



Rapport de Projet d'Ingénieure en Laboratoire

Fermer les cycles de nutriments pour une agriculture
soutenable

Analyse des freins et leviers à l'utilisation
d'excrétats humains en agriculture
biologique



OCAPI

Odile Marandet
Encadrant : Fabien Esculier
Février-Juin 2022

Table des matières

Remerciements	3
Résumé	4
Introduction	6
1 Démarche suivie	7
1.1 Précisions méthodologiques sur les entretiens	7
1.2 Questions abordées	8
1.3 Analyse du positionnement des acteurs	9
2 Cadre réglementaire des fertilisants en agriculture biologique	10
2.1 Etat des lieux de la réglementation	10
2.1.1 Réglementation générale sur les matières fertilisantes	10
2.1.2 Réglementation spécifique sur les matières fertilisantes en agriculture biologique	11
2.1.3 Quid des excréments humains dans la réglementation ?	12
2.2 Processus réglementaire pour introduction à l'annexe	13
2.3 Mention du potentiel fertilisant de l'urine et des matières fécales dans des rapports internationaux	14
3 Analyse des entretiens	16
3.1 L'intérêt agronomique des urines souvent évoqué	16
3.2 Premier frein : la présence de micropolluants	17
3.2.1 Etat des lieux	17
3.2.2 Réserves exprimées par les acteurs	18
3.2.3 Un risque également mis en perspective et relativisé	19
3.3 Conception de l'agriculture biologique	22
3.3.1 Le principe de faible solubilité	22
3.3.2 Comparaison avec d'autres fertilisants	23
3.3.3 Une agriculture biologique multipolarisée	25
3.3.4 Recul et perspectives	27
3.4 Des freins socio-techniques	27
3.4.1 Les projections des producteurs	28
3.4.2 Une limite technique	28
Conclusion	30

Remerciements

Rien de tel qu'un séminaire au coeur du Jura pour plonger dans le bain du recyclage des nutriments, des flux de NPK, de la sociologie de la séparation à la source... et surtout pour découvrir l'équipe du programme de recherche OCAPI, que je remercie ici de tout coeur pour son accueil chaleureux au pays du comté! Un grand merci donc à Marine, Etienne, Paul, Thomas, Aurélie, Alex, Bernard, Léa, Tristan, Louise de m'avoir partagé leurs travaux et projets, d'avoir répondu à mes interrogations, et de m'avoir écoutée raconter mes découvertes. Cette étude a été enrichie grâce à leurs remarques. Je remercie tout particulièrement Fabien, pour son encadrement attentif et ses conseils riches et avisés pour la bonne avancée de mon projet. OCAPI étant partie d'un grand tout, le LEESU (Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains), je remercie tous les membres du laboratoire de m'avoir accueillie et fait partager la vie du labo. Je tiens également à remercier l'ensemble des personnes qui ont accepté de répondre à mes questions en entretien, ou par mail, et qui ont permis à cette étude d'avancer. Les enquêtés ont toujours été bienveillants, et les discussions très intéressantes.

<p>Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un Projet d'Ingénierie en Laboratoire (PIL), qui représente un tiers du temps du deuxième semestre de la première année de formation des Ingénieurs-élèves des Ponts, des Eaux et des Forêts.</p>
--

Résumé

Tel que cité dans le règlement européen, le principe d'une agriculture biologique fondée sur des systèmes écologiques fait face à un paradoxe en ce qui concerne la gestion des nutriments. En effet, en Europe, il n'est légalement pas possible d'utiliser des fertilisants à base d'excrétats humains en agriculture biologique, alors que ceux-ci contiennent presque tout l'azote, le phosphore et le potassium que nous ingérons. Il est donc impossible de fermer les cycles de nutriments. En plein essor sur le continent, l'agriculture biologique est par ailleurs susceptible de se trouver face à un manque de nutriments à court terme pour fertiliser ses sols, et en particulier de phosphore qui ne peut pas être apporté autrement que via des intrants exogènes.

Afin de comprendre comment ce paradoxe pourrait être résolu, il s'est agi dans un premier temps d'étudier la réglementation, puis de solliciter différents acteurs de la recherche et des institutions. L'étude s'est surtout concentrée sur la question des urines. D'un point de vue réglementaire, deux conditions cumulatives doivent être remplies par un fertilisant pour être autorisé en bio : il doit être légalement mis sur le marché ou faire l'objet d'une dispense telle que notifiée dans l'article L255-5 du *Code Rural et de la pêche maritime*, et être inscrit à l'annexe II du règlement 2018/848.

Pour lever cette impossibilité, le premier frein majeur identifié résulte de la présence de micropolluants, notamment de résidus médicamenteux dans les excréments. L'ensemble des enquêtés ont préconisé d'abattre ces polluants, qui selon leurs propos pourraient présenter des risques pour la santé humaine, pour l'environnement, et contreviennent au principe biologique de ne pas introduire de produits chimiques sur les cultures. Cependant, il semblerait que l'Aurin, produit suisse à base d'urine humaine où les résidus médicamenteux sont traités et qui a été approuvé sans restriction par l'office fédéral agricole suisse, ne pourrait pas être autorisé en agriculture bio (européenne et suisse) en raison de son caractère fortement minéral, qui s'oppose au principe de nourrir le sol et non la plante. Ce problème de forte minéralité constitue le deuxième frein identifié, spécifique aux urinofertilisants. Les acteurs interrogés étaient plus partagés sur cette question : même si la matière organique est préférable pour fertiliser les sols, et que des fertilisants minéraux peuvent être nocifs pour les organismes du sol, certains enquêtés ont souligné que les nutriments sous forme minérale sont nécessaires au début du printemps sur les grandes cultures notamment, ou peuvent être ajoutés à des amendements organiques pour les enrichir. Par ailleurs, d'autres fertilisants dont la part en azote minéral est significative, comme le lisier de porc ou les digestats de méthaniseur, sont autorisés en bio, ce qui semble contradictoire.

Cette analyse soulève donc des questions de nature plus conceptuelles sur la réglementation biologique : les effluents d'élevage non industriels non bio sont autorisés, même si ces élevages ont des traitements médicamenteux ; la notion de solubilité n'est pas définie, malgré le principe de non-solubilité des fertilisants et l'autorisation de certains fertilisants à forte teneur minérale ; l'écologie et la sauvegarde de l'environnement sont défendues, mais la répartition spatiale des élevages par rapport aux cultures biologiques induit des transports de fertilisants sur des longues distances.

On conclut de cette étude que, sous réserve d'un abatement des résidus pharmaceutiques et de procédures de contrôle, il semble plausible que des fertilisants à base d'excrétats humains

puissent être autorisés en agriculture biologique, y compris des urinofertilisants à dominante minérale. Les modalités de cette ouverture aux excréments humains peuvent toutefois être plus ou moins restrictives, et le délai avant cette ouverture peut potentiellement aller jusqu'à une décennie si les procédures étaient enclenchées dès aujourd'hui.

La sortie de l'agriculture biologique de son statut de niche et la bifurcation globale vers une agriculture européenne soutenable nécessite que les enjeux de retour au sol de l'engrais humain soient bien plus largement appropriés par les acteurs agricoles et institutionnels.

Introduction

Afin de contextualiser le sujet de cette étude, intéressons-nous brièvement au cycle des nutriments. A l'heure actuelle, 4% de l'azote, 41% du phosphore et 2% du potassium que nous ingérons sont recyclés en agriculture via les boues d'épuration en région Ile-de-France (Esculier et al., 2019 [8]), le reste de ces nutriments étant rejetés dans les eaux, envoyés en atmosphère ou enfouis. Si on remonte à l'origine de ces nutriments et donc à la production des aliments, on trouve d'une part l'agriculture conventionnelle, qui reçoit majoritairement ces nutriments sous forme d'engrais de synthèse, les engrais azotés étant produits par le procédé Haber-Bosch fortement consommateur en énergie. Cette production industrielle a généré une augmentation de l'azote rejeté dans l'environnement, sous forme de nitrate (composés de NO_3^-) engendrant de l'eutrophisation et polluant les hydrosystèmes, sous forme de gaz à effet de serre (N_2O), d'ammoniac (NH_3), etc [4]. D'autre part, on trouve la production biologique, qui utilise des intrants provenant notamment d'effluents d'élevages non industriels pour compléter ses besoins en phosphore en particulier, et repose donc sur l'utilisation indirecte de l'azote produit à l'échelle industrielle, ce qui va à l'encontre des principes défendus par l'agriculture biologique (Nesmes, 2016 [12]). On notera que le phosphore a été classé comme ressource critique pour l'approvisionnement de l'Union européenne depuis 2014. L'origine majoritaire des apports d'azote en agriculture biologique est la fixation symbiotique via les légumineuses introduites dans les rotations de cultures.

Si l'on se projette dans un monde 100% bio, il y a alors deux problèmes. D'une part, il faudrait introduire beaucoup plus de légumineuses pour l'azote, ce qui est compliqué. D'autre part, pour le phosphore, il faudrait recourir à de grandes quantités de phosphore minier car les effluents d'élevage ne seront alors plus suffisants, ce qui contrevient au principe d'écologie de l'agriculture biologique. En effet, avec l'augmentation des surfaces agricoles biologiques, il est attendu une augmentation de la demande en ces effluents, et donc des pressions sur la ressource (Barbieri, 2021 [3]). On se trouve donc face à un problème, puisqu'on a d'un côté une perte de nutriments lors du traitement des eaux usées, et de l'autre un besoin en nutriments des cultures.

Dans une étude parue en 2021 (Billen, 2021, [5]), il est montré que si on modifie les régimes alimentaires avec une part de protéines végétales plus importante, généralise l'agriculture biologique, accentue l'utilisation de rotations de culture, et accroît les pratiques circulaires (interconnection cultures - élevage, recyclage de l'azote contenu dans les urines et matières fécales humaines à hauteur de 70%), la population européenne pourra être nourrie en 2050 sans importation d'intrants extérieurs au territoire.

Par ailleurs, une enquête menée auprès d'agriculteurs franciliens sur les freins et leviers à l'utilisation d'urine humaine comme fertilisant en agriculture (Brun, 2018, [6]) a notamment abouti à la conclusion que "De manière surprenante, la majorité des agriculteurs enquêtés associent les urinofertilisants à l'agriculture biologique, qu'ils disposent du label AB ou pas".

Cependant, il se trouve que les fertilisants à base d'excréments humains ne sont pas autorisés dans la réglementation bio. Etant donnée la nécessité de recycler les nutriments ingérés par les humains pour garantir la pérennité d'une agriculture biologique respectueuse de l'environnement, il y a donc un paradoxe avec l'impossibilité d'un retour au sol des nutriments provenant des urines

et matières fécales humaines. Comme la majorité des nutriments sont excrétés via les urines, ce projet s'est particulièrement intéressé aux matières fertilisantes issues des urines humaines, nommées urinofertilisants.

L'objet de cette étude est donc d'analyser les freins et leviers à l'utilisation d'excrétats humains en agriculture biologique, et plus particulièrement d'urinofertilisants, afin d'investiguer les possibilités de résolution de ce paradoxe. A travers une étude réglementaire et des échanges avec certains acteurs du monde bio, nous étudions les freins à l'utilisation d'urinofertilisants et les leviers qui permettraient leur autorisation, en nous appuyant sur les principes prônés par la réglementation sur l'agriculture biologique.

1 Démarche suivie

Dans un premier temps, des recherches bibliographiques et réglementaires ont été menées, afin de comprendre les différents règlements, et leurs interactions. Un premier frein à l'utilisation d'urinofertilisants en agriculture biologique avait déjà été identifié de longue date par le groupe de recherche OCAP, celui de la présence de micropolluants dans les urines. Assez rapidement, en échangeant avec l'entreprise Vuna de commercialisation de l'Aurin, un deuxième frein a émergé, lié à l'aspect minéral de l'urine. Partant de cette base, quatorze entretiens ont eu lieu avec un ensemble d'acteurs issus de l'agriculture biologique, ainsi que du monde de la recherche.

1.1 Précisions méthodologiques sur les entretiens

Certains de ces entretiens ont pu être enregistrés avec l'accord des personnes enquêtées, les autres étant cités grâce à la prise de note pendant l'entretien. A cela s'ajoutent des mails échangés avec d'autres acteurs ayant décliné la proposition d'entretien. Les citations issues de prises de notes sont identifiables grâce à des mentions en italiques pour compléter les phrases.

Le tableau suivant récapitule les différents échanges qui ont eu lieu.

Domaine / Institution	Spécialité / Poste
Recherche (R1)	Agriculture urbaine
Recherche (R2)	Cycles biogéochimiques
Recherche (R3)	Vie microbienne des sols
Recherche (R4)	Parasitisme
Recherche (R5)	Agriculture biologique
Recherche (R6)	Techniques de l'agriculture biologique
Agence de l'Eau (A1)	Développement durable
Agence de l'Eau (A2)	Eau et santé
INAO (Institut National de l'Origine et de la Qualité) (INAO)	Production végétale
ITAB (ITAB1)	Production végétale
APCA (Assemblée permanente des Chambres d'agriculture) (APCA)	Grandes cultures
GAB IDF (Groupement des Agriculteurs Bio) (GAB)	Maraîchage
CIVAM (Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural) (C1)	Grandes cultures
COOP BIO IDF (COOP)	Administration

FIGURE 1 – Liste des entretiens menés

Et le tableau suivant liste les personnes ayant répondu à des interrogations par mail :

Domaine / Institution	Spécialité / Poste
Recherche (M-R7)	Méthanisation
Recherche (M-R8)	Expert sol
ITAB (M-ITAB2)	Maraîchage
DGAL (Direction Générale de l'Alimentation) (M-D1)	Pôle hygiène production végétale
Demeter	Chargé de certification
Ecocert	Chargé de certification
VUNA GmbH	Aurin

FIGURE 2 – Liste des échanges de mails

Les enquêtés ont été sollicités par mail, sur recommandations du laboratoire de recherche, ou bien en suivant les suggestions des personnes enquêtées, ou bien parce qu'ils ont été identifiés au cours de recherches sur les sujets abordés. Les entretiens ont eu lieu pour la plupart en visio, sauf pour deux au téléphone (C1 et COOP). Comme le fil directeur de l'étude est réglementaire, deux types d'acteurs ont été interrogés, des personnes issues de la recherche, et des personnes issues des institutions en lien avec l'agriculture biologique, mais les agriculteurs n'ont pas été sollicités. L'étude plus vaste menée par Florent Brun [6] se focalise davantage sur le point de vue des agriculteurs. Souvent, les échanges avec les chercheurs ont permis d'éclairer les remarques soulevées par les membres des institutions. Les entretiens ont donc évolué, puisque des hypothèses se sont ajoutées au fur et à mesure, notamment sur le lien avec les principes de l'agriculture biologique.

1.2 Questions abordées

L'enquêtrice se présentait comme étudiante, menant un projet au sein du groupe de recherche OCAPI sur les freins et leviers à l'utilisation d'urine comme fertilisant en agriculture biologique, en se concentrant notamment sur l'aspect réglementaire. Le choix a été fait de se focaliser sur

les urinofertilisants car les urines contiennent la plupart des nutriments que nous excrétons, et sont un point d'accroche plus facile à aborder en entretien que les matières fécales. La tournure des questions posées était la plus générale possible, avec des formulations comme : "Quel est votre avis sur...", "Que pensez-vous de ... " .

La méthode utilisée pendant les entretiens a consisté la plupart du temps en un entretien semi-directif : au début, la personne interrogée pouvait évoquer librement ce à quoi les urinofertilisants lui faisaient penser. Ensuite, les questions étaient plus ciblées en fonction de la spécialité de la personne enquêtée, et des idées évoquées au début, de façon à ce que l'entretien recouvre au moins les dimensions suivantes, qui constituent la grille d'entretien de base :

- Les connaissances de la personne enquêtée sur ce sujet, si elle y a déjà été confrontée, et dans quel cadre ;
- La question des micropolluants : avis, et conditions à vérifier pour les fertilisants par rapport à ces polluants (éventuellement) ;
- La question de la solubilité des urines, et de son caractère fortement minéral ;
- Les niches possibles pour l'utilisation des urinofertilisants, et de quelle façon ;

La démarche de l'étude a évolué au fur et à mesure des entretiens et de la compréhension de plus en plus globale des enjeux. De ce fait, les derniers entretiens étaient plus riches en questions générales sur l'agriculture biologique, notamment sur les paradoxes liés à l'origine parfois lointaine des intrants, et celui de ne pas réutiliser les nutriments issus des excréments humains, et donc de ne pas fermer le cycle des nutriments.

Les personnes enquêtées étaient invitées à se présenter en début d'entretien (si elles ne le faisaient pas spontanément), afin de mieux cerner leur positionnement par rapport à ce sujet. Les questions posées pouvaient également évoluer en fonction des spécialités de recherche des acteurs ou des institutions d'appartenance, et étaient alors plus précises et plus thématiques. Lorsque les personnes enquêtées posaient la question, les urinofertilisants étaient décrits comme étant les moins transformés possibles, en raison des préceptes défendus par l'agriculture biologique, et de la soutenabilité du procédé à grande échelle et à long terme. Il s'agit donc surtout du lisain (stockage) et de l'orin-pitribon (nitrification passive obtenue par filtration de l'urine sur du charbon actif), évoqués dans la suite du rapport. Le but recherché étant aussi que les personnes interrogées évoquent des formes d'urinofertilisants convenant mieux à leurs critères, constituant alors des pistes possibles pour recycler les urines.

1.3 Analyse du positionnement des acteurs

Sur l'ensemble des personnes ayant répondu, quatre ont refusé un entretien, une personne par manque de temps et les trois autres parce qu'elles n'avaient jamais pensé à cette question et n'avaient pas d'avis particulier. Douze personnes n'ont pas répondu.

Parmi les vingt-et-une personnes interrogées, certaines avaient déjà entendu parler de l'idée d'utiliser des urines comme fertilisants en agriculture (R6, A1, INAO, ITAB, M-R7), et d'autres avaient déjà travaillé sur cette question (R1, R2). Les autres ont pris connaissance de cette possibilité et du programme de recherche OCAP suite au mail de contact pour l'entretien.

Un des objectifs de l'étude étant de comprendre le processus réglementaire, cinq des personnes

issues du monde de la recherche interrogées font, ou faisaient partie, des experts permanents ou occasionnellement sollicités de l'EGTOP, groupe européen décrit ci-dessous. Ils ont permis d'éclairer le processus de conseil et de vote sur la réglementation à l'échelle européenne. Néanmoins, n'étant pas autorisés à évoquer les discussions du groupe avec des personnes extérieures, c'est en tant que chercheurs et experts qu'ils ont participé à l'enquête sur les urino-fertilisants et sur l'agriculture biologique.

2 Cadre réglementaire des fertilisants en agriculture biologique

Il est dans un premier temps nécessaire de poser le cadre législatif, qui permet ensuite de mieux situer les freins évoqués, et le positionnement des acteurs. L'ensemble de cette partie résulte de recherches bibliographiques et consultation des textes réglementaires (sur les sites "Eur-LEX" et "Légifrance"), certains points ayant été complétés par les acteurs interrogés.

2.1 Etat des lieux de la réglementation

2.1.1 Réglementation générale sur les matières fertilisantes

La réglementation relative à l'agriculture biologique est encadrée à l'échelle européenne. Chaque pays européen doit se conformer a minima à cette réglementation, et peut également développer ses propres règles concernant les produits biologiques. Concernant les fertilisants, plusieurs règlements sont d'intérêt.

Le règlement 2019/1009. D'abord, tout fertilisant destiné à être mis à disposition sur le marché de l'UE, qu'il soit destiné à l'agriculture conventionnelle ou à l'agriculture biologique, doit se conformer aux dispositions du règlement 2019/1009. Ce règlement récent, qui abroge le 2003/2003, est applicable au plus tard le 16 juillet 2022. Cette législation **circonscri**t l'**ensemble des fertilisants utilisables**, dont les matières premières doivent être issues d'une des onze catégories de matières constitutives (CMC), comprenant les végétaux, compost, digestats, sous-produits animaux définis au 1089/2009 ou encore polymères. Le lisier animal est compris dans la CMC 10, qui renvoie aux produits dérivés au sens du règlement (CE) n°1069/2009¹. Sept catégories fonctionnelles de produits y sont définies (Engrais/Amendement minéral basique/Amendement du sol/Support de culture/Inhibiteurs/Bio-stimulant des végétaux/Combinaison de fertilisants) et à chacune de ces catégories sont attribuées des teneurs et seuils à respecter en termes de composition, à la fois pour les nutriments, mais aussi les contaminants et pathogènes. L'article 19 évoque la fin du statut de déchet pour toute matière "contenue dans un fertilisant UE conforme", selon certains critères. Le règlement définit également les modalités de certification ainsi que d'étiquetage des fertilisants.

1. Dans ce règlement, le lisier fait partie des matières dites de catégorie 2, dont les conditions d'utilisation en tant que fertilisant sont précisées à l'article 32.

A l'échelle **nationale**, des décrets sont également à paraître concernant les MFSC (matières fertilisantes et supports de culture), un d'innocuité fixant les valeurs des critères d'innocuité pour les éléments traces métalliques (ETM), les matières inertes et impuretés, les composés traces organiques et les organismes pathogènes, et un de flux établissant les apports maximaux admissibles pour l'ensemble des matières fertilisantes sur les champs. On notera qu'une attention particulière est portée au cadmium (ETM toxique), dans le règlement 2019/1009 ainsi que dans les décrets à paraître, en raison de l'utilisation d'engrais phosphatés d'origine minière contenant du cadmium qui s'accumule dans la chaîne alimentaire.

Un **règlement délégué n°2021/2086** a été ajouté le 5 juillet 2021, applicable le 16 juillet 2022 également. Cet ajout introduit une nouvelle catégorie de matière constitutive, la CMC 12 relative aux "sels de phosphate précipités et à leurs dérivés", dont une des origines possibles est "les eaux usées et des boues d'épuration provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires". Des limites y sont fixées concernant les éventuels pathogènes.

2.1.2 Réglementation spécifique sur les matières fertilisantes en agriculture biologique

Le règlement 2008/848 est la règlement support de l'ensemble des pratiques de l'agriculture biologique. Il précise les principes, les objectifs, ainsi que les préconisations techniques. Jusqu'au 1er janvier 2022, la réglementation relative à l'agriculture biologique était le règlement 2008/889, les fertilisants autorisés en bio y étaient inscrits à l'annexe I. Ce règlement a été abrogé et remplacé par le 2018/848, les fertilisants autorisés étant inscrits à l'annexe II du règlement d'exécution 2021/1165.

Pour porter la mention "utilisable en agriculture biologique", deux conditions cumulatives doivent être remplies : les fertilisants doivent être légalement mis sur le marché, et issus d'intrants figurant à l'annexe II du règlement 2018/848². Ainsi, la struvite n'est pas autorisée en bio car les eaux usées ne sont pas inscrites à l'annexe II, et ce même si le fertilisant est obtenu par un procédé physique conforme aux exigences du règlement bio. Précisons que les fertilisants utilisables en agriculture biologique ne doivent pas être spécifiquement d'origine biologique : par exemple, les déchets végétaux utilisés pour le compost en agriculture biologique ne sont pas restreints à ceux issus de produits bio, ou encore la seule restriction pour les fumiers est qu'ils ne doivent pas provenir d'élevages industriels, ils peuvent donc provenir d'élevages non bio.

En vertu des articles L255-1 à L255-18 du code rural et de la pêche maritime, les fertilisants (bio ou non bio) doivent disposer d'une autorisation de mise sur le marché pour être utilisés en France, sauf dispense. Le formulaire à compléter pour en faire la demande est le Cerfa 16073, c'est une procédure longue et coûteuse. Il est intéressant de noter qu'en vertu de l'article R255-17 du même code, si un produit a fait l'objet d'une AMM dans un autre pays de l'UE, on

2. <https://www.inao.gouv.fr/Les-signes-officiels-de-la-qualite-et-de-l-origine-SIQO/Agriculture-Biologique> consulté le 18/05/22

peut en faire la demande par reconnaissance mutuelle : *Le directeur général de l'Agence [désigne ici l'Anses³, introduite à l'article L1313-1 du code de la santé publique] peut autoriser, par reconnaissance mutuelle, la mise sur le marché d'une matière fertilisante, d'un adjuvant pour matières fertilisantes ou d'un support de culture légalement mis sur le marché dans un autre Etat membre de l'Union européenne en tant que matière fertilisante, adjuvant pour matières fertilisantes ou support de culture.* C'est une procédure plus rapide, d'environ trois mois.

L'article L255-5 liste les sept cas de dispense pour utiliser un fertilisant sans disposer d'une autorisation de mise sur le marché, dont les suivants :

1. **Par conformité avec la réglementation de l'Union européenne (règlement 2019/1009)** : L'annexe IV du règlement précise les quatre procédures d'évaluation de la conformité, en fonction du type de fertilisant ; les analyses de conformité sont soit produites par le fabricant, soit par un organisme certificateur notifié dans la liste européenne Nando⁴. Par exemple pour les digestats, si ceux-ci sont produits à partir de cultures végétales, la conformité garantie par le fabricant (contrôle interne) est suffisante. Par contre, si leur origine est différente, ils doivent faire l'objet d'une procédure de surveillance et de contrôle de conformité par un organisme tiers.
2. **Par conformité avec une norme** : si les fertilisants ont fait l'objet d'une procédure de normalisation, rendue d'application obligatoire par un arrêté, elle-même conforme à la réglementation européenne. Les normes permettent de détailler les processus de fabrication et de contrôle des produits notamment.
3. **Les matières qui font l'objet d'un plan d'épandage** : le code de l'environnement définit, dans les articles L. 214-1 et L. 511-1, les différentes installations dont les effluents, déchets ou résidus peuvent être déversés sur des terres agricoles en tant que matières fertilisantes, conformément à un plan d'épandage garantissant l'absence d'effet nocif sur la santé humaine et animale et sur l'environnement.

2.1.3 Quid des excréments humains dans la réglementation ?

Les excréments humains ne sont pas compris dans la réglementation sus décrite, hormis dans la CMC 12 des sels de potasse qui peuvent être issus des eaux usées (règlement 2019/1009). Par contre, et comme c'est écrit dans le considérant 24 du règlement 2019/1009 (fertilisants), le règlement 2019/1009 s'applique sans préjudice de certaines directives en vigueur, dont la directive 86/278/CEE relative aux boues d'épuration. En France, l'utilisation de matières issues des urines et matières fécales n'est encadrée que par la réglementation relative aux épandages de boues qui inclut les boues de STEU et les matières de vidange de l'assainissement non collectif. En l'absence de réglementation spécifique, une option serait de considérer, a minima, les matières issues d'un traitement spécifique des urines et matières fécales humaines comme relevant de la réglementation relative à l'épandage des matières de vidange de l'assainissement non collectif. On ne trouve aucune référence aux excréments humains dans le règlement de l'agriculture biolo-

3. Art. L1313-1 : "L'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail est un établissement public de l'Etat à caractère administratif."

4. https://ec.europa.eu/growth/tools_databases/nando/index.cfm?fuseaction=directive.notifiedbodydir;d=159361 consulté le 18/05/2022, uniquement trois organismes certificateurs à cette date.

gique, les mentions d'"excréments" étant systématiquement suivis du terme "d'animaux".

Ainsi, autoriser un fertilisant produit à base d'excrétats humains en agriculture biologique suppose :

- L'introduction de l'urine humaine (éventuellement sous réserve de certaines conditions) à l'annexe II du règlement 2018/848 :
- La mise sur le marché d'un produit à base d'urine humaine, soit ayant fait l'objet d'une demande d'autorisation de mise sur le marché, soit après modification du règlement 2019/1009 avec ajout d'une nouvelle catégorie de matières constitutives, ou encore par normalisation ou conformité avec un plan d'épandage.

2.2 Processus réglementaire pour introduction à l'annexe

Le processus de validation pour l'introduction d'une substance de base dans le règlement relatif à l'agriculture biologique prend environ un à deux ans.



FIGURE 3 – Processus réglementaire conduisant à l'introduction d'un fertilisant au règlement Bio

Dans un premier temps, il s'agit de compléter un dossier et de le remettre à la commission végétale (anciennement commission intrants) de l'**INAO**, Institut National de l'Origine et de la Qualité. Cette commission est composée d'un ensemble de professionnels de la filière bio (FNAB, APCA, COOP, UNIFA, Synabio, ...) ainsi que de représentants ministériels (DGPE - Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises - du Ministère de l'Agriculture, DGAL - Direction générale de l'alimentation - du Ministère de l'Agriculture, DGC-CRF - Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes - du Ministère de l'Economie, ...) qui sont chargés d'émettre un avis consensuel sur la demande. Cet avis est ensuite transmis au **CNAB** (Comité National de l'Agriculture Biologique) composé d'une cinquantaine de personnes issues des mêmes structures qui votent en faveur ou à l'encontre de cette demande. Le comité ainsi que les commissions se réunissent quatre à cinq fois par an, ce sont également les instances en charge de rédiger le Guide des intrants et de faire remonter des difficultés d'interprétation du règlement à la commission européenne.

A l'échelle européenne, la DG AGRI (Directorate-General for Agriculture and Rural Development) est en charge de la production agricole. Si le vote du CNAB est positif, la DGPE transmet la demande d'inclusion à l'annexe II au **RCOP** (Regulatory Committee on Organic Production), une des instances de la DG-AGRI. Le RCOP mandate alors l'**EGTOP** pour émettre un avis d'experts sur la demande qui a été faite. L'EGTOP est composé de treize membres permanents nommés, et d'un ensemble de membres "techniques" (experts) convoqués ou non selon le sujet à débattre, qui doivent émettre des avis consensuels sur les demandes qui remontent

des pays européens. Les avis sont ensuite transmis au RCOP en charge du vote, qui, la plupart du temps, suit les préconisations de l'EGTOP. Ces commissions ont lieu trois à quatre fois par an.

En règle générale, l'EGTOP analyse les quatre critères suivants pour donner son avis :

- La composition du produit, qui doit être conforme au règlement 2019/1009 notamment ;
- Les avantages de ce produit par rapport à d'autres produits qui sont déjà utilisés ;
- La question du coût, le fertilisant doit être abordable pour les agriculteurs ;
- L'utilisation spécifique pour l'agriculture biologique : la compatibilité avec les principes de l'agriculture biologiques (par ex. produits pas transformés par des procédés industriels, etc.) la fréquence d'utilisation, les cultures concernées, les potentiels effets de rémanence, ainsi que la question de savoir si ce fertilisant apporte une plus-value en agriculture biologique ou non.

Pour qu'une demande soit traitée rapidement, il est préférable qu'elle soit appuyée par au moins trois ou quatre pays de l'Union Européenne.

2.3 Mention du potentiel fertilisant de l'urine et des matières fécales dans des rapports internationaux

Le sujet de l'utilisation d'excrétats humains comme fertilisants en agricultures biologique n'est pas nouveau. En effet, jusqu'à présent, certains rapports ont évoqué la possibilité d'utiliser les excréments en respectant certains critères écrits.

Il en est ainsi de la FAO et de l'OMS, qui dans le "Codex Alimentarius" révisé en 2013⁵ sur la production d'aliments biologiques, mentionnent l'utilisation d'excréments humains pour la fertilisation du sol sous certaines conditions. C'est un document à visée internationale, dont la première version date de 1999, qui a pour but d'aider les pays à concevoir une réglementation bio, et dont les normes et textes sont de nature volontaire. Le document dit d'ailleurs en avant-propos que "L'agriculture biologique ne peut pas garantir que la production soit complètement dénuée de tous résidus polluants, en raison de la pollution environnementale en général. Cependant, des méthodes sont utilisées pour minimiser la pollution de l'air, du sol et de l'eau"⁶ [trad. perso.].

Les conditions évoquées pour la fertilisation à base d'excrétats sont les suivantes : être reconnus par les organismes certificateurs, la source doit être séparée des déchets ménagers et industriels qui posent un risque de contamination chimique, les matières doivent être traitées suffisamment pour éliminer les risques pathogènes, et ne pas être épandues sur des cultures destinées à l'alimentation humaine ou directement sur la partie comestible des plantes⁷

De la même manière, le rapport final II de l'EGTOP sur les fertilisants et amendements⁸,

5. [fao.org/3/a1385e/a1385e.pdf](https://www.fao.org/3/a1385e/a1385e.pdf)

6. "Organic agriculture practices cannot ensure that products are completely free of residues, due to general environmental pollution. However, methods are used to minimize pollution of air, soil and water."

7. "Need recognized by the certification body or authority. The source is separated from household and industrial wastes that pose a risk of chemical contamination. It is treated sufficiently to eliminate risks from pests, parasites, pathogenic micro-organisms, and is not applied to crops intended for human consumption or to the edible parts of plants."

8. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/farming/documents/final-report-egtop-fertilizers-ii_en.pdf

paru en 2016, rapporte les conclusions de l'examen de la question des excréments humains, suite à un questionnement d'ordre assez général du groupe (et pas à une réelle demande d'inscription à l'annexe). Le groupe ne se positionne pas de manière tranchée sur la question. Comme on peut le lire dans les extraits qui suivent, **le principal frein concernant les urines et matières fécales ici exprimé est celui des contaminants** :

“L'utilisation d'excréments humains aiderait à **fermer le cycle des nutriments**, en particulier en rendant le phosphore des villes vers les zones agricoles. À long-terme, cela améliorerait nettement la durabilité de l'approvisionnement en nutriments (en phosphore en particulier).” [Trad. perso]

“Selon le groupe, tous les produits issus de déchets humains pourraient être autorisés, si le processus de production élimine efficacement les pathogènes et **minimise la présence de contaminants chimiques**.” [Trad. perso]

“Le groupe considère qu'il n'y a en théorie pas d'obstacle/de problème au recyclage des déchets humains (human waste) en agriculture bio. Plusieurs auteurs (Oelofse et al. 2013 ; Løes et al. 2015 ; Wollmann and Möller 2015), ont préconisé leur utilisation– mais **leur exclusion [du règlement] est due à des préoccupations concernant les pathogènes potentiels et d'autres contaminants**. Les excréments humains sont autorisés par le Codex Alimentarius (Guidelines for organically produced food, 2013) dans certaines conditions. ”[Trad. perso]

Enfin, concernant la **struvite**, ce même rapport conclut ainsi que "l'utilisation de Struvite comme fertilisant peut être considérée conforme avec les objectifs, critères et principes de l'agriculture biologique, même si ce n'est pas couvert par la réglementation actuelle. Si la struvite était autorisée par le règlement 2003/2003, le groupe recommande qu'elle soit incluse à l'annexe I à condition que la méthode de production garantisse l'hygiène et la sûreté par rapport aux polluants (*"hygienic and pollutant safety"*)." [trad. perso.]

On notera qu'en 2016, le règlement 2018/848 n'avait pas encore abrogé le 2008/889, et que les fertilisants bio étaient à l'époque inscrits à l'annexe I du règlement. Malgré cette conclusion du groupe, la struvite n'a pas été incluse à l'annexe, ce qui montre ici que les avis de l'EGTOP ne sont pas toujours suivis lors des votes.

Cet ensemble de connaissances réglementaires, qui s'est affirmé au cours des entretiens, a servi de support pour les différents questionnements.

3 Analyse des entretiens

Cette partie constitue l'analyse des entretiens. Les principales notions, idées et hypothèses qui ont été évoquées sont détaillées et justifiées par des citations. La plupart des citations sont issues des entretiens enregistrés, certaines moins complètes sont retranscrites à partir des prises de note pendant les entretiens.

On revient dans un premier temps sur les avis des acteurs par rapport à l'idée même de recycler les urines en agriculture biologique. Ensuite, les deux hypothèses initiales sur les freins sont détaillées, d'abord la question des micropolluants, ensuite celle de la forte minéralité de l'urine. Ces deux dimensions amènent à une réflexion plus générale sur les principes de l'agriculture biologique, et sur les paradoxes de la réglementation, qui est ensuite détaillée. L'ensemble de ce cheminement apporte des éléments de réponse quant au paradoxe initial d'impossibilité de recyclage des nutriments en agriculture biologique. Finalement, d'autres freins de nature socio-technique abordés par les acteurs sont retranscrits.

3.1 L'intérêt agronomique des urines souvent évoqué

Rappelons que les urines contiennent la majeure partie des nutriments que nous ingérons, soit environ 85% de l'azote, 65% du phosphore et 75% du potassium (Esculier, 2018, [7]). Concernant les parts minérales et organiques des urinofertilisants que l'on considère, le lisain, urinofertilisant constitué d'urine stockée, contient 70% d'azote ammoniacal, mais aussi 20% d'azote organique et 10% d'urée (Martin, 2020, [11]). Les urines nitrifiées concentrées (comme l'Aurin suisse), désignées sous le nom générique non commercial d'"Orin", contiennent par contre 50% d'azote ammoniacal et 50% d'azote nitrique, composés minéraux. Selon les procédés de traitement, la décomposition de l'urinofertilisant en part minérale et part organique est donc variable. Les enquêtés ont souvent d'entrée de jeu **affirmé l'intérêt agronomique des urines** :

"Mon opinion sur l'utilisation de déchets humains en agriculture biologique est que ce serait très utile", *parce qu'avec l'augmentation des "surfaces bio en Europe à 25% des terres agricoles" il va y avoir des "problèmes pour trouver suffisamment de nutriments."* (R6)

"L'urine, au même titre que les digestats, amène de l'azote, et les agronomes sont assez contents de ça, mais il faut se méfier de la forme de l'azote notamment sous forme ammoniacale avec les dégagements." (R3)

"L'azote nourrit certes que la plante, mais le phosphore et potassium permettent la fertilisation de fond de la parcelle. On est sur un produit "multifertilisant"." (ACPA)

Le **besoin en nutriments** en agriculture biologique est donc ici l'argument principal, l'azote est le plus souvent évoqué, parfois avec le potassium et le phosphore mais pas par tous les acteurs. Les autres nutriments (nutriments secondaires, micronutriments) n'ont pas été évoqués. Par ailleurs, pour détailler de manière plus précise les différentes "utilités" de l'urine évoquées, le fait que les grandes cultures aient besoin d'un **boost minéral** au début de printemps, alors que

l'azote organique des sols n'a pas encore été suffisamment dégradé en azote minéral facilement absorbable par les plantes, a été abordé par ACPA, R6 et R3.

"En grandes cultures on a besoin de flush, donc d'apports forts d'azotes minéraux, au début de la culture parce qu'il faut qu'elle redémarre au printemps" (R3)

Le besoin en engrais à un **prix abordable** a été mis en avant, le cours des engrais azotés comme l'urée ou l'ammonitrate ayant plus que doublé en un an⁹ en raison de la crise énergétique notamment. On notera que des inquiétudes ont aussi été exprimées en raison de la guerre en Ukraine.

"Un système est durable économiquement et environnementalement si on produit", "En bio on a le droit d'apporter des phosphates naturels, mais concrètement ils coûtent extrêmement cher et sont très peu solubles." (ACPA).

Par ailleurs, de plus en plus de grandes cultures se convertissent en bio, avec un objectif de 25% des surfaces agricoles converties en bio en 2030¹⁰. Par contre, comme cela a été souligné, les conversions des élevages industriels ne sont pas suffisamment rapides pour suivre la demande en effluents (R6), et des pressions sur la ressource se font donc déjà sentir, ce qui était évoqué en introduction.

Enfin, une autre idée évoquée par une personne (R4) concerne le **besoin en eau** de certains pays européens confrontés à des sécheresses : "L'urine c'est beaucoup d'eau, donc c'est intéressant pour certaines régions sèches". Ceci permet également de souligner que les pays européens ont des climats très différents, et des cultures variées ce qui complexifie d'autant plus l'établissement d'une réglementation générale.

Les discussions étaient davantage orientées par l'enquêtrice sur la question des freins, qui sont développés dans la suite.

3.2 Premier frein : la présence de micropolluants

Le choix de parler en premier lieu des micropolluants s'explique car c'est le frein qui a été évoqué le plus spontanément par les personnes interrogées.

3.2.1 Etat des lieux

Les urines humaines contiennent un ensemble de micropolluants, ceux qui sont considérés comme les plus sensibles sont les résidus pharmaceutiques. Les trois catégories considérées

9. <https://www.francebleu.fr/infos/economie-social/les-agriculteurs-s-affolent-en-voyant-les-cours-des-engrais-azotes-1634372618>, consulté le 22/05/22

10. Article " L'objectif de 25 % d'agriculture biologique en 2030 est confirmé, La France Agricole, publié le 20/07/2021, consulté le 02/08/2022

comme les plus problématiques sont les hormones, les antibiotiques et les anticancéreux [2].

La présence et la quantité de résidus médicamenteux dans les urines varient en fonction de la quantité de médicaments consommés, de la dilution des urines, mais aussi du traitement qui en est fait : le stockage permet d'abattre les quantités de certains micropolluants, l'ajout de charbon actif en poudre permet de diminuer la concentration d'une dizaine de médicaments de plus de 90% (Etter, 2015 [9]). Ainsi, sur de l'urine stockée (cf projet Agrocapi, 2022¹¹), les trois micropolluants majoritaires sont l'acétaminophène (ie paracétamol), la caféine et l'acide salicylique (un métabolite de l'aspirine), à des concentrations de l'ordre du mg/L. Il n'y a à ce jour pas de consensus scientifique sur le problème posé par ces micropolluants contenus dans les urines.

L'Aurin est un urinofertilisant produit en Suisse par l'entreprise Vuna et approuvé par le Ministère Fédéral suisse de l'Agriculture pour l'utilisation sur des cultures alimentaires. Le processus retenu pour ce faire consiste d'abord en une étape de nitrification, puis une filtration sur charbon actif afin d'abattre les médicaments et les hormones, puis un processus de concentration. Ce traitement permet en outre de conserver les nutriments (Duygan et al, 2020 [13]).

Par ailleurs, il est intéressant de noter que les effluents d'élevage sont autorisés en agriculture biologique, la seule condition étant que les animaux doivent provenir d'élevages non industriels. Les raisons de ce choix sont que les animaux élevés de manière industrielle consomment davantage de médicaments, dont des antibiotiques qui favorisent le développement d'antibiorésistance, et également pour des raisons éthiques relevant du bien-être animal défendu en bio. Pour les excréments d'animaux liquides, il y a une condition d'épandage "après fermentation contrôlée et/ou dilution appropriée" pour respecter le seuil d'azote maximum fixé de 170 kgN/ha/an.

3.2.2 Réserves exprimées par les acteurs

Les personnes interrogées ont exprimé des réserves, ou des craintes, par rapport à la présence de micropolluants, mais ce frein n'a pas été évoqué spontanément dans tous les entretiens, l'enquêtrice ayant parfois dû aborder ce sujet. Cette limite a été exprimée spontanément par R1, R4 et R6, ainsi que par INAO et A2. Par contre, lorsque la présence des micropolluants était rappelée, **peu d'acteurs l'ont considérée comme un risque négligeable**, la plupart évoquant alors des risques, et une nécessité d'abattre ces micropolluants.

«Il est très important de faire des tests pour vérifier l'innocuité des urines. On peut comparer les teneurs de médicaments trouvées dans les urines à celles obtenues en analysant le lisier.» (R1)

"Si on considère les déchets humains, et ce qu'on ne veut pas dans la production biologique, ça pourrait être les résidus médicamenteux. Les gens consomment beaucoup de médicaments." (R6)

«La question des micropolluants et de l'utilisation de fumier/lisier provenant d'élevages est

11. ESCULIER Fabien, HOUOT Sabine, LEVAVASSEUR Florent, MARTIN Tristan, DESCHAMPS Marjolaine, NAZARET Sylvie, AUBRY Christine, BRUN Florent, AUBIN Joël. Projet Agrocapi – Étude de filières de valorisation agricole d'urinofertilisants. Rapport final. Soumis.

un débat de fond depuis le début de la filière bio. » (ACPA)

"A mon sens, le point majeur qui pose question reste celui des micropolluants, qui risque d'être le problème réglementaire majeur." (ACPA)

"On répand de la résistance à venir" (R4) par rapport au problème d'antibiorésistance.

"... gens qui font de la bio depuis très longtemps, qui sont très engagés d'un point de vue environnemental donc ils seraient très sensibles à ça [présence de micropolluants]." (COOP)

"Sur la question des micropolluants, on peut comprendre qu'il y ait des interrogations d'un point de vue réglementaire. Parce que là on est amenés à ramener au sol des choses qui ne sont naturellement pas présentes dans le sol, on n'est pas en système fermé." (ACPA)

Il faut mettre en place "un très bon système de contrôle, avec des analyses, pour être sûr qu'on ne pollue pas le sol" (...) avec "quelque chose qui pourrait être un problème dans plusieurs années." (R6)

Globalement, l'aspect du risque potentiel lié à la présence des micropolluants est donc exprimé. Plusieurs dimensions sont ici évoquées :

- Le problème d'introduire une **molécule produite chimiquement** en bio, qui contrevient aux principes biologiques et peut avoir des conséquences sur l'environnement.
- Les **dangers potentiels** pour la santé humaine liés à ces molécules : les traces d'antibiotiques pourraient favoriser davantage les problèmes d'antibiorésistance, et il peut également y avoir des craintes face à un risque potentiel lors de l'ingestion de ces résidus médicamenteux, qui auraient été en contact direct avec les légumes produits. Ainsi, la personne du GAB était catégorique sur le fait qu'il n'est pas envisageable d'épandre directement des urines sur les légumes.

3.2.3 Un risque également mis en perspective et relativisé

Au cours des entretiens, et malgré les réserves exprimées, ce risque a aussi été **relativisé par rapport à d'autres intrants autorisés comme les effluents d'élevage**, et mis en perspective. Certains enquêtés considèrent que le frein que constituent les micropolluants n'est pas réellement fondé compte-tenu de la réalité du terrain et des pratiques :

"Il n'est pas possible de respecter le principe de ne mettre aucun micropolluant en bio", *parce que* "les champs sont pollués d'autres façons : par les apports de micropolluants par le vent, par le ruissellement, et par les fantômes du conventionnel." (A1) [NB : ainsi que par l'irrigation, car les eaux des rivières et des nappes sont également polluées.]

"Les urines humaines ne sont pas plus dangereuses que le lisier conventionnel" (A1)

"C'est un paradoxe que les bio acceptent les effluents d'élevage, mais pas humains."(R2)

D'autres acteurs étaient moins formels, mais ont nuancé leurs propos sur le problème lié aux micropolluants :

"Risque ici [par rapport à l'antibiorésistance] minime, dans une logique de sécurité absolue on ne met rien» (R4)

"Les mêmes questions se posent sur l'utilisation de déchets ménagers", *qui sont "collectés séparément"*, *mais où se trouve probablement "beaucoup de plastique."*(R6)

Des acteurs ont donc spontanément évoqué **d'autres intrants autorisés qui posent des difficultés similaires** : les effluents d'élevage, et les digestats de méthaniseur. Concernant les effluents d'élevage, la traçabilité des traitements pris est souvent évoquée pour justifier que leur utilisation comme fertilisant en bio est possible, de même que le fait que l'élevage n'est pas industriel et donc consomme moins d'antibiotiques. Du côté des digestats de méthaniseur, les "déchets ménagers" sont autorisés par le règlement bio tant qu'il y a une séparation à la source. Mais cela ne peut empêcher le contact entre ces matières et des produits chimiques ou plastiques, qui se retrouvent a fortiori dans le méthaniseur ; on peut donc soulever la question de leur forme finale dans les digestats. Cependant, on ajoutera que les règles concernant les digestats en bio sont encore sujettes à discussions et évolution.

Ceci considéré, certaines propositions ont été suggérées pour contourner cette difficulté. Par exemple, des personnes ont proposé de **sélectionner certaines urines** provenant d'institutions spécifiques comme les écoles, ou de ne pas collecter celles issues des centres de soins ou d'hôpitaux par exemple.

Comme l'enquêtrice a parfois parlé du fait qu'une analyse exhaustive des micropolluants contenus dans l'ensemble des urines européennes n'est pas possible, de même qu'une analyse précise des conséquences que ces résidus ont sur la biodiversité, les sols, les eaux de surface, une autre idée évoquée est celle du "**management du risque**" (R5) : il faut reconnaître que le risque existe, et prévoir des procédures pour contrôler qu'il n'y a pas de dépassement de seuil des micropolluants principaux détectés usuellement dans les urines, réalisées à certaines fréquences. Cela assuré, on peut donner un "**seuil de risque**" lié à la présence d'autres micropolluants, en quantité moindre, qui peuvent être également présents. Pour cela, on peut penser au principe européen de "Horizontal regulation" : par exemple, la durée entre la prise d'un traitement exceptionnel par une vache et la consommation de son lait est au moins deux fois plus longue en agriculture biologique qu'en conventionnel (R6). Si l'on suit cette logique, il faudrait donc quantifier d'une certaine manière le traitement fait pour épandre les urines en conventionnel, et proposer des précautions plus importantes en agriculture biologique, qui permettent d'assurer un risque plus faible. On pourrait penser à une durée de stockage plus importante par exemple... On notera que la nécessité de faire des contrôles a été évoquée à plusieurs reprises (R4, R5, R6, A2, COOP).

La technique "d'hygiénisation" a été évoquée deux fois, soit sous la forme d'un traitement similaire à celui qui est réalisé pour l'Aurin (ITAB), soit sous la forme d'un processus de digestion en méthaniseur qui permet d'abattre les polluants, comme cela pourrait être imaginé pour recycler les effluents d'élevages industriels d'ailleurs. En effet, l'agriculture biologique se "prive" de ressources en nutriments en n'autorisant pas les effluents d'élevages industriels. Enfin, comme cela est déjà pratiqué avec la directive Nitrates, il est possible de définir des plans d'épandage (R4) afin de limiter la quantité de micropolluants potentiellement déversés sur un champ donné. On peut définir des fréquences et des quantités d'épandage, ou des lieux où l'épandage est interdit, notamment à proximité de certains cours d'eau, pour éviter des risques de pollution.

On peut également changer de perspective sur cette question : non pas la regarder du point de l'agriculteur mais du point de vue global. Que faut-il faire de nos urines ? Si elles ne sont pas acceptées en agriculture biologique, ou si les traitements ou procédures nécessaires sont complexes et limitent leur mise en pratique, que deviennent les urines ? Très peu de STEP sont équipées de traitements pour abattre les résidus pharmaceutiques en France donc on retrouve une partie de ces micropolluants dans les eaux de surface (qui peuvent d'ailleurs être mobilisées pour l'irrigation des cultures bio). Il conviendrait donc d'élargir le débat en cherchant à savoir ce qu'il convient de faire des urines plus généralement. Si les micropolluants des urines humaines ne sont pas traités spécifiquement, le pouvoir épurateur du sol est considéré comme plus puissant que celui de l'eau, le sol peut donc mieux contribuer à dégrader ces molécules, ce qui invite à les utiliser en agriculture plutôt qu'à les évacuer dans l'eau (en plus des problèmes liés à la pollution nutrimentielle et du coût des traitements en STEP). Politiquement, et à une échelle plus globale que celle de l'agriculture biologique, on peut questionner le fait que les micropolluants des urines empêchent leur autorisation en tant que fertilisants en agriculture biologique, alors que les pesticides sont toujours autorisés en conventionnel dans des quantités importantes : le niveau de précaution est extrêmement variable quant aux contaminations environnementales. Par ailleurs, l'agriculture bio permet de diminuer l'usage des engrais chimiques et des pesticides de l'agriculture conventionnelle. Sans recycler l'ensemble des nutriments ingérés, donc si on ne parvient pas à valoriser l'urine humaine d'une manière ou d'une autre, on ne pourra pas avoir une agriculture 100% bio, donc les engrais chimiques et les pesticides continueront de toute façon à être épandus. Il s'agit donc aussi de choix politiques ici. Enfin, des traitements fiables existent pour hygiéniser l'urine. Cependant, ces traitements nécessiteraient des procédés industriels, autant pour le processus physique que pour la collecte des urines ; il faut donc une société compatible avec de tels systèmes, dont la soutenabilité peut être interrogée [2].

On perçoit ici qu'il y a des tensions entre des éléments autorisés dans le règlement et d'autres non. La partie suivante approfondit davantage cette problématique, à l'aune de la question de la minéralité des urinofertilisants.

3.3 Conception de l'agriculture biologique

3.3.1 Le principe de faible solubilité

Un des principes défendus par l'agriculture biologique concernant les fertilisants est leur caractère faiblement soluble. Ainsi, si l'on considère la réglementation, l'Aurin, évoqué en partie III, ne pourrait pas être autorisé en agriculture biologique en raison de son caractère fortement soluble (bien que ce soit un produit suisse, la réglementation européenne s'y applique car les Suisses font partie du marché Européen en la matière). On trouve en effet dans le règlement 2018/848, à l'article 5 évoquant les principes généraux, que :

La production biologique est un système de gestion durable qui repose sur les principes généraux suivants :

(...)

f) concevoir et gérer de manière appropriée des procédés biologiques en se fondant sur des systèmes écologiques et en utilisant des ressources naturelles internes au système de gestion

(...)

g) restreindre l'utilisation d'intrants extérieurs ; lorsque des intrants extérieurs sont nécessaires, ou en l'absence des pratiques et méthodes de gestion appropriées visées au point f), leur utilisation est limitée aux :

i) intrants provenant de la production biologique ; en ce qui concerne le matériel de reproduction des végétaux, priorité est donnée aux variétés sélectionnées pour leur faculté de satisfaire aux besoins et aux objectifs spécifiques de l'agriculture biologique ;

ii) substances naturelles ou substances dérivées de substances naturelles ;

iii) engrais minéraux faiblement solubles ;

Afin de mieux comprendre l'origine de cette règle, certains enquêtés ont été questionnés. De manière assez surprenante, il est apparu que ce frein n'était pas partagé par tous, et que les avis étaient bien plus divergents sur la pertinence de cette règle, ainsi que sur le respect de son application.

D'abord, il est ressorti des entretiens que cette contrainte de solubilité s'explique essentiellement en raison du caractère minéral des engrais solubles, qui nourrissent la plante, et non le sol. Or le principe de l'agriculture biologique est de nourrir le sol pour nourrir les plantes. Rappelons que les plantes prélèvent leurs nutriments sous forme minérale, et ce sont les microorganismes du sol qui dégradent la matière organique dont ils se nourrissent en une matière minérale facilement assimilable par les végétaux. On distingue donc deux types d'apports au sol :

- **Les amendements**, dont le rapport C/N est élevé (composts de déchets verts, composts de fumiers de bovins, ...). L'azote est consommé pour dégrader la matière carbonée. Ce sont des apports qui permettent de nourrir le sol à long terme, d'en améliorer la fertilité.
- **Les engrais organiques**, au rapport C/N plus faible (fientes de volailles, lisier de porc, farines animales, vinasses,...), qui permettent de nourrir les cultures directement.

Or, pour reprendre les termes de l'EGTOP (rapport III, 2018), **"Il y a une politique traditionnelle de ne pas autoriser de fertilisants hautement solubles en agriculture bio, car ces fertilisants vont à l'encontre du principe de nourrir le sol et non la plante."**

Cette nécessité de faible solubilité n'est pas que théorique et écrite dans le règlement. Plusieurs acteurs l'ont évoquée.

"Les fertilisants azotés ont un effet néfaste sur le biotope du sol (en particulier les Mycorrhizes) et fragilisent les plantes."(M-R8, trad. perso)

Il y a une "relation directe entre la quantité d'azote et les champignons sur les plantes. Si on fertilise avec beaucoup d'azote, la plante "grandit trop vite et devient "plus sensible aux champignons. C'est pour ça que les conventionnels mettent des fongicides." (R6)

"L'agriculture biologique est quand même basée sur la qualité agronomique des sols. (...) Il y a un cahier des charges presque conceptuel de l'agriculture biologique, qui est de se dire qu'on doit ramener des choses en adéquation avec la bonne stimulation biologique de la vie du sol, (...) pour donner une plante en bonne santé ce qui permettra de se passer des pesticides de synthèse." (R3)

"On s'éloigne des principes bio. Le principe de la bio, c'est de nourrir le sol et pas la plante." (GAB)

On peut compléter ces propos en ajoutant que l'urine peut avoir un effet toxique sur les vers de terre dans certaines conditions d'épandage en raison notamment de l'ammoniac, de l'acide benzoïque et du sulfure de sodium (R3, cf Martin, 2020 [11]).

Par ailleurs, une autre cible potentielle de cette contrainte de faible solubilité est probablement les engrais phosphatés, qui sont produits à partir de phosphore extrait de roches minières, et ensuite traités avec de l'acide pour les transformer en un engrais très soluble, favorable aux plantes qui prélèvent les ions phosphate en solution (R2). Sans ce traitement, le phosphore est très peu soluble et mal assimilable par les plantes.

Enfin, et dans une vision plus globale, ce critère permet également d'éviter les fuites d'azote et ensuite les pollutions des cours d'eau qui engendrent de l'eutrophisation. Avec de l'azote minéral, les risques de pollution sont en effet plus importants, ce qui fait écho à l'idée de plans d'épandages évoquée dans la partie précédente (R5).

3.3.2 Comparaison avec d'autres fertilisants

Beaucoup d'enquêtés ont réagi à l'évocation de cette règle, en citant d'autres fertilisants autorisés en agriculture biologique mais qui présentent des caractéristiques comparables à la composition de l'urine (sans tenir compte des micropolluants).

"En bio, il est interdit de mettre des engrais de synthèse, mais c'est possible de mettre des fientes de poule très chargées en azote ammoniacal. Ou même les bouses, ou le lisier, contiennent beaucoup d'azote minéral. (...) Je ne vois pas trop pourquoi on interdit l'urine en bio si ce n'est que pour le minéral." (C1)

"C'est dans les principes qu'il faut nourrir le sol et pas les plantes" (...). *Mais on a aussi de "l'urine animale", et c'est "exactement la même chose". (...) C'est plus la quantité d'azote minérale au total qui peut être un problème." (...) On en a aussi "besoin en agriculture biolo-*

gique, surtout dans les pays de Nord, pour les poussées de printemps quand le sol est froid". (R6)

Dans le règlement, certains fertilisants avec une part minérale certaine sont autorisés, parce que certaines pratiques agricoles requièrent ce type de fertilisation.

Lisier de porc Le lisier de porc est par exemple autorisé en Bio, alors que sa part d'azote minéral y est de 70% (ESCO MAFOR, chap 2 [1]).

Fientes de poules Les fientes de volailles sont particulièrement riches en azote, avec 17gN/kg, soit trois fois plus que les quantités d'azote présentes dans le fumier de litière bovine par exemple. Lorsque les fientes sont sous forme de lisier, 48% de l'azote est sous forme ammoniacale (ESCO MAFOR, chap 2 [1]).

Digestats Les digestats de méthaniseurs sont également autorisés, alors que les teneurs en azote minéral y sont sous certaines conditions particulièrement importantes : «La valeur fertilisante en N du digestat dépend de son contenu en azote minéral, variant en fonction des intrants digérés et des post-traitements : Plus de la moitié de l'azote organique contenu dans les intrants digérés bruts se retrouve sous forme d'ammonium (NH₄⁺), rapidement mobilisable par les végétaux, conférant un fort potentiel fertilisant. » (GERES, 2018 [14]). Ainsi, pour des digestats issus de déjections animales, autorisés en bio sous réserve que les animaux ne soient pas dans des élevages industriels, l'azote ammoniacal représente environ 58% de l'azote total. Pour les digestats bruts issus de déchets agricoles et matières végétales, la part est de 50% (ESCO MAFOR, chap 2 [1]).

Et même plus simplement, on remarquera que les animaux qui pâturent urinent directement sur l'herbe, ce qui contribue à la fertilisation des prairies.

On trouve donc ici une forme de contradiction au sein du règlement bio, qui autorise certains engrais à forte teneur minérale, alors que cela s'oppose apparemment au principe de nourrir le sol. Un des arguments qui justifie cette contradiction est que le lisier porcin, au même titre que les digestats, **contiennent de la matière organique**. Au moment de l'épandage, c'est d'abord la matière minérale qui est consommée, mais ensuite la matière organique est peu à peu dégradée ce qui permet de nourrir le sol à plus long terme. On notera cependant que l'urine contient de la matière organique.

On peut donc soulever une **lacune au règlement bio**, qui est que cette notion de solubilité n'a pas été clairement explicitée et quantifiée, de même que les valeurs limites en azote minéral ou ammoniacal.

Un aspect qui a également plusieurs fois été évoqué est le caractère naturel de l'urine humaine, au même titre que tous les fertilisants autorisés en bio (On peut cependant y opposer le fait que les humains ingèrent toute sorte de substances peu naturelles).

"L'urine humaine est une substance naturelle, durable et renouvelable."(ITAB)

"On est sur un produit minéral qui est issue d'une ressource organique, dans les ressources organiques il y a toujours une part d'azote minérale"(ACPA)

Les recherches sur les fertilisants minéraux utilisés en bio ont soulevé d'autres interrogations, développées dans le point suivant.

3.3.3 Une agriculture biologique multipolarisée

Le règlement bio, tel qu'il est écrit, présente donc un ensemble de principes qui guident cette agriculture. L'encadré qui suit en reprend une partie.

Article 4 - Objectifs

La production biologique poursuit les objectifs généraux suivants :

- a) contribuer à la protection de l'environnement et du climat ;*
 - b) préserver la fertilité à long terme des sols ;*
 - c) contribuer à atteindre un niveau élevé de biodiversité ;*
 - d) apporter une contribution notable à un environnement non toxique ;*
 - f) favoriser les circuits courts de distribution et les productions locales dans les divers territoires de l'Union ;*
- (...)*

Dans ses fondements, c'est donc une agriculture qui **prône la protection de l'environnement et de la biodiversité**, sous toutes les formes. L'injonction à des fertilisants peu solubles s'inscrit dans le précepte de protection de la fertilité du sol.

On peut cependant s'étonner de certains fertilisants utilisés par les agriculteurs bio et autorisés à l'annexe, alors qu'ils contreviennent à ces objectifs. Il en est ainsi par exemple de l'Azopril 13, nom d'un fertilisant utilisé récemment, issu des résidus d'industries végétales, et importé sur des milliers de kilomètres (provenance de Chine)¹². Ce fertilisant est par ailleurs dans le collimateur des organismes de contrôle, en raison de sa teneur en azote très importante.

Devoir importer des produits issus de l'autre bout de la planète pose question, sur l'idée d'agriculture qualifiée de "biologique" ainsi que sur sa pérennité et sa durabilité dans ces circonstances. A une échelle plus réduite, la production biologique d'Ile-de-France est complètement **dépendante de ses importations d'effluents** provenant de Bretagne, ou de fientes de volailles des Pays-Bas par exemple.

L'idée de circularité en agriculture biologique n'est donc pas définie géographiquement, alors que limiter les distances parcourues et privilégier les circuits courts s'inscrivent dans les objectifs bio. A ce titre, on pourra se référer à l'encadré en partie 3.3.1 : un des principes de l'agriculture biologique est de "concevoir et gérer de manière appropriée des procédés biologiques en se fondant

12. On pourra consulter la **Synthèse Nationale 2021** d'Arvalis (institut du végétal) sur les "**céréales à paille en agriculture biologique**" (encadré p 128) ou <http://www.biopaysdelaloire.fr/wp-content/uploads/2021/03/BCAB136.pdf> (p3)

sur des systèmes écologiques et en utilisant des ressources naturelles internes au système de gestion".

On peut également ajouter que le cahier des charges bio n'impose pas d'avoir des fermes associant cultures et élevages, qui permettraient un fonctionnement davantage autonome, comme cela a été évoqué en entretien :

"Si on se place dans des systèmes comme on a dans le bassin parisien, de grandes cultures sans élevage, on peut recharger le sol en azote avec des cultures de légumineuses (...) mais on n'a pas de moyen de produire du phosphore et de la potasse." (ACPA)

Par ailleurs, pour apporter du phosphore aux sols, des engrais comme les sels bruts de potasse ou les phosphates aluminocalciques font partie des engrais autorisés par le règlement. Cependant, ils sont extraits de mines, localisées notamment au Maroc, ce qui pose également des questions de durabilité de cet engrais. Par ailleurs, les méthodes extractives sont parfois invasives et globalement peu écologiques.

L'agriculture bio peut donc sembler **polarisée** : d'un côté, les principes et objectifs précis circonscrivent les engrais et amendements normalement utilisables, et sont respectés par un certain nombre d'agriculteurs qui portent une attention toute particulière au sol : les pratiquants du "maraîchage sol-vivant" par exemple, qui n'ajoutent sur leurs terres que certains composés de matière organique ; de l'autre côté, on trouve une agriculture biologique plutôt de type "**bio-conventionnelle**" (COOP) qui cherche à préserver ses rendements, a des besoins en phosphore, et c'est une forme d'agriculture que l'on retrouve notamment dans les grandes cultures céréalières.

"En fait, dans le paysage de l'agriculture bio, il y a des puristes, certains qui sont quasiment à la permaculture car ils ne font entrer rien, n'utilisent aucun intrant, et pourtant certains ont des rendements meilleurs qu'en conventionnel avec cette technique, et il y a des agriculteurs bio qui sont bioconventionnel ou bioindustriels et dont le principal moteur est économique." (COOP) [*NB : certains agriculteurs pratiquant la permaculture utilisent des excréments humains, l'utilisation du terme "permaculture" est donc ici erronée.*]

Dans le premier cas, qui est une agriculture que l'on peut qualifier de "**puriste**", on pourrait imaginer enrichir du compost avec de l'urine au moment de l'épandage, afin de préserver l'aspect organique de l'amendement, tout en apportant une partie fertilisante via l'urine qui permettrait d'aider les plantes en début de croissance. C'est une idée qui a été évoquée à deux reprises (GAB et R3).

"L'urine pourquoi pas, mais en complément d'apports organiques s'il y a besoin d'ajouter plus d'azote minéral par rapport à des matières organiques qui mettront un peu plus de temps à se dégrader." (R3)

Dans le second cas, l'urine pourrait être utilisée au début de printemps, lorsque les cultures

céréalières ont besoin d'un "boost" d'azote minéral pour démarrer leur croissance, et alors que la matière organique n'a pas encore été suffisamment dégradée en matière minérale. Ce sont donc deux voies d'utilisation de l'urine possibles. On peut aussi marier les deux voies, par exemple être en polyculture-élevage et utiliser de l'urine humaine en boost au printemps, lors de la deuxième culture de céréales.

3.3.4 Recul et perspectives

Si l'on conjugue les réflexions sur les deux freins traités précédemment, les micropolluants et la solubilité, on peut conclure que les réactions des enquêtés soulèvent dans les deux cas des **contradictions au sein du règlement bio**. Bien que parfois nécessaire, l'azote minéral n'est pas optimal pour une agriculture biologique, et la présence de micropolluants n'y est pas souhaitable, tant que l'innocuité n'est pas prouvée. Ainsi, inscrire l'urine humaine en tant que telle au règlement bio pourrait contribuer à **appauvrir l'agriculture biologique**, à en affaiblir ses principes.

Ainsi posé, on pourra à nouveau soulever le paradoxe initial, qui est que l'agriculture biologique ne prévoit pas de manière de boucler le cycle des nutriments et ne semble donc pas extensible à toutes les terres agricoles. Originellement, on peut se référer à l'approche défendue par Sir Albert Howard, un des fondateurs de l'agriculture biologique [10], qui préconisait de tout retourner au sol afin d'en entretenir sa richesse et sa qualité, incluant les déchets dont les excréments humains. Au vu des conclusions précédentes, il est envisageable d'inscrire l'urine hygiénisée au règlement, avec les traitements nécessaires et éventuellement avec des seuils et des limites relatifs aux résidus chimiques qui s'y trouvent. Cette solution permettrait de **préserver la confiance des consommateurs** envers la bio, qui est au cœur du système de production et explique aussi les réticences :

Il faut "garder la confiance des consommateurs", et "protéger la réputation de l'agriculture biologique." (R6)

La question de la solubilité, par contre, est davantage clivante entre les acteurs du monde bio. Comme cela a été évoqué, on pourrait émettre l'hypothèse que si la production biologique continue à se développer, le système ne pourra plus se passer des nutriments contenus dans les urines humaines.

3.4 Des freins socio-techniques

D'autres limitations ont été évoquées par les acteurs, davantage liées aux agriculteurs, aux consommateurs et aux techniques agricoles. Ces freins ne sont pas liés au règlement, mais soulèvent la question de savoir si les urinofertilisants seraient utilisés, dans le cas où ils seraient inscrits au règlement.

3.4.1 Les projections des producteurs

Outre les difficultés liées à la composition de l'urine et décrites précédemment, un autre frein est à considérer, celui lié aux consommateurs. Les agriculteurs ont en effet des réticences à l'utilisation d'urine, qui proviennent de **projections** qu'ils se font des perceptions potentielles des consommateurs, si ceux-ci venaient à apprendre que leurs aliments bio poussent grâce à de l'urine humaine. Ainsi, pour le producteur du GAB interrogé, il est "impensable" d'utiliser de l'urine sur des légumes, qui sont "au contact" des engrais. Il est selon lui possible d'établir un parallèle avec le sang animal séché qui peut être utilisé en bio comme engrais ; il semblerait que des consommateurs en ont eu "une image très négative", et que certains producteurs ont renoncé à l'utiliser. On peut opposer à cette argument que la plupart des gens ne se préoccupent guère des techniques agricoles. Ainsi, pour la personne de la COOP, "99% des consommateurs ne connaissent pas grand-chose à l'agriculture.". Néanmoins, et notamment dans le cadre des circuits courts directs, les consommateurs peuvent questionner les producteurs sur leurs pratiques, et l'on comprend alors que les producteurs n'aient pas envie de prendre le risque de dégrader le lien de confiance avec leurs clients, s'ils utilisent des engrais moins socialement acceptables. Par contre, dans le cadre des ventes via des COOP par exemple, cela pose moins de problème, puisque les COOP sont des interfaces entre les deux parties et aussi des gages de confiance du consommateur envers les produits qu'il achète. Selon les systèmes de distribution, les pratiques peuvent donc être différentes.

Une autre difficulté qui a été soulevée est liée au **problème des odeurs**, à l'épandage des urines. Il semblerait que "les agriculteurs bio en tiennent de plus en plus compte" (GAB), et que des nouvelles odeurs à l'épandage puissent faire peur aux habitants (R4). Ce problème peut néanmoins être atténué en utilisant des techniques d'enfouissement pour limiter la volatilisation de l'ammoniac au moment de l'épandage, et en choisissant bien les périodes d'épandage.

3.4.2 Une limite technique

Lors des discussions avec les acteurs, notamment de la chambre d'agriculture et du GAB, il est apparu qu'une limite technique liée à l'épandage était souvent évoquée. En effet, le lisain ou l'orin sont deux formes d'urinofertilisants liquides. Il s'avère que **l'épandage liquide est très contraignant**, peu d'agriculteurs y ont recours, le matériel est très coûteux.

Pour les maraîchers qui s'équipent de plus en plus de systèmes de goutte-à-goutte, on pourrait imaginer un épandage par ce circuit, une fertirrigation (R1). Si on considère les grandes cultures, qui est une des productions les plus facilement envisageables, il faut noter qu'en Ile-de-France, quasiment aucun agriculteur bio n'est équipé pour épandre des engrais liquides. Pour la vinasse de betterave qui est utilisée notamment au printemps par les grands céréaliers, cela repose sur le principe du "zéro euro rendu racine" : ce sont les industries sucrières qui s'occupent de l'épandage avec le Terragator. (ACPA) Néanmoins, des unités de méthanisation se développent en IDF, et donc la possibilité d'utiliser le digestat liquide de ces méthaniseurs en bio va probablement entraîner le développement d'entreprises qui s'occuperont de l'épandage et

de l'enfouissement. Ce débouché mérite d'être considéré pour l'urine (ACPA).

Une autre limite technique évoquée considère le problème des mauvaises herbes, qui profitent de l'épandage d'azote minéral. Cette difficulté n'est cependant pas propre à l'urine.

Certaines personnes ont demandé comment il était prévu de récolter les urines (R5, ACPA). Pendant la discussion avec une personne issue de la recherche, le fait que les pratiques de séparation à la source ne sont pas encore généralisées est même apparu comme un frein en vue d'un ajout rapide de l'urine à l'annexe du règlement.

"Are you ready to enter the market, to be really operative? How long will it take you think to be fully operative? I think it is not for tomorrow morning so you have time to prepare a dossier for justifying the risk". / Est-ce que vous être prêts à entrer sur le marché, à être vraiment opérationnels? Combien de temps vous faut-il pour être complètement opérationnels? Je pense que ce n'est pas pour tout de suite donc vous avez le temps de préparer un dossier pour justifier le risque." (R5)

Or on se trouve ici face à une difficulté, car des voies de valorisation conséquentes sont nécessaires si le prélèvement à la source est organisé à grande échelle, mais il semble falloir une filière développée pour que l'urine puisse être rapidement acceptée et utilisée en bio. Ainsi, il paraît particulièrement **important de développer de plus en plus de filières-tests**, avec des niches pour valoriser les urines comme les espaces verts, qui seront autant de preuves de concept pour les décideurs et des aides à la décision.

Conclusion

Réglementairement, l'urine humaine n'est donc pas autorisée en tant que fertilisant en agriculture biologique. Deux raisons majeures expliquent cette interdiction, qui ont été développées pendant l'enquête. D'une part, la présence de micropolluants avérée et le manque d'études sur les conséquences éventuelles de ces résidus induisent des réticences, qui s'expliquent par la crainte des effets de ces molécules sur la santé humaine et sur l'environnement, ainsi que par le principe de l'agriculture biologique qui défend l'introduction de produits chimiques sur les cultures. D'autre part, le caractère minéral de l'urine va à l'encontre du précepte de "nourrir le sol et pas la plante", et s'oppose donc à l'esprit de l'agriculture biologique. Néanmoins, d'autres composés avec une grande part d'azote minéral, comme le lisier de porc, ou les digestats liquides de méthaniseurs, sont autorisés dans le règlement. La quantité d'azote minéral est certes plus faible, mais néanmoins majoritaire par rapport à l'azote organique. De façon encore plus caricaturale, l'urine des animaux qui pâturent, et urinent donc sur la pâture, est évidemment autorisée, malgré une minéralité de l'azote similaire à celle de l'urine humaine, ce qui tend à remettre en question ce frein évoqué. Par ailleurs, les nutriments composant l'urine sont particulièrement intéressants notamment pour les grandes cultures, au début du printemps, et répondent à un besoin en azote, mais aussi en phosphore et en potassium qui va se faire de plus en plus sentir avec le développement de l'agriculture biologique en Europe. Cela permettrait également d'éviter d'avoir recours à des fertilisants provenant de l'étranger, qui contreviennent à l'esprit écologique.

La question du paradoxe de ne pas pouvoir recycler les nutriments excrétés par les humains en bio n'a pas suscité de réponse précise, ni de positionnement clair des enquêtés, qui peut s'expliquer par le caractère très général de cette question. Néanmoins, les suggestions des acteurs pour contourner ces freins et disposer d'un fertilisant fiable permettent in fine de résoudre ce paradoxe. La nécessité d'abattre les micropolluants contenus dans l'urine, partagée par une majorité des enquêtés, semble essentielle pour son introduction au règlement européen, autant pour des questions de limitation d'un éventuel risque, que pour préserver la confiance des consommateurs et la pérennité du label. Les seuils "acceptables" de micropolluants pourraient être définis par comparaison avec les effluents provenant d'élevages non industriels, ou bien par comparaison avec ce qui est autorisé en agriculture conventionnelle. Il semble important d'être capable d'évaluer le risque potentiel, en fonction de la méthode de traitement autorisée, comme cela a été fait avec l'Aurin. Afin de minimiser le "problème" causé par le caractère minéral de l'urine, l'idée d'introduire de l'urine dans des composts a été suggérée. On notera que cette limitation trouve également une réponse de nature plus sociologique. En effet, il y a une grande diversité de producteurs biologiques, chacun ayant ses pratiques spécifiques. Ainsi, permettre l'utilisation d'urinofertilisants dont l'innocuité est garantie n'induit pas que l'ensemble des agriculteurs en utilisent, mais uniquement ceux qui en ont besoin.

Se pose in fine la question de savoir comment peuvent fonctionner les systèmes alimentation/excrétion dans un monde où le bio serait davantage répandu. Alors que le mode actuel de gestion des urines et matières fécales humaines conduit à un système alimentation/excrétion essentiellement linéaire, le retour au sol de l'engrais humain semble être une nécessité, en bio

comme en conventionnel, pour garantir des systèmes alimentation/excrétion soutenables. Dans le contexte de changement global où nous sommes, le temps nécessaire pour cette transformation des systèmes alimentation/excrétion sera un paramètre critique. Il convient de déployer les énergies pour étudier et de mettre en oeuvre une grande variété de techniques afin de juger des plus pertinentes en fonction des contextes territoriaux et de favoriser l'appropriation la plus large possible de ces enjeux.

Références

- [1] Sabine Houot et AL. *Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier, impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques*, INRA-CNRS-Irstea (France). 2014, p. 930.
- [2] Sabine Houot Marine Legrand Fabien Esculier ANAIS GOULAS Marjolaine Deschamps. *Principaux enjeux liés à la présence de micropolluants organiques dans les urino-fertilisants (résidus pharmaceutiques, hormonaux et de soins personnels)*. 2020.
- [3] Pietro BARBIERI et al. “Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability”. en. In : *Nature Food* 2.5 (mai 2021), p. 363-372. ISSN : 2662-1355. DOI : 10.1038/s43016-021-00276-y. URL : <http://www.nature.com/articles/s43016-021-00276-y> (visité le 01/06/2022).
- [4] Gilles BILLEN. *La cascade de l'azote dans le bassin de la Seine : comprendre les processus pour inverser les tendances*. fre. Programme PIREN-Seine #15. Nanterre : Agence de l'eau Seine-Normandie, 2011. ISBN : 9782918251149.
- [5] Gilles BILLEN et al. “Reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle : The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity”. en. In : *One Earth* 4.6 (juin 2021), p. 839-850. ISSN : 25903322. DOI : 10.1016/j.oneear.2021.05.008. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S259033222100289X> (visité le 01/06/2022).
- [6] Florent BRUN. *Freins et leviers à l'emploi de fertilisants à base d'urine humaine en agriculture en Ile-de-France*. Rapp. tech. Leesu, Programme OCAPI, oct. 2018.
- [7] Fabien ESCULIER. “Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions socio-écologiques.” Thèse de doct. Université Paris-Est, 2018.
- [8] Fabien ESCULIER et al. “The biogeochemical imprint of human metabolism in Paris Megacity : A regionalized analysis of a water-agro-food system”. en. In : *Journal of Hydrology* 573 (juin 2019), p. 1028-1045. ISSN : 00221694. DOI : 10.1016/j.jhydro1.2018.02.043. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022169418301215> (visité le 03/08/2022).
- [9] Bastian ETTER, Teddy GOUNDEN et Kai UDERT. *VUNA : Valorisation of Urine Nutrients – Final Project Report*. Fév. 2015.
- [10] J. HECKMAN. “A history of organic farming : Transitions from Sir Albert Howard’s War in the Soil to USDA National Organic Program”. en. In : *Renewable Agriculture and Food Systems* 21.3 (sept. 2006), p. 143-150. ISSN : 1742-1705, 1742-1713. DOI : 10.1079/RAF2005126. URL : https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1742170506000184/type/journal_article (visité le 01/06/2022).
- [11] Tristan M. P. MARTIN et al. “Human urine-based fertilizers : A review”. In : *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 52.6 (mars 2022), p. 890-936. ISSN : 1064-3389. DOI : 10.1080/10643389.2020.1838214. URL : <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1838214> (visité le 01/06/2022).

- [12] Thomas NESME et al. “L’Agriculture Biologique peut-elle se développer sans abandonner son principe d’écologie? Le cas de la gestion des éléments minéraux fertilisants”. In : *Innovations Agronomiques* (2016), np. DOI : 10.15454/1.4721176631543018E12. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01652937> (visité le 01/06/2022).
- [13] Birge D. ÖZEL DUYGAN et al. “Removal of pharmaceuticals from human urine during storage, aerobic biological treatment, and activated carbon adsorption to produce a safe fertilizer”. en. In : *Resources, Conservation and Recycling* 166 (mars 2021), p. 105341. ISSN : 09213449. DOI : 10.1016/j.resconrec.2020.105341. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092134492030656X> (visité le 01/06/2022).
- [14] Aurélie REIBEL. *Valorisation agricole des digestats : Quels impacts sur les cultures, le sol et l’environnement ?* Rapp. tech. GERES, 2018.