

La purification et l'utilisation des eaux d'égout par l'irrigation de terrains cultivées

Autor(en): **Guillaume**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel**

Band (Jahr): **16 (1886-1888)**

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-88256>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

LA PURIFICATION ET L'UTILISATION

DES EAUX D'ÉGOUT

par l'irrigation de terrains cultivés

PAR LE D^r GUILLAUME.

Dans une précédente séance, la question de la purification et de l'utilisation des eaux d'égout, par l'irrigation de terrains cultivés, a été soulevée dans le sein de la Société par notre éminent collègue, M. G. Ritter, qui a vivement intéressé la nombreuse assistance que le sujet avait attiré. Comme cette question a aussi été portée devant le Congrès d'hygiène de Vienne, j'ai pensé qu'il ne serait pas hors de propos de vous communiquer un résumé de la discussion qui a eu lieu à cette occasion. Deux rapports, l'un présenté par M. le D^r König, directeur de la station agricole de Münster, en Westphalie, et l'autre par le professeur de chimie, E. Frankland, membre de la Société royale de Londres, avaient été préparés et publiés avant le Congrès, dans le but d'élucider cette question.

Depuis environ 60 à 70 ans, on savait, d'après les observations de Gazzeri, confirmées plus tard par Bronner, que le sol a la propriété de purifier les eaux d'égout par la filtration. L'eau, après avoir traversé une couche filtrante plus ou moins épaisse,

devient claire et limpide. Jusqu'il y a une dizaine d'années, on attribuait cette purification à un procès moléculaire, c'est-à-dire chimico-mécanique, dans lequel les substances organiques contenues dans les eaux impures étaient absorbées par le sol. Ce n'est que pendant cette dernière période décennale qu'il a été reconnu que la purification des eaux d'égout est due moins à ce procès moléculaire qu'à l'action des micro-organismes.

On savait auparavant, il est vrai, que les ferments de la putréfaction jouent un rôle important dans la décomposition des combinaisons organiques azotées, tels que les corps albumineux, l'urée, etc., et dans leur réduction en ammoniacque. Mais ce n'est que vers 1877, que Schlösing et Müntz, ainsi que Warrington, ont prouvé par des expériences que les micro-organismes transforment l'ammoniacque en acide nitrique. D'un autre côté, Gayon et Dupetit, ainsi que Déhérain et Maquenne ont démontré qu'un résultat inverse était obtenu par l'action de ces infiniment petits, à savoir la réduction de l'acide nitrique en acide nitreux dans un sol peu ventilé.

D'après les essais de Fodor et de Wollny, il a même été prouvé que l'oxydation du carbone contenu dans les combinaisons organiques, que l'on avait jusqu'alors toujours attribuée à l'action unique de l'oxygène de l'air atmosphérique, était également due en grande partie, dans un sol poreux, à l'influence des micro-organismes.

Les différentes expériences faites ont encore démontré que l'oxydation de l'azote et du carbone des substances organiques dans le sol dépendent en outre :

1. de l'accès de l'oxygène dans l'air atmosphérique ;
2. de la température ;
3. du degré d'humidité du sol et, pour la nitrification, d'une certaine proportion de sels calcaires dans ce dernier.

D'après les expériences du Dr König, l'un des rapporteurs au Congrès d'hygiène, il résulte que les matières fertilisantes dissoutes dans l'eau disparaissent du sol, moins par absorption que par l'assimilation directe de ces substances par les plantes et que cette assimilation a lieu principalement lors de la croissance et du développement des végétaux.

Le résultat de ces expériences, faites dans des stations d'essais, ont beaucoup contribué non seulement à éclaircir le problème de la purification des eaux d'égout par le sol, mais aussi à indiquer quelles conditions le terrain doit présenter pour permettre d'introduire le système d'irrigation avec chances de succès et comment celui-ci doit être appliqué pour obtenir une purification complète des eaux d'égout.

Les analyses chimiques entreprises par Salkowsky et Klopsch des eaux d'égout et de celle des drains des sols irrigués à Berlin et à Breslau ont donné les résultats suivants :

POUR UN LITRE	Terrains irrigués à Breslau		Terrains irrigués à Berlin	
	Eaux d'égout	Eau des drains	Eaux d'égout	Eau des drains
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Résidu après évaporation . . .	1161.5	561.5	850.0	847.9
Résidu après calcination . . .	650.6	461.4	562.4	732.9
Perte par calcination	510.9	100.1	292.1	109.9
ammoniaque	56.6	3.0	77.3	2.9
Azote sous forme d') am. albuminoïde	38.0	0.8	9.4	0.5
) acide nitrique . . .	—	24.8	traces	28.2
) acide nitreux . . .	—	1.8		
Quantité totale d'azote	94.6	30.5	87.3	31.6
Quant. d'O. employé par l'ox. des matières organiques	—	29.4	50.9	4.1
Acide sulfurique anhydre	67.4	80.8	27.1	81.8
Chlore	130.7	97.3	167.5	145.6
Acide phosphorique anhydre	23.1	traces	18.5	traces
Potasse	60.4	15.8	79.6	21.1
Soude	115.6	95.6	142.7	170.1
Chaux	77.8	102.7	107.5	167.8
Magnésie	21.8	19.1	20.8	21.5
Oxydule de fer	4.328	0.901	—	—
Acide carbonique	—	286.5	—	—

Les chiffres de ce tableau indiquent clairement ce qui se passe dans le procès de la purification des eaux d'égout par l'irrigation.

L'azote organique et l'azote de l'ammoniaque disparaissent plus ou moins entièrement et à leur place nous trouvons, dans l'eau filtrée recueillie dans les drains, une quantité plus grande d'acide nitrique et parfois un peu d'acide nitreux. La présence de ce dernier dans l'eau des drains est toujours un indice que le sol est en partie marécageux, c'est-à-dire que l'accès de l'air rencontre des difficultés. Les combinaisons du soufre subissent aussi une oxydation, et la

proportion d'acide sulfurique dans l'eau des drains est augmentée. Le carbone des substances organiques se combine avec l'oxygène et donne de l'acide carbonique qui, avec l'acide sulfurique, dissolvent les matières calcaires et entraînent ces dernières dans l'eau des drains, de là l'augmentation de la chaux dans l'eau filtrée. La quantité de potasse diminue et l'acide phosphorique disparaît presque complètement.

Le Dr König a trouvé, en outre, que les eaux d'égout deviennent plus riches en oxygène par l'irrigation, de sorte que, par ce système, l'oxydation des substances organiques est facilitée.

Ferd. Cohn a soumis à l'examen microscopique les eaux d'égout et les eaux des drains de terrains irrigués. Tandis que les premières contenaient un nombre considérable de ferments divers, celles-ci n'accusaient la présence que de quelques bactéries et de monades éparses.

* * *

D'après les renseignements contenus dans les deux mémoires présentés au Congrès, le système de l'irrigation est appliqué en Allemagne, à Berlin, à Breslau et à Danzig, et en Angleterre par plus de 140 villes. Ce mode d'utiliser les matières excrémentitielles et les eaux grasses déversées dans les canaux-égouts d'une ville est considéré en principe comme le plus rationnel. Le sol enlève aux matières organiques en putréfaction, contenues dans ces eaux de vidange, leurs propriétés nuisibles à la santé, et les plantes cultivées s'emparent des combinaisons oxydées et minérales et les utilisent pour leur nutrition. De cette manière, ces substances rentrent dans l'échange naturel des matières.

Toutefois, pour que cet échange des matières ait lieu d'une manière complète, l'irrigation doit remplir toute une série de conditions indispensables.

D'abord le terrain à irriguer ne doit pas recevoir une quantité de liquide putride supérieure à celle qu'il est en état de transformer avec l'aide de la végétation.

L'action filtrante du sol n'est pas illimitée; les matières en suspension dans les eaux d'égout se déposent sur le sol et les matières dissoutes ne sont absorbées par le sol que dans une certaine proportion. L'azote, le carbone et le soufre contenus dans les substances organiques, entrent dans les combinaisons oxygénées qui sont solubles. Si maintenant celles-ci ne sont pas utilisées par les plantes en proportion de leur formation et de leur développement, le surplus doit naturellement rejoindre la nappe d'eau souterraine et souiller l'eau des puits et des sources ainsi que les cours d'eau du voisinage.

Plus le sol sera saturé de ces matières non absorbées par les plantes et plus l'eau souterraine et les cours d'eau recevront des infiltrations nuisibles à la santé. Ainsi l'eau de la rivière Panke, près de Berlin, après avoir reçu l'eau des terrains irrigués, contient parfois, d'après les observations de Koch, une grande quantité de bactéries qui liquéfient la gélatine, ce qui doit les faire envisager comme suspectes. Mais cela n'est pas étonnant, si l'on songe que la superficie des terrains irrigués n'est pas en proportion avec la quantité d'eaux d'égouts qui est employée. On compte que les matières fécales et eaux ménagères de 60-80 individus contiennent en moyenne la quantité d'azote que le sol d'un hectare peut utiliser ou absorber lors-

qu'il est couvert d'une luxuriante végétation. Or, les terrains irrigués près de Berlin reçoivent en moyenne par hectare les déjections de 250 personnes, c'est-à-dire trois à quatre fois la quantité que le sol peut fournir aux plantes. Si, pendant un certain temps, l'excédant d'azote qui se trouve dans les combinaisons organiques s'accumule et s'emmagasine dans le sol, cela ne peut durer longtemps sans que l'azote, sous l'influence de l'humidité, ne forme de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, et ces deux combinaisons, si de nouvelles quantités d'azote continuent à arriver sur le sol, ne sont pas utilisées et vont finalement rejoindre la nappe d'eau souterraine, les puits, les sources ou les cours d'eau du voisinage. Comme, en outre, étant données les conditions voulues d'humidité et de température, l'oxydation du carbone, de l'azote et du soufre a lieu d'une manière d'autant plus régulière que l'accès de l'oxygène de l'air est facilité, on comprend que les terrains qui se prêtent le mieux à l'irrigation avec des eaux putrides sont ceux qui sont poreux et bien drainés, c'est-à-dire qui se laissent facilement pénétrer par l'air atmosphérique. Soyka (un hygiéniste bien connu) recommande de ne déverser les eaux d'égout que périodiquement sur le sol, afin que celui-ci ait le temps d'oxyder les matières qu'il a reçues. En outre, ces eaux d'irrigation ne devraient pas être trop concentrées.

Une autre condition que doit remplir un système rationnel d'irrigation est que la quantité de matières fertilisantes, contenues dans les eaux d'égout, soit en juste proportion avec celle qu'exige la végétation du terrain irrigué.

En admettant la proportion d'azote égale à cent,

celle des différentes autres substances est en moyenne la suivante :

	Azote	Acide phosphorique	Potasse	Chaux	Magnésie	Acide sulfurique	Chlore
Dans les eaux d'égout d'une ville	100	26	45	120	25	30	125
Dans les plantes	100	48	140	49	22	18	55

D'après les recherches analytiques qui ont été faites, on trouve en moyenne, par tête de population, 5 kilogrammes d'azote dans les excréments, c'est-à-dire qu'en admettant 150 litres d'eau d'égout par tête et par jour, contenant en moyenne 80 milligrammes d'azote, cela donne par an 60 mètres cubes de liquide et 4,80 kilogrammes d'azote. On voit dès lors que les matières excrémentielles et les eaux ménagères de 60 habitants suffisent pour restituer au sol la quantité d'azote que la végétation, sur un hectare de terrain, lui a enlevée; mais, d'un autre côté, cette quantité ne recouvre qu'à moitié la perte subie en acide phosphorique et à peine le tiers de la potasse enlevée. En d'autres termes, si les excréments de 60 habitants contiennent la quantité nécessaire d'azote pour compenser la perte que le sol subit en azote, il faudrait les matières excrémentielles de 110 habitants pour restituer au sol l'acide phosphorique, et celles de 180 à 200 habitants pour lui restituer la quantité de potasse enlevée par la végétation.

De ce fait, il résulte que les eaux d'égout d'une ville, même si elles reçoivent tous les produits de cabinets d'aisance, ne constituent pas pour les plantes

un liquide nourricier complet. Si l'on ne conduit par irrigation sur le sol que la quantité d'eau d'égout nécessaire pour compenser la perte en azote, il est nécessaire d'ajouter, comme engrais artificiel, une proportion suffisante d'acide phosphorique et de potasse. Car si l'on voulait, avec l'eau d'égout seulement, restituer au sol la quantité d'acide phosphorique et de potasse enlevée par les plantes, le sol recevrait plus d'azote qu'il n'a besoin. Cet excédant ne pouvant être utilisé par la végétation irait rejoindre la nappe d'eau souterraine sous forme d'ammoniaque, d'acide nitrique et d'acide nitreux. En outre, il a été observé qu'une quantité trop abondante d'eaux d'égout répandue dans le sol, nuit à la qualité des végétaux cultivés; que, par exemple, les betteraves contiennent moins de sucre et que l'herbe fraîche contient parfois une forte proportion de salpêtre, au point que, étant carbonisée, elle brûle par place comme de l'amadou.

On peut même admettre que les plantes qui croissent sur un sol irrigué avec des eaux d'égout recèlent les microbes particuliers de maladies infectieuses, de la fièvre typhoïde par exemple, qui se trouvaient dans les déjections de malades. C'est ce qui semble résulter des observations du Dr Galippe, qui a examiné les légumes récoltés dans la plaine de Gennevilliers, près de Paris, laquelle est soumise, comme on sait, au système d'irrigation. Chaque végétal à examiner était carbonisé à sa surface par une flamme de gaz, puis coupé avec un couteau stérilisé; la surface de section étant légèrement carbonisée à son tour, on se servait d'un instrument porté préalablement à une haute température pour prendre une petite portion de légume, en choisissant dans les parties les plus cen-

trales. Cette portion, ainsi mise à l'abri de toute souillure accidentelle, était mise dans un liquide de culture propre au développement des microbes. En opérant dans ces conditions, M. le Dr Galippe a pu constater que tous les végétaux domestiques, carotte, oignon, pomme de terre, betterave, tige de laitue ou de chou, etc., renfermaient des micro-organismes en abondance. Avec un seul végétal, l'ail, il a obtenu des résultats négatifs. L'ail non seulement ne contenait rien, mais encore stérilisait les bouillons de culture.

* * *

Un autre inconvénient que présente le système d'irrigation, est la difficulté d'emmagasiner l'eau d'égout pendant l'hiver. Chacun sait que dans un climat froid les décompositions dans le sol sont ralenties en hiver et presque nulles lorsqu'il gèle ; l'action salutaire des plantes est arrêtée, de sorte que pendant la saison froide l'assainissement des eaux d'égout par irrigation ne consiste plus qu'en une simple filtration.

Lorsque par le gel l'irrigation doit être interrompue, on recueille les eaux d'égout dans de grands bassins creusés dans des endroits convenables. Ces bassins ne sont pas étanches, afin que le liquide puisse filtrer à travers le sol, mais la vase qui se dépose au fond forme facilement une couche imperméable qui obstrue le filtre.

On remédie en partie à cet inconvénient en creusant dans le sol à irriguer de profonds sillons, à fond plat, dans lesquels on fait couler pendant l'hiver les eaux d'égout. Les parties vaseuses se déposent au fond et rendent ce dernier imperméable, mais les côtés

du sillon restent perméables et les eaux peuvent pénétrer dans le sol et s'y infiltrer. De cette manière on peut continuer l'irrigation, même lorsque le sol est couvert de neige. Cette dernière offre même l'avantage de protéger les sillons filtrants contre le froid.

* * *

Enfin, le système d'irrigation a l'inconvénient de déposer sur le sol un feutrage (Schlickbildung) qui est produit par certaines substances, tels que débris de papier, par exemple, en suspension dans les eaux d'égout. Ce feutrage paraît être le résultat d'une fermentation de la cellulose. En se déposant sur le sol, il en recouvre hermétiquement la surface et étouffe la végétation. A Berlin, dans les réservoirs d'hiver, cette couche de feutre a parfois une épaisseur de 10 à 20 centimètres.

Une fois déposée sur le sol, il n'est pas facile de s'en débarrasser. Les moyens mécaniques ne peuvent pas être appliqués partout; la destruction par le feu n'est possible que lorsque la couche de feutre est épaisse et suffisamment sèche. En la brûlant, elle laisse 70 % de cendres, ce qui est un autre inconvénient. On a essayé de l'enfouir en labourant la terre, mais ce feutrage forme alors dans le sol des morceaux de consistance tourbeuse, qui se décomposent très difficilement, minent le sol et favorisent la multiplication d'insectes. Ce feutrage est surtout nuisible aux prairies.

Georges Gerson, de Berlin, a proposé pour prévenir cet inconvénient et aussi pour utiliser plus complètement les matières fertilisantes des eaux d'égout, de répandre ces dernières sur le sol, non par l'irriga-

tion continue, mais par l'arrosage intermittent au moyen d'hydrantes, échelonnées et distribuées sur le parcours de conduites établies dans les terrains à irriguer. Des essais d'arrosage semblable ont été faits sur l'ordre du ministère prussien de l'agriculture dans le domaine de Falkenberg, mais le Dr König, qui mentionne le fait dans son rapport, n'en connaît pas les résultats.

Au point de vue *sanitaire*, le système d'irrigation ne présente aucun danger. En Angleterre, où 145 villes l'ont accepté, on ne peut nommer une seule de ces localités où la fièvre typhoïde, la dysenterie et d'autres maladies infectieuses causées par des matières en putréfaction, aient pu être attribuées à cette source d'infection. L'odeur qui se répand parfois dans le voisinage de terrains irrigués n'est pas agréable, mais elle n'est pas nuisible à la santé.

En Angleterre, dans les fermes à irrigation, on obtient des récoltes assez abondantes; en Allemagne, les terrains irrigués se montrent également fertiles. On cultive surtout du ray-grass, des betteraves, des navets et du blé. On a fait également des essais avec la culture du tabac. Les betteraves cultivées sont, pour les raisons indiquées précédemment, moins riches en sucre, aussi les utilise-t-on en Allemagne pour remplacer la chicorée, comme surrogat du café.

Quant au *résultat financier* du système de l'irrigation, il n'est pas possible, d'après les résultats obtenus à Berlin, à Danzig et à Breslau, ainsi qu'en Angleterre, de porter un jugement définitif, attendu que les installations ne sont pas définitives et que les rapports à cet égard ne sont pas assez explicites. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'en Allemagne du moins, le

systeme d'irrigation ne donne pas un produit net, mais qu'au contraire il est souvent accompagné d'un déficit. A Berlin, les frais d'exploitation sont couverts par la vente des produits. En Angleterre, la mise en oeuvre des déjections humaines, sous la forme d'eaux d'égout, n'aboutit qu'à des pertes assez sensibles; ce n'est que dans des cas rares qu'elle s'est réalisée avec profit.

