédé de purification par ébullition suivie d'une condensation de la vapeur dans un autre récipient.

Le **pépiniériste** produit et élève des végétaux d'extérieur, surtout des arbres et arbustes.

un frein à son utilisation comme engrais. D'ailleurs, les stations d'épuration actuelles sont incapables de détruire les produits pharmaceutiques, qui sont déversés dans les rivières. Et l'on épand déjà, dans les champs, du fumier et du lisier qui contiennent eux aussi des produits pharmaceutiques (issus des médicaments que l'on donne aux animaux d'élevage).

### Le pipi concentré, encore plus efficace !

Cela dit, dans le cas de l'urine humaine, il existe une solution peu coûteuse pour éradiquer ces produits. Elle a été mise au point par les chercheurs de l'Eawag (institut suisse de recherche sur l'eau). Ils ont inventé un système permettant, en quelques jours, de neutraliser les



LE PARIEN/JULIE OLAGNOU/MAX PPP - NICOLAS BEL

mauvaises odeurs du pipi (grâce à l'action de bactéries), de supprimer les résidus pharmaceutiques via un filtre à charbon actif, et de détruire les pathogènes à l'issue d'une **"distillation"**. Cette dernière étape a un autre atout : elle divise le volume du liquide par 15. D'une part, cela concentre l'azote, permettant aux agriculteurs de verser une moindre quantité d'engrais liquide pour un même résultat. En plus, ça

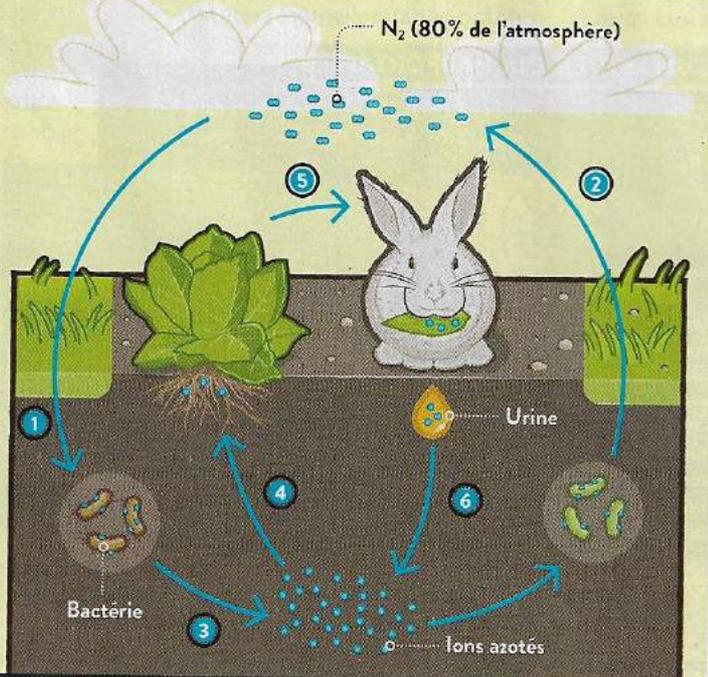
Grâce à leur urine collectée dans ces toilettes (à gauche), Fabien Esculier et son équipe ont fertilisé un champ de blé... dont la récolte a permis de faire du pain (ci-dessous) !



simplifie le stockage et le transport. Car à raison de 1,5 litre d'urine évacuée par personne et par jour, cela représenterait, à l'échelle d'une ville, des volumes démentiels, donc quantité

### LE CYCLE DE L'AZOTE

L'azote (N) est un élément chimique que l'on trouve partout : dans l'air – sous forme de diazote ( $N_2$ ) –, dans le sol, mais aussi chez tous les êtres vivants, car c'est un constituant des protéines (les « briques » de base des cellules). Seules les bactéries (1) puisent directement le diazote de l'air... ou en rejettent (2). Elles libèrent aussi, dans le sol, des ions azotés, c'est-à-dire des atomes d'azote électriquement chargés (3). Les plantes se nourrissent de ces ions azotés (4) pour fabriquer leurs protéines. C'est en mangeant les protéines des plantes (ou celles d'autres animaux) que les animaux, dont les humains, récupèrent l'azote (5) avec lequel ils fabriquent leurs propres protéines. Celles-ci étant sans cesse renouvelées, les anciennes sont dégradées en un déchet azoté, l'urée. Laquelle est éliminée en permanence par l'urine. Si celle-ci retourne au sol (6), les plantes pourront récupérer l'azote pour construire leurs protéines... et la boucle sera bouclée.



de camions pour les transporter jusqu'aux champs. Lorsque l'urine est traitée, il n'y a plus qu'à l'épandre dans les champs ! Mais est-elle vraiment un engrais efficace ? Pour le savoir, Fabien Esculier et ses collègues ont donné de leur personne : ils ont fait pipi pendant plusieurs mois dans un urinoir à collecte de l'École des Ponts ParisTech et ont stocké le liquide récolté. Sur des plantes sous serre, ainsi que sur des cultures en plein champ de blé, de colza et de maïs, ils ont comparé l'efficacité de l'urine

à celle des engrais de synthèse.

Verdict? «L'urine a un pouvoir fertilisant très intéressant. Elle est aussi efficace que des engrais industriels», commente la chercheuse Sabine Houot, qui a piloté ces essais. Ce n'est pas surprenant, car en plus d'une forte teneur en azote, elle contient, entre autres, du phosphate et du potassium, deux autres nutriments essentiels pour les plantes, qui sont eux aussi produits chimiquement (voir photo p. 35). «On a même fait du pain avec le blé récolté, c'était délicieux!» assure Fabien Esculier.

### Une seule personne peut fertiliser 365 m<sup>2</sup> par an

Mais nos vessies sont-elles capables, à elles seules, de produire suffisamment d'engrais pour fertiliser tous nos champs? Dans son livre *L'urine, de l'or liquide au jardin*, le «pépiniériste» Renaud de Looze s'est livré à un petit calcul.

Une personne produit en une journée 1,5 litre d'urine, de quoi fertiliser 1 m<sup>2</sup> de culture. Sur un an, cela permettrait d'alimenter un jardin potager de 365 m<sup>2</sup>. Or, c'est justement la surface cultivée nécessaire pour couvrir les besoins en céréales et en légumes d'un individu végétarien!

À plus grande échelle, Fabien Esculier estime que pour nourrir les habitants de

l'agglomération parisienne en 2050, on pourrait se passer totalement d'engrais de synthèse si l'on recyclait l'urine humaine pour l'utiliser aux côtés des autres engrais organiques (déjections d'animaux et compost végétal, notamment). Toutefois, cela n'est envisageable

que si l'on consomme moins de viande, car la production des céréales

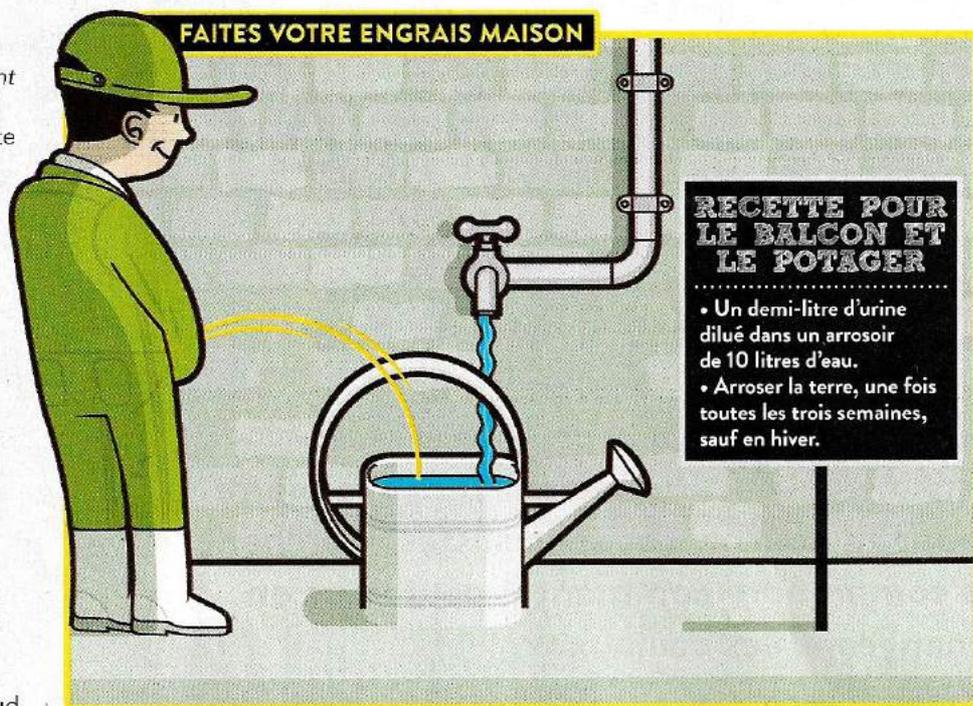
nécessaires à l'alimentation du bétail est très gourmande en engrais. Bien sûr, de tels changements ne se feront pas du jour au lendemain. Mais des initiatives fleurissent déjà un peu partout en France et en Europe.

### Une envie pressante? Pensez aux tomates!

Ainsi, aux Grands Voisins, les deux urinoirs ne sont que le début d'un projet à plus grande échelle. Ce lieu d'occupation transitoire, qui a pris place sur le site de l'ancien hôpital Saint-Vincent-de-Paul, fermera ses portes à la fin de l'été 2020 pour laisser la place à un nouvel écoquartier. Dans les 600 logements que comptera le site, la ville de Paris souhaite expérimenter la collecte des urines afin de les valoriser comme engrais.

Ce sera le projet le plus ambitieux de ce genre à voir le jour en France. En attendant un déploiement à une échelle plus vaste, vous pouvez toujours aller évacuer une envie pressante dans un arrosoir (voir encadré ci-dessus), et en faire profiter vos tomates! ■

Remerciements à Marine Legrand (ENPC), Kai Udert (Eawag) et Bastian Etter (Vuna).



## NOURRIR PARIS SANS ENGRAIS DE SYNTHÈSE EN 2050

### DES STATIONS D'ÉPURATION À SATURATION

Tout ce qui passe dans les tuyaux des douches, évier et toilettes des Parisiens finit à un seul et même endroit : la station d'épuration d'Achères, au nord-ouest de la capitale. Dans cette usine, les eaux usées sont débarrassées de 90% de leurs polluants, notamment l'azote des urines, avant d'être déversées dans la Seine (où les 10% restants sont dégradés naturellement). Pour l'instant, ça marche! Mais l'usine atteindra bientôt la limite de sa capacité de traitement. En effet, d'un côté, la population parisienne ne cesse d'augmenter. De l'autre, on craint une diminution d'un tiers du débit de la Seine d'ici à la fin du



siècle, à cause du changement climatique. Or, moins les polluants résiduels sont dilués, moins ils seront éliminés. Dans ce contexte, chaque pipi non déversé dans les tuyaux est bon à prendre!

TOUCANWINGS