

Contexte

L'association Bien Vivre en Anjou, membre du CNVMch a été approchée par l'ESA (Ecole supérieure des agricultures) d'Angers dans le cadre de ses "mardi pro", à la recherche d'intervenants sur le thème de la méthanisation.

Echange de mails, entretien téléphonique et visio conférence pour valider sa participation à cette manifestation et communication des autres intervenants (un énergiculteur, un représentant de l'ADEME, un bureau d'études, un représentant de FNE et le professeur de sociologie intégré à l'école).

Sans nouvelles du bureau des étudiants confirmant l'admission à la table ronde la présidente et une adhérente ont décidé de s'y présenter en auditrices.

Visiblement, leur présence n'était pas souhaitée car, rapidement, trois personnes sont venues les inviter à quitter les lieux au prétexte que cette réunion "était ouverte à un public trié". Et elles se sont exécutées.

L'ABVEA avait réalisé, à l'attention de ces agriculteurs en devenir, futurs détenteurs de l'avenir agricole, un document informatif ayant pour thème "Les incidences de la méthanisation sur la santé environnementale". Et les deux adhérentes l'ont distribué, sur la voie publique, à la sortie de la réunion.

C'est à ce moment que l'intimidation commence !

Un des étudiants a pris le document, l'a examiné devant elles sans qu'il n'y ait eu un seul échange verbal, puis a rameuté ses copains en agitant le document et en criant " la voiture, là !" Ils sont arrivés en courant. Par crainte d'un affrontement physique que tout laissait présager, les deux dames se sont repliées vers leur voiture et sont parties sous les gestes obscènes des quatre étudiants de l'ESA.

Ci-après, le contenu du document distribué.

DIGESTATS DE METHANISATION Ce qu'il faut savoir pour prévoir.

Incidences sur la Santé Environnementale

Des incidences sur la santé environnementale (englobant la santé humaine, les dégâts environnementaux, la biodiversité ...) existent, simultanées et postérieures à l'exploitation d'une unité de méthanisation. Notons des toxicités élevées des substances listées ci-après.

(Nous tenons à votre disposition les références de toutes les études scientifiques consultées, contact : assobienvivreanjou@gmail.com ou csnm@liste.unicaen.fr)

a) Contaminants et Composés Organiques Volatiles

Les digestats liquides et solides contiennent des contaminants organiques et des composés organiques volatiles à risques environnementaux dont les teneurs et compositions varient avec les intrants : pesticides, PCBs, PAHs, PFAS. Parmi ces derniers, on retrouve à des concentrations bien supérieures à des traces, également selon les intrants, carcinogènes, perturbateurs endocriniens, immunosuppresseurs, perturbateurs de reproduction, neurotoxiques, mutagènes, tératogènes,

perturbateurs thyroïdiens, dérégulateurs insulinaires : Anthracène, Benzène, Benzènes aromatiques, Bromopropylate, Chlorpyrifos, DDT, Dioxines, Endosulfan, Ethion, Fluoranthène, Furanes, Phenanthrène, Propène, Pyrène, Siloxanes, Méthyl-siloxanes, Tetradifon, Terpènes, Toluène, Vinclozoline, ...

Des concentrations dans des sols suisses épandus de digestats montrent des teneurs en PCB et PAH supérieures à celles obtenues par épandages de composts, et aucun abattement significatif comparé aux composts pour les phtalates, dioxines, furanes, pesticides, fongicides, herbicides ...

Des COVs sont également émis par les moteurs des cogénérateurs, et peuvent dépasser les seuils admissibles.

b) Phytosanitaires

Des désherbants (diuron par exemple), pesticides et fongicides sont régulièrement observés.

c) Métaux lourds

La concentration en métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) des digestats remet en question la soutenabilité du procédé. La méthanisation entraîne un accroissement en métaux lourds des sols via les digestats liquides et solides, comme observé dans les Yvelines, les sols épandus pouvant dépasser largement les seuils admissibles à force d'accumulations successives.

La teneur des digestats en la plupart des métaux lourds dépasse les seuils, et certains digestats pourtant agricoles présentent également du chrome hexavalent et de l'arsenic pentavalent hors norme ! En conséquence, la teneur en métaux lourds dans les végétaux alimentaires peut dépasser les seuils admissibles, en Zn dans les laitues Maravilla, et notamment en Cd et Pb pour le maïs grains et Cd, Sb et Sr pour certains champignons de culture comme Pleurotus djamor.

Le cas des déchets ménagers et de restaurations est là encore particulièrement à surveiller. L'enrichissement en métaux lourds du digestat solide présente un risque écologique considérable de 279,6 (Wei et al. 2024), particulièrement pour Hg et Cd.

d) Persistance de pathogènes dangereux

Que les intrants proviennent d'effluents animaux ou de stations d'épurations, le microbiote à l'intérieur des digesteurs contient des formes bactériennes pathogènes. A 37°C, il reste encore 10% d'œufs d'helminthes *Ascaris suum* dans le digesteur après trois semaines. Ces pathogènes se retrouvent potentiellement dans les digestats. Les digestats non pasteurisés ne montrent pas un abattement plus prononcé de pathogènes sévères (Coliformes, Helminthes, novovirus, parvovirus porcin, *Salmonella* (enterica et senftenberg), *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium* (botulinum, difficile, perfringens), *Cryptosporidium parvum*, *Mycobacterium* sp.) que l'utilisation d'effluents simples. Ils montrent des effets phytotoxiques, et présentent donc un risque environnemental et sanitaire. Les digestats doivent donc être post-traités pour ne pas représenter un risque important pour la santé et dans les sols. Les digestats pasteurisés présentent un risque principalement à cause des espèces pathogènes suivantes, qu'il convient de surveiller aux épandages : *Cryptosporidium parvum*, *Salmonella* spp., norovirus, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium* spp., *Salmonella typhi* (et *S. paratyphi*), *Clostridium* spp., *Listeria monocytogenes* et *Campylobacter coli*.

Plus de 30 espèces de bactéries résistantes aux antibiotiques ont été détectées dans les digestats après aérobose (conditions d'épandages). Les boues de STEP traitées par méthanisation montrent des populations accrues de gènes de bactéries antibiorésistantes comparé à des boues non méthanisées, et ce même avec un traitement hydrothermal à des températures de l'ordre de 140°C. Il y a donc un risque élevé de propagation de nombreuses espèces de bactéries antibio-résistantes, notamment de *Bacillus cereus* et de *Clostridium* sp. A tel point qu'il devient nécessaire de tenter de diminuer les concentrations de gènes résistants aux antibiotiques.

Dans les digestats de boues de STEP, les bactéries des ordres Clostridiales et Bacteroidales et du phylum synergistetes ont tendance à proliférer. Les déchets ménagers à forte teneur en huiles font

apparaître Clostridium et Longilinea, qui cassent les longues chaînes de gènes. C'est aussi le cas dans les mélanges de lisiers-fumiers et déchets de l'IAA.

e) Nano-, Micro- et Macro-plastiques

Les digestats les plus sujets à contenir des plastiques (Acrylique, Polyamide, Polychlorure de Vinyl, Polyesther, Polyéthylène, Polyéthylène Téréphtalate, Polypropylène, Polystyrène, Polyuréthane, PBAT, PLA ...) sont ceux provenant d'intrants déchets ménagers, en raison d'un tri amont souvent insuffisant, et des STEP.

L'utilisation de ce type d'intrants doit donc absolument être assortie d'un second tri contrôlé avant incorporation dans les réacteurs de méthanisation. La présence de macro-plastiques dans les champs épandus de certains digestats est manifeste dès lors qu'il est impossible de vérifier les tonnages d'intrants avec suffisamment de précision, et que les plastiques ne sont que peu décomposés par méthanisation. Il résulte du procédé, également, des nano- et des micro-plastiques invisibles à l'œil nu, les traitements tels que la séparation de phase n'agissant que sur la répartition des plastiques entre les différents digestats, seul un tri à la source étant efficace pour en diminuer la présence. En conditions thermophiles, certaines bactéries comme Brevundimonas et Sphingobacterium dégradent certains macro-plastiques (le PLA et le PBAT par exemple). Il résulte des micro- ou nano-plastiques dont les effets sur les sols sont encore plus risqués. Il est relevé en Suisse que 70 t/an de plastiques sont déversés dans les sols par méthanisation.

Remarquons que la digestion anaérobie s'opère à une température moins élevée que le compostage, et sans effets d'irradiation UV, ce qui participe d'une moins bonne dégradation des plastiques en méthanisation qu'en compostage.

f) Nanoparticules

De plus en plus de nanoparticules (NP) sont utilisées dans des revêtements ou dans des principes médicamenteux. Ces NP se retrouvent inévitablement dans les digestats et peuvent avoir un effet important. Il en va ainsi des NP de CuO et ZnO, qui augmentent les populations de gènes antibiorésistants dans des boues de STEP digérées.

g) Traces médicamenteuses

On retrouve des molécules résiduelles médicamenteuses dans les digestats, antibiotiques, stéroïdes, corticoïdes : amoxiciline, ciprofloxacine, fludioxonil, ibuprofène, ipronidazole, nicotine, pénicilline G, prednisolone, pyridoxine, phenazone, tetracycline, théobromine, triclocarban, triclosan ...

Ces présences médicamenteuses ont tendance à développer une faune bactérienne résistante aux antibiotiques, notamment à l'amoxiciline et à la pénicilline G. Les stéroïdes et stéroïdes ne sont pas décomposés par la méthanisation.

h) Risques élevés de propagations bactériennes et transformations génétiques

Le risque est élevé de contamination des sols en métaux lourds et en gènes résistants aux antimicrobiens et aux antibiotiques, par épandage de digestats.

En effet, la forte concentration des digestats en éléments génétiques mobiles fait craindre une dissémination de gènes résistants aux antibiotiques.

D'autre part, la présence de nanoplastiques (NP) et microplastiques (MP) augmente la fréquence des gènes antibiorésistants et des bactéries antibiorésistantes en méthanisation. Notamment, les NP augmentent les intégrons de classe 1, favorisant les gènes résistants à la Tétracycline. Dans les boues de STEP méthanisées, le polystyrène, le polyéthylène, le polychlorure de vinyle et le polyéthylène téréphtalate augmentent l'activation de gènes et de bactéries résistants aux antibiotiques, ainsi que le transfert de gènes horizontal. En ce qui concerne le polystyrène, un traitement thermique jusqu'à 160°C permet une diminution de ces effets, mais cela a évidemment un coût. Les MPs de polychlorure

de vinyle stimulent le transfert de gènes aux bactéries pathogènes pour l'homme telle que Salmonella spp.

L'agitation est reconnue pour augmenter la diversité bactérienne. Comme la filière méthanisation mise principalement sur la voie infiniment mélangée, nous pouvons donc craindre un renfort de la propagation microbienne.

En conclusion :

"Le digestat est une source de nutriments qui favorisent la croissance des plantes, mais il contient également des antibiotiques et leurs métabolites, des bactéries résistantes aux antibiotiques (ARA), des gènes de résistance aux antibiotiques (ARG) et des métaux lourds (HM). Par conséquent, il existe un risque élevé que ces micropolluants soient transmis au sol lorsque le digestat est utilisé comme engrais organique".

"Les produits pharmaceutiques accumulés dans le sol peuvent être transportés par les eaux de ruissellement vers les plans d'eau utilisés pour l'élevage et ils peuvent être ingérés par les animaux à des étapes successives de la chaîne alimentaire. Ces médicaments peuvent ensuite être transmis à l'homme via des produits d'origine animale contaminés. Les produits frais peuvent être une source de résidus de médicaments, d'ARB et d'ARG cliniquement significatifs pour les consommateurs. Les bactéries résistantes aux antibiotiques présentent un risque important d'infection, et l'efficacité thérapeutique des antimicrobiens est compromise par les niveaux croissants de RA (résistance aux antibiotiques) chez les humains et les animaux (...)

La fertilisation du sol avec du digestat peut affecter de manière significative leur contenu dans le sol et les légumes comestibles".

<https://www.mdpi.com/1660>

[4601/20/3/2672?fbclid=IwAR0WtTxfD6vIA63WhouYKvrijpmAl3X6NaGMK6YpG8mxjizTCF1sTHv8SdyQ](https://www.mdpi.com/1660/4601/20/3/2672?fbclid=IwAR0WtTxfD6vIA63WhouYKvrijpmAl3X6NaGMK6YpG8mxjizTCF1sTHv8SdyQ)

Des questions sur la méthanisation ?

Tout est là :

<https://www.cnvmch.fr/>



<https://www.facebook.com/AssociationBienVivreEnAnjou>