

4.2.8. IMPACT SUR LA SANTE PUBLIQUE

L'activité envisagée est l'irrigation ou l'épandage des effluents de sucrerie, eaux issues du process sucrier, notamment utilisés pour le lavage des betteraves de la Sucrerie de Fontaine le Dun ainsi que des eaux pluviales collectées sur le site. Aucune eau sanitaire n'est rejetée directement dans les bassins de la sucrerie, elle est traitée en fosses septiques.

a) Risques sanitaires de l'épandage et de l'irrigation

En 1999, une étude des risques sanitaires de l'épandage des eaux de lavage de betteraves a été menée sur les éléments volatils, les éléments minéraux majeurs, les dérivés azotés, les éléments organiques, les éléments traces métalliques, les risques microbiens, les risques pesticides (Cf. annexe 1).

Cette étude a permis de conclure au fait que l'activité d'épandage des eaux de lavage ne présentait pas plus de risques sanitaires que les pratiques agricoles actuelles. Les risques sanitaires liés à la pratique de l'épandage sont faibles. D'un point de vue toxicité aigüe, les risques sont inexistantes. Du point de vue microbiologique, les germes éventuellement rencontrés sont des germes qu'on retrouve en quantité similaire dans les sols.

Nous pouvons comparer les résultats des deux analyses réalisées par AUREA en 2015 sur le paramètre Coli (<30 unités/100 ml et 230 unités/100ml) en prenant en référence l'arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts (modifié par l'arrêté du 25 juin 2014) – Annexe 2, extrait ci-dessous, :

NIVEAUX DE QUALITÉ SANITAIRES DES EAUX USÉES TRAITÉES
Quatre niveaux de qualité sanitaire des eaux usées traitées (A, B, C et D) sont définis
comme suit :

PARAMÈTRES	NIVEAU DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES			
	A	B	C	D
Escherichia coli (UFC/100mL)	≤ 250	≤ 10 000	≤ 100 000	-

Les eaux usées traitées sont classées dans le niveau de qualité qui correspond au classement du paramètre le plus défavorable. Les abattements sont mesurés entre les eaux brutes, en entrée de la station de traitement des eaux usées, et les eaux usées traitées, en sortie de la station de traitement des eaux usées ou de la filière de traitement complémentaire, le cas échéant.

Sur ce paramètre, les effluents de la Sucrerie de Fontaine-le-Dun présentent des résultats inférieurs au seuil défini pour des eaux usées traitées de qualité sanitaire de niveau A (≤ 250).

Enfin, l'épandage ou l'irrigation des effluents permet de mieux surveiller le sol et les aquifères, prévenant ainsi des risques potentiels non pris en compte dans les pratiques culturelles coutumières hors épandage.



b) Risques sanitaires pour le personnel

Ces éléments s'appuient sur les résultats d'analyses des effluents de la sucrerie réalisées en 2015 et 2016.

Éléments traces métalliques	Teneurs limites de l'arrêté du 02/02/98 en mg/kg de MS	Teneur en mg/kg de MS dans les effluents de la sucrerie	Teneur en mg/kg de MS dans les engrais azotés	Teneur en mg/kg de MS dans les engrais phosphatés	Teneur en mg/kg de MS dans les engrais potassiques	Teneur en mg/kg de MS dans les fumiers de bovins	Teneur en mg/kg de MS dans les lisiers de porcs
Cd	10	0.75	0 à 10	9 à 100	0,1 à 2	0,3 à 1,5	0,3 à 2
Cr	1000	2.35	6 à 10	90 à 1500	0,1 à 15	5 à 60	10 à 30
Cu	1000	3.85	5 à 10	10 à 60	0,1 à 10	5 à 60	10 à 30
Hg	10	0.045	0 à 1	0 à 0,2	0,2 à 2	0,1 à 0,6	0,1 à 0,2
Ni	800	6.3	1 à 10	5 à 70	0,1 à 3	6 à 40	7 à 80
Pb	200	5.65	0,5 à 10	0,5 à 40	5 à 15	5 à 90	7 à 150
Zn	3000	19.55	2 à 10	50 à 600	1 à 15	75 à 500	290 à 800
Cr+Cu+Ni+Zn	4000	32					

Tableau n°4 : Composition moyenne en éléments traces métalliques des effluents de la sucrerie et comparaison avec les engrais minéraux et effluents d'élevage, épandus traditionnellement en agriculture (source : Hexagone Environnement n°36 Avril-Mai 2001/ Emmanuel ADLER)

Les effluents de la sucrerie présentent des teneurs en éléments traces métalliques largement inférieures aux valeurs limites de l'arrêté du 02/02/1998 fixées pour la valorisation agricole.

Après comparaison avec des engrais minéraux et effluents d'élevage, nous remarquons que les teneurs en ETM dans les effluents de la sucrerie sont très inférieures aux teneurs des engrais phosphatés ou des effluents d'élevage.

Composés traces organiques	Teneurs limites de l'arrêté du 02/02/98 en mg/kg de MS	Teneur en mg/kg de MS dans les effluents de la sucrerie
Total des 7 principaux PCB (*)	0,80	< 0.070
Fluoranthène	5,00	< 0.050
Benzo (b) fluoranthène	2,50	< 0.050
Benzo(a) pyrène	2,00	< 0.050

Tableau n°5 : Composition moyenne en éléments traces organiques des effluents de la sucrerie

Les effluents de la sucrerie présentent des teneurs en PCB négligeables, régulièrement en dessous du seuil de détection. Les teneurs en HAP sont largement inférieures aux normes fixées par l'arrêté du 02/02/1998.

Les effluents de la sucrerie ne présentent pas de risques particuliers en matière d'exposition aux composés chimiques dangereux, pour les travailleurs intervenant sur le site ou les chantiers d'épandage sur les sols agricoles.

D'après la composition des effluents de la sucrerie et la technique de mise en œuvre, l'irrigation et l'épandage ne présentent pas de risques pour la santé.

Sucrerie de Compiègne-Marne
Société Béghin-Say

*Étude des risques sanitaires
de
l'épandage d'eau de lavage de betteraves*

Pierre Benoit
Docteur en pharmacie
Mai 1999

Sucrerie de Connantre-Marne

Épandage d'eaux de lavage de betteraves sucrières Impact sur la santé humaine

L'épandage prévu peut, dans l'absolu, présenter des impacts sur la santé humaine, de par la composition des rejets épandus.

Après le rappel de l'origine des effluents et de leur composition, on présentera successivement les divers risques rencontrés :

- les éléments volatils
- les éléments minéraux majeurs ;
- les dérivés azotés
- les éléments organiques
- les métaux lourds, en trace ;
- les risques microbiens ;
- les risques pesticides.

1, Les effluents épandus

1 1, Origines

Partiront à l'épandage uniquement des eaux de lavage de betteraves.

On aura deux types d'effluent :

- des eaux terreuses, comme dans la sucrerie de Chalons en Champagne. Elles proviennent du lavage de la betterave par des eaux de condensation, après extraction du sucre. On a là la fraction de sous verse des décanteurs ;
- des eaux claires, issues de la surverse des décanteurs. Ces eaux stockées en lagune, partent également en épandage. L'excédent sera épandue en Septembre, avant le début de campagne

1 2, Compositions des eaux terreuses

Les valeurs fournies présentent la composition moyenne de douze échantillons d'eau de lavage de betteraves (un prélèvement hebdomadaire sur vingt-quatre heures). Ces valeurs proviennent de l'établissement de Connantre traitant vingt mille tonnes par jour (campagne 1998-1999).

1 2 1, Fractions azotées

Elles comportent :

- l'azote Kjeldahl ;
- l'azote nitreux et nitrique.

D'emblée, on constate les faibles teneurs en azote nitrique et nitreux. Ces teneurs faibles sont à relier au caractère réducteur des effluents de lavage, riche en D.B.O.

L'azote kjeldahl correspond à l'azote organique et à l'azote ammoniacal. L'azote ammoniacal, rapidement assimilable, ne représente que le septième de l'azote kjeldahl.

1 2 2. Fractions minérales majeures.

Sous ce terme, on englobe la fraction non biodégradable, qu'elle possède ou non un potentiel fertilisant.

Cette fraction présente des solubilités variables, selon l'élément concerné et selon le p.H du sol. Ainsi, les chlorures et les sulfates vont migrer rapidement vers les nappes, sans fixation par le sol. Le phosphore soluble, quant à lui, sera piégé par le sol, dans la mesure où les p.H sur les zones épandues dépassent les valeurs de 7,5.

D'autres éléments seront fixés sans difficultés par le sol. C'est le cas, entre autres, du magnésium du potassium et du sodium (fixation sur le complexe argilo humique du sol). Les données sur les éléments échangeables (P, Ca, Mg, Na, K) correspondent aux quantités adsorbables rapidement par la plante, lors de la culture suivant l'épandage. On remarque ainsi que les quantités remobilisables théoriquement par la plante sont supérieures aux quantités épandues. Cela prouve :

- qu'il est illusoire de vouloir une précision analytique de plus de dix pour cent dans les eaux très chargées partant à l'épandage ;

- que les risques de lessivages de ces éléments (K_2O , MgO , Na_2O et P_2O_5) vers les nappes aquifères sous jacentes sont nuls.

Les fractions majeures du sol, liés au MES, ne sont pas dosées : carbonate de calcium et argiles.

1 2 3. Fractions organiques

On remarque dans les analyses :

- la charge importante en MES, correspondant aux fractions insolubles des terres de lavage ;
- une DCO élevée composée tant par des résidus de betterave (bétaine, protéines végétales, sucres, fibres végétales) ou des acides humiques des terres de lavage.

1 3. Composition des eaux claires

Initialement, les eaux claires présentent une composition peu différente des eaux terreuses, en ce qui concerne le sumagant particulièrement biodégradable.

Le tableau joint montre l'évolution des eaux claires dans le temps. On note ainsi la chute importante de la D.C.O., D.B.O., de l'azote Kjeldahl et du phosphore. La disparition des sulfates indique le caractère microbien de cette évolution en anaérobiose. Les matières organiques ont été dégradées, sous l'influence des bactéries méthanigènes, en méthane volatil. La chute de l'azote total et du phosphore est liée partiellement à l'emploi de ces éléments pour le développement de la biomasse de la méthanisation.

La différence de composition des eaux claires et des eaux terreuses explique le suivi différent des parcelles, selon le type de produit épandu (à valeur agronomique différente, par unité de volume).

1 4, Période d'épandage

L'épandage s'effectue à des périodes différentes, selon le type de produits à valoriser. Ainsi, les eaux stockées en lagune partent en épandage courant Septembre avant la campagne, ce pour libérer des volumes utiles dans les lagunes.

2, Les risques liés à l'épandage

Ces risques peuvent avoir plusieurs causes théoriques :

- dégagement gazeux liés à l'épandage
- éléments pouvant contaminer l'aquifère ;

2 1, Dégagements gazeux liés à l'épandage

L'épandage s'effectue en période automnale. Les conditions de température ne permettent pas leur méthanisation, avec libération de précurseurs volatils nauséabonds (acides gras aliphatiques (C2 à C7)). Les eaux claires ayant déjà subi cette dégradation, elles ne posent plus ce risque, même si leur épandage est plus précoce en saison. Il en est de même pour une éventuelle production d'hydrogène sulfuré ou de mercaptans hautement toxiques. De plus, la présence d'air dans le sol rend totalement impossible cette méthanisation de l'effluent épandu.

2 2, Éléments pouvant contaminer l'aquifère

2 2 1. Éléments minéraux majeurs

Le magnésium et le phosphore, éléments physiologiques ne présentent pas de toxicité propre, sauf ingestion de doses massives. Ors, on a vu que ces éléments fixés par le sol étaient assimilables en totalité par la culture postérieure à l'épandage.

Les risques pathologiques inhérents à ces deux éléments sont nuls.

Le potassium, à haute dose, présente une toxicité cardiaque, principalement chez les insuffisants rénaux. On note également un effet ulcérigène (duodénum) du chlorure de potassium solide. Cet élément étant totalement fixé par le complexe argilo-humique puis exporté par la végétation, les risques sanitaires du potassium épandu sont nuls, aux conditions d'épandages proposés (absence de saturation du système d'échange d'ion du sol). On remarque également que les quantités apportées par les eaux boueuses ou les eaux claires amènent moins de chlorure dans l'aquifère que lors d'un amendement potassique par du chlorure de potassium (pour un apport similaire de K₂O au sol).

Le sodium, à dose massive, présente une toxicité chronique chez les hypertendus. Étant fixé par le complexe argilo-humique puis exporté par la culture post-épandage, ce risque est inexistant.

D'autres éléments solubles peuvent migrer vers la nappe éventuellement sollicitée par un forage A.E.P. C'est le cas des chlorures et sulfates.

Les chlorures apportés présentent des concentrations supérieures à celle des aquifères locaux. Cependant, même en prenant en compte les phénomènes d'évapotranspiration au niveau du sol, les concentrations migrant dans les aquifères seront inférieures à deux cent cinquante mg/l (concentration à ne pas dépasser pour les eaux distribuées).

Les sulfates apportés sont à des concentrations inférieures ou égales aux valeurs observées dans les aquifères locaux. Ils ont disparu dans les eaux claires. Il n'y a donc aucun risque sanitaire lié à cet élément.

2.2.2. Les dérivés azotés

Les effluents épandus, riches en azote Kjeldahl, seront minéralisés au niveau du sol, avec formation d'ammonium puis de nitrate. Ces nitrates, non fixés, seront assimilés par le couvert végétal. La partie non assimilée migrera dans la nappe.

La présence de composés organiques azotés associés à de l'ammonium fait que la minéralisation totale de l'azote épandue n'est pas immédiate, l'ammonium se minéralisant en nitrate plus rapidement que les composés organiques azotés. On a donc un effet-retard dans les migrations de nitrates dans l'aquifère, par lessivage, couplé avec un écrêtement des pics de pollutions azotés.

Les nitrates possèdent deux types de toxicité :

- toxicité aiguë, comme suite à leur transformation en nitrite, en milieu réducteur. Ces nitrites, à des concentrations de 0,2 mg/l sont mortels pour le poisson. Chez les mammifères, il y a formation de méthémoglobine, rendant impossible la fixation de l'oxygène sur les hématies. D'où cyanose et asphyxie. Le phénomène est bien connu chez les nourrissons humains et les porcelets ;
- toxicité chronique, avec risque éventuel de formation de nitrosamines cancérigènes, au niveau intestinal. Il est signalé, par le ministère de l'environnement, des formations de nitrosamines par action des nitrates sur l'atrazine ou ses métabolites (déséthylatrazine).

Cette toxicité des nitrates fait interdire la distribution d'eau potable en contenant plus de cinquante mg/l. Les eaux contiennent plus de 0,1 mg/l de nitrite, sont interdites à la consommation humaine.

D'un point de vue santé humaine, l'épandage des eaux de lavage présente des avantages :

- on connaît exactement la quantité d'azote apportée par an sur les parcelles irriguées ;
- il existe des points de contrôle (piézomètre) sous les parcelles épandues, pour surveiller la qualité l'eau souterraine, notamment pour les diverses formes d'azote minéral.

Ces deux mesures ne sont pas pratiquées par les exploitants agricoles utilisant massivement des engrais azotés sans contrôle.

Enfin, des études récentes apportent des connaissances sur le comportement local des aquifères vis-à-vis de l'épandage d'effluents azoté, en définissant des cinétiques de percolation. Ces données couplées aux résultats d'analyses des eaux de piézomètre et des effluents épandus permettent de modéliser les fuites de nitrates et d'optimiser au mieux l'épandage industriel (Balif J.L. Frange capillaire et traces historiques du tritium et de l'azote dans la craie sénonienne en Champagne, bulletin de la société géologique de France, 1998, tome 169, n°2).

2 2 3. Les éléments organiques

Ils correspondent à des composés végétaux (débris de betterave) et des acides humiques du sol.

Leur toxicité toxique aiguë ou chronique est nulle.

2 2 4. Les métaux lourds.

Sous ce terme générique, on définit de métaux et métalloïdes susceptibles de présenter une toxicité, tant végétale qu'animale (et donc humaine).

Il faut également garder à l'esprit que ces métaux lourds correspondent des cofacteurs enzymatiques nécessaires à la croissance végétale. Voilà pourquoi le législateur n'interdit pas l'épandage de métaux lourd mais régit les quantités maximales à ne pas dépasser.

Ces quantités maximales à apporter sont définies par la norme NF U 44041.

Les métaux apportés proviennent majoritairement des terres de lavage présentent dans les eaux terreuses. Ils correspondent de ce fait à un fond géochimique naturel. Le reliquat est lié aux débris végétaux (faibles, pour cause de rentabilité industrielle) de betteraves. Dans les eaux claires, la sulfato-réduction préalable à la méthanisation a formé de l'hydrogène sulfuré ayant précipité les métaux lourds sous forme de sulfures insolubles. L'exportation par la culture suivante sera donc largement supérieure à l'apport de l'épandage.

Les diverses analyses effectuées à ce jour indiquent que les quantités de métaux lourds épandus sont largement inférieures à celles qui sont autorisées par la norme. De plus, les terrains d'épandages, sur sols crayeux, présentent un p.H alcalin. Les métaux apportés précipiteront majoritairement dans le sol, sous forme d'hydroxydes très peu solubles. Leur élimination sera réalisée principalement par l'exportation végétale postérieure à l'épandage. Les risques sanitaires humains liés aux métaux lourds se révèlent ainsi être nuls.

2 2 5. Les risques microbiens.

Les eaux soumises à épandages ne sont pas contaminées par des déjections humaines ou animales. Les germes rencontrés ne sont que des germes telluriques présents naturellement dans le sol. Dans les eaux claires, la méthanisation (anaérobiose) a éliminé tout germe pathogène. Même si les terres de champagne contiennent des spores bacille de Nicolaïer, vecteur du tétanos, ces spores ne résisteront pas en milieu oxydant (nitrates dans l'eau). De plus, la vaccination anti-tétanique est obligatoire pour la population.

On constate ainsi que l'épandage n'apporte pas plus de risque microbien humain que les pratiques agricoles coutumières.

2 2 6. Les risques pesticides

Les eaux d'épandages peuvent, en théorie, contenir des reliquats de pesticides. Ces reliquats sont faibles, pour les raisons suivantes :

- le traitement phytosanitaire est interdit aux approches de la récolte ;
- les pesticides sont partiellement dégradés par hydrolyse ou (et) photolyse) lors du lavage des betteraves ;
- les métabolites ont, le plus souvent, une toxicité moindre que la molécule mère;

**Evolution des eaux claires
en bassin anaérobie**

			Bassin 3 du 17/02/98	Bassin 3 27/06/98
		mg/l d'O ₂	3089	473
DCO		mg/l d'O ₂	1800	150
DBO		mg/l	320	168
MES		mg/l de N	59,5	22,4
NK		mg/l	24,4	4,78
P205 tot		unité pH	7,46	7,59
pH		mg/l Cl	137,25	135,35
Cl		mg/l SO ₄	4,6	< 0,5
SO ₄		mg/l NO ₃	< 0,5	< 0,5
NO ₃		mg/l MgO	66,75	62,35
MgO		mg/l Na	84,8	88,2
Na		mg/l K ₂ O	377,35	424,15
K ₂ O		mg/l NH ₄	20,35	8,4
NH ₄				

- l'épandage va entraîner également une élimination des produits par volatilisation.

À ce jour, il n'a jamais été rencontré de problèmes liés à ces reliquats.

De plus, les quantités de produits phytosanitaires apportées sur la culture suivante seront plus de mille fois supérieures à la dose amenée par l'épandage. Les risques sanitaires liés à ces produits ne viendront donc pas de l'épandage lui-même.

3, Pour conclure

Les divers produits apportés par l'épandage des eaux de lavage de betterave ou les eaux claires ont été passés en revue.

De cet inventaire, il ressort que les risques sanitaires liés à cette pratique sont faibles.

D'un point de vue toxicité aiguë, les risques sont inexistant.

La question de l'azote est un des problèmes majeurs de l'agriculture industrielle, suite à la contamination inexorable aquifère par les nitrates non consommés par la biomasse. Une toxicité chronique, à long terme, peut se rencontrer. Les nitrosamines formés in situ avec des métabolites de pesticides ou in vivo par la flore intestinale augmente les risques de cancérisation.

Les métaux lourds, quant à eux sont exportés majoritairement par la plante, en tant que cofacteur enzymatique nécessaire à leur développement. Le reliquat est bloqué sous forme d'hydroxydes ou de carbonates insolubles dans les sols où l'épandage est proposé (rendzine calcaire et sol brun). Les eaux claires n'en apportent pas.

Le résultat est simple : l'épandage, mené correctement, couplé à un suivi agronomique et à une surveillance des aquifères, apporte un mieux dans les pratiques agricoles locales.

On constate ainsi deux points importants :

- l'épandage d'eau de lavage de betterave ne présente pas plus de risque sanitaire que les pratiques agricoles actuelles;
- l'épandage diminue les apports de chlorure dans la nappe ;
- cet épandage permet de mieux surveiller le sol et les aquifères, prévenant ainsi des risques potentiels non pris en compte dans les pratiques culturales coutumières hors épandage.

Fait à Méry-sur-seine, le 9 Mai 1999

Pierre Benoit
Docteur en Pharmacie

Pierre BENOIT
DOCTEUR EN PHARMACIE
10170 MERY SUR SEINE