

Une étude sur les substances émergentes dans les boues et composts de boues de STEP

L'INERIS, en collaboration avec le CNRS, a réalisé la première étude sur la présence de substances dites « émergentes » dans les boues et composts de boues de stations d'épurations collectives d'eaux usées (STEP) françaises : ce travail constitue une approche exploratoire des risques sanitaires liés à ces substances lors de l'épandage de ces produits.

L'étude, conduite en partenariat avec l'ADEME, le SYPREA, la FP2E et le SIAAP, répond aux besoins de connaissances sur les risques potentiels liés à la valorisation des boues et composts de boue de STEP en agriculture. Il s'agit d'une première application intégrative pour estimer l'importance du risque généré par les substances émergentes (retardateurs de flamme, substances pharmaceutiques...) et la part de ces micropolluants dans le risque sanitaire global présenté par les boues, notamment au regard de la contribution des polluants déjà réglementés¹.

Cette étude a mis en œuvre toutes les étapes de l'évaluation du risque sanitaire (ERS) : identification des substances prioritaires et de leurs concentrations, évaluation de l'exposition des populations et estimation du risque sanitaire. Une caractérisation écotoxicologique des échantillons a également été menée.

Un des principaux intérêts de l'étude est d'avoir produit des données (analytiques, d'écotoxicologie, de transfert entre les milieux) sur des substances encore peu étudiées dans le cadre de la valorisation agricole des boues et composts de boue. Ces données, nécessaires à l'évaluation des risques sanitaires (ERS), sont en effet exploitables dans d'autres contextes que celui de l'ERS.

Des données pour mieux évaluer les risques des micropolluants

- La phase d'identification a donné lieu à une sélection afin d'établir une liste de 114 substances à prendre en compte en priorité dans l'évaluation de risques pour la santé. Les analyses chimiques réalisées sur les substances les moins documentées (56 non pharmaceutiques et 33 pharmaceutiques) ont ensuite permis de confirmer leur présence, en faible concentration, dans les boues et composts de boue (avec une variation saisonnière observable sur les pharmaceutiques). Ainsi, 80% des substances pharmaceutiques et 87% des non pharmaceutiques sont retrouvées au moins une fois dans l'ensemble des échantillons, en particulier des phénols et alkylphénols, des PolyBromoDiphénylEthers (PBDE), des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), des Organo-Etains (OTC) et des antibiotiques (fluoroquinolones).
- Pour réaliser les analyses chimiques, des développements méthodologiques ont été nécessaires au regard du défi posé par la recherche de micropolluants dans de telles matrices : les boues de stations d'épuration des eaux, naturellement très chargées en matières organiques, nécessitent un traitement spécifique. Ces développements analytiques particuliers ont permis de rechercher des substances présentes en très basses concentrations dans les échantillons.
- Le recours à des essais écotoxicologiques a montré l'intérêt d'utiliser la biologie comme auxiliaire de la caractérisation chimique pour enrichir les données. Par le biais des essais d'écotoxicité, les effets toxiques globaux d'un échantillon sont évalués sur des organismes entiers (terrestres et aquatiques), qui ont des réponses propres en fonction des espèces. Globalement, les résultats n'ont pas révélé d'effets à une fois la dose d'épandage ; des effets peuvent cependant être observés pour les doses supérieures. En complément, les bio-essais sur cellules permettent d'appréhender la complexité des matrices environnementales que sont les boues, qui contiennent par nature un « cocktail » composé d'un grand nombre de substances. Leurs conclusions suggèrent la présence, dans les échantillons, de substances non identifiées par les analyses chimiques pour expliquer une faible partie de l'effet PE et la plus grande partie de l'effet « dioxin-like » observés.

¹ La réglementation (articles R211-25 à R211-47 du Code de l'Environnement et arrêté du 8 janvier 1998) impose le suivi des concentrations d'un certain nombre de polluants (définis pour 7 Eléments Traces Métalliques, 3 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques et 7 PolyChloroBiphényles) ainsi que des pratiques permettant de maîtriser l'impact de l'épandage de ces boues sur la santé humaine et sur les écosystèmes (faune et flore).

- L'évaluation de l'exposition des populations a conduit à mener des travaux expérimentaux sur le devenir dans l'environnement de micropolluants organiques peu documentés, afin de mieux connaître leur comportement dans les milieux, une fois les boues épandues. En laboratoire et sur parcelle de plein champ (pomme de terre, colza, blé), des données ont été acquises sur deux paramètres : la capacité de transfert des micropolluants dans les végétaux et leur persistance dans le sol.
- Les conclusions montrent que, dans le cadre des scénarios et hypothèses retenus dans cette étude, le retour au sol des boues ou composts de boues présente un risque pour la santé humaine attribuable aux substances étudiées inférieur aux valeurs, dites « repères »², qui servent de référence lors du calcul des indicateurs de risque. L'exercice d'évaluation de risques sanitaires a permis d'identifier les zones d'incertitudes où l'acquisition de connaissances complémentaires conforterait ces premières conclusions. Ainsi, le devenir dans l'environnement de certains polluants, en particulier le transfert dans les végétaux, mériterait d'être mieux appréhendé. Des travaux complémentaires permettraient de collecter davantage de données sur les phénomènes de transfert spécifiques à certaines familles de substances comme les retardateurs de flammes et les organo-étains. L'ingestion de végétaux est en effet la voie d'exposition identifiée comme prédominante.

Les pistes d'approfondissement des travaux

La liste des substances prioritaires a été conçue pour répondre aux objectifs précis de l'étude. La sélection pourrait, dans un autre cadre de travail, envisager l'étude des molécules « filles » issues de la dégradation des substances initialement présentes dans les boues, ce qui pourrait constituer des clés d'explication de certains effets biologiques détectés. De même, les substances correspondant aux pesticides, mais aussi aux biocides et à des produits de soin corporel qui ne sont pas pris en considération dans la présente étude, pourraient être intégrés à la liste des substances d'intérêt.

L'évaluation n'a pas vocation à tenir compte du caractère évolutif du contexte environnemental : il s'agit d'un état des lieux du risque sanitaire à un instant donné, qui fournit une aide à la décision pour définir et hiérarchiser les actions de prévention et gestion des risques. La mutation des pratiques agricoles, les évolutions réglementaires, la durée plus ou moins longue des plans d'épandage, la variabilité de phénomènes comme les dépôts de pollution atmosphérique et la lixiviation de sols sont autant de facteurs qui peuvent avoir une influence sur l'impact sanitaire des substances émergentes.

La méthodologie de l'étude

Les analyses chimiques ont identifié et quantifié des micropolluants organiques pharmaceutiques et non pharmaceutiques. Les travaux ont été conduits entre 2011 et 2014 sur des échantillons provenant de 12 stations d'épuration françaises ayant recours à des procédés de traitement différents. Quatre campagnes de prélèvements ont été réalisées au premier semestre 2013.

Les essais écotoxicologiques ont consisté en 14 tests d'écotoxicité normalisés sur organismes terrestres et aquatiques (végétaux, champignons, crustacés et insectes) et en bio-essais *in vitro* (sur cellules) pour détecter les éventuels effets perturbateurs endocriniens (PE) et « dioxin-like ».

Pour étudier l'exposition des populations attribuable à l'épandage de boues, l'évaluation de risques sanitaires a pris en considération trois typologies de population (agriculteur, consommateur, riverain), en distinguant les enfants des adultes chez les riverains et les consommateurs. Afin de couvrir une large part de la population française, les scénarios d'exposition sont génériques et ne prennent pas en compte des situations d'exposition particulières.

² Le risque est estimé non préoccupant lorsque le résultat est inférieur à 1 pour les effets sur la santé « à seuil » – effets toxiques dépendant de la dose reçue – et inférieur à 10⁻⁵ pour les effets « sans seuil » – effets toxiques non dépendant de la dose reçue, comme les effets cancérogènes par exemple.