

66/09601

Paul E. BENOIST

GROUPE DE RECHERCHE APPLIQUEE GEODYN-ENVIRONNEMENT
LABORATOIRE DE GEOLOGIE DYNAMIQUE DE L'UNIVERSITE PARIS VI



H646

28 MARS 1976

LES CAUSES NATURELLES D'IMPERMEABILITE
DES BASSINS DE LAGUNAGES DES SUCRERIES DE
SEINE-NORMANDIE

EVOLUTIONS HYDROCHIMIQUES
LORS DU LAGUNAGE DES EFFLUENTS
DE L'INDUSTRIE SUCRIERE

RAPPORTS DE SYNTHESE

JUILLET 1975

ETUDES MENEES POUR L'AGENCE
FINANCIERE DE BASSIN SEINE-NORMANDIE

Les investigations menées dans une quarantaine de sucreries du Bassin Seine-Normandie avaient pour objet :

- 1 - De cerner les facteurs influant sur la perméabilité des bassins de lagunage.
- 2 - De déterminer les évolutions hydrochimiques des effluents, liées au lagunage.

Dans cet ouvrage, sont présentés les rapports de synthèse de ces deux études.

En outre, pour chaque sucrerie où les recherches ont été entreprises, sont rassemblés dans un fichier distinct :

- Les rapports des deux visites successives effectuées en Mars/Avril puis Mai/Juin 1975.
- Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés dans les bassins de lagunage, durant ces deux visites.

PLAN DE L'OUVRAGE

LES CONCLUSIONS DES DEUX ETUDES

Perméabilité des bassins de lagunage

Evolutions hydrochimiques des eaux en lagunage

1ère PARTIE - LES CAUSES NATURELLES D'IMPERMEABILITE DES BASSINS DE LAGUNAGE

1-1 Les difficultés rencontrées lors de l'étude.

1-2 Les deux types de bassins de lagunage.

1-3 Les causes d'imperméabilité des bassins de lagunage.

1-3-1 La perméabilité des dépôts dans le fond des bassins

Bassins de lagunage ayant servi à la décantation.

Variabilité de la perméabilité des dépôts de terre
à betterave.

Bassins de lagunage distincts des bassins de décantation.

1-3-2 Influence du substratum des bassins

Le sol

Le substratum géologique

1-3-3 Influence de la nappe sous-jacente

Conclusions

IIème PARTIE-EVOLUTIONS HYDROCHIMIQUES LORS DU LAGUNAGE DES
EFFLUENTS DE L'INDUSTRIE SUCRIERE

2-1 La fiabilité des résultats obtenus

2-2 Phénomènes mis en évidence

2-2-1 Les paramètres stables

2-2-2 Les paramètres influencés par le lagunage

Les alcalino-terreux

L'oxydabilité de l'eau

Les matières en suspension

Les formes de l'azote

Le fer et le manganèse

ANNEXES

Annexe 1 - Le champ d'étude des causes naturelles d'imperméabilité
des bassins de lagunage.

Annexe 2 - Epuration des effluents des sucreries du Bassin Seine-
Normandie , Prévisions pour la campagne 1975.

LES CONCLUSIONS DES DEUX ETUDES

PERMEABILITE DES BASSINS DE LAGUNAGE

L'étude de la perméabilité des bassins de lagunage et la recherche des causes de la variabilité de cette perméabilité ont permis de confirmer ce qui n'étaient jusqu'à présent que des hypothèses.

- 1 - Les dépôts de terre à betterave accumulés dans les bassins de décantation, ont une perméabilité très variable d'une sucrerie à l'autre.

La lame d'eau infiltrable à travers plusieurs mètres de terres accumulées se situe selon les cas entre 1 mm/jour et 8 mm/jour.

Durant l'intercampagne, de Janvier à Septembre, soit en 270 jours, les bassins à terre laissent s'infiltrer entre 30 cm et plus de 2 mètres d'eau stockée, lorsque le lagunage ne s'effectue pas dans des bassins distincts.

Cette variabilité permet de comprendre pourquoi certains bassins perdent toutes leurs eaux par infiltrations, alors que d'autres sont réputés étanches.

- 2 - Le substratum du bassin peut contribuer à diminuer sa perméabilité.

Le sol au sens strict du terme, ne peut pas jouer un rôle prépondérant. A priori, sa perméabilité est supérieure à celle des dépôts dans les bassins. Ceci provient, d'une part de l'élimination de la fraction grossière de la terre à betterave, lors de la sédimentation dans le bassin, et d'autre part d'un enrichissement des dépôts en matières organiques.

S'il y a freinage des infiltrations, il se situe au niveau du substratum géologique lorsqu'il est argileux ou marneux. Dans quelques sucreries du Bassin Seine-Normandie, les bassins sont situés au-dessus d'alluvions fines argileuses. En outre, deux sucreries ont des bassins installés sur un substratum marneux, provenant de l'altération d'un calcaire ou de la craie.

La possibilité d'un blocage au moins partiel des infiltrations par le substratum, est donc une réalité ; mais, un tel phénomène n'est qu'assez peu répandu. Dans la majorité des sucreries du Bassin Seine-Normandie, le substratum géologique est très perméable (alluvions sableuses, calcaires fissurés, craie), ou présente une perméabilité au moins supérieure à celle du fond des bassins.

3 - La nappe phréatique peut en outre s'opposer aux infiltrations

Lorsque les bassins sont situés dans une région marécageuse, correspondant à une zone de résurgence de la nappe phréatique, la dynamique de l'aquifère s'oppose aux infiltrations.

Ce phénomène n'est pas un mythe. En Seine-Normandie, se trouve une sucrerie dont les bassins sont alimentés par la nappe phréatique. Ceci se traduit par une montée de l'eau dans ces bassins pendant les périodes de hautes eaux (Janvier à Mars/Avril).

Ce cas extrême n'est qu'exceptionnel, il ne se rencontre que dans un cas sur l'ensemble du Bassin Seine-Normandie.

Par contre, le ralentissement des infiltrations par une nappe phréatique à circulation lente peut avoir lieu lorsque le substratum géologique est peu perméable. Les deux influences du substratum et de l'aquifère se confondent ou s'ajoutent.

Cette étude aura donc permis de vérifier que d'autres facteurs que la perméabilité des dépôts dans le bassin peuvent expliquer une étanchéité partielle de ce bassin. Mais, en réalité, il ne s'agit que de cas d'exceptions.

Dans la majorité des cas, la variabilité de la perméabilité des bassins de lagunage ne peut s'expliquer que par des différences dans la nature des terres déposées dans ces bassins.

Dans l'avenir, il sera donc nécessaire de rechercher à quel niveau se situe l'origine de la diversité des perméabilités des terres accumulées ; granulométrie, nature minéralogique de la fraction argileuse

EVOLUTION HYDROCHIMIQUE DES EAUX EN LAGUNAGE

L'étude des évolutions hydrochimiques des eaux en lagunage entre Mars et Juin, a permis de mettre en évidence les phénomènes suivants :

1 - Le lagunage conduit à éliminer les matières en suspension décantable; mais les eaux stockées comportent toujours des matières indécantables résiduelles qui leur confèrent une certaine turbidité.

2 - Le lagunage s'accompagne d'une auto-épuration des matières oxydables. Cette étude ne fait que le confirmer.

3 - Certains composés minéraux solubles ne subissent pas d'évolution notable (chlorures de sodium et potassium) et peuvent donc être utilisés comme paramètres significatifs d'une dilution, ou d'une concentration liée à l'évaporation.

4 - Certains composés minéraux sont partiellement éliminés par précipitation (carbonates et sulfates de calcium et magnésium)

5 - L'azote subit d'importantes transformations. La teneur en azote total diminue souvent en proportion importante. L'azote organique se minéralise en azote ammoniacal, mais la nitrification est empêchée ou même bloquée.

De l'azote doit donc être perdu sous forme d'ammoniac, d'azote moléculaire N_2 , ou d'azote organique gazeux. Les pertes sont souvent considérables.

La présente étude ne permettant pas de cerner les phénomènes mis en jeu, la recherche des transformations de l'azote et des mécanismes responsables devra être reprise ultérieurement.

6 - Fer et manganèse ont été recherchés ; leurs présences, respectivement dans la phase soluble et dans la phase colloïdale ayant été mal discernées, les évolutions constatées ne sont pas réellement significatives. Les résultats obtenus sont donc à n'utiliser qu'à titre indicatif. Néanmoins, la présente étude confirme que le lavage et le recyclage des eaux boueuses après décantation, conduit à une concentration de ces deux oligo-éléments du sol. Il est probable que d'autres éléments-traces, indésirables ou toxiques subissent un tel phénomène. Cette hypothèse serait à vérifier et devrait donner lieu à une recherche approfondie.

1ère PARTIE

LES CAUSES NATURELLES D'IMPERMEABILITE

DES BASSINS DE LAGUNAGE

Les bassins actuellement utilisés sont plus ou moins perméables, depuis une étanchéité quasi-parfaite jusqu'à une perméabilité suffisante pour que toutes les eaux stockées s'infiltrent durant l'intercampagne.

Cette variabilité peut provenir à priori de différences à deux niveaux :

- Au niveau des dépôts au fond des bassins.
- Au niveau du substratum des bassins et de l'aquifère sous-jacent.

Avant de lancer d'éventuelles études fines au niveau des dépôts des bassins, il y avait lieu de vérifier si les différences de perméabilité des bassins ne sont pas uniquement liées à l'existence de substratum plus ou moins étanches, avec en outre, une influence de la nappe phréatique, dont la dynamique s'opposerait à la circulation des eaux infiltrées.

Les investigations ont été menées sur les sucreries du Bassin Seine-Normandie. Deux visites successives en Avril et en Juin 1975 ont été effectuées dans 38 sucreries. In situ, lorsque l'exploitation des bassins l'a permise, nous avons fait une évaluation de la perméabilité actuelle des bassins de lagunage utilisés.

En outre, le substratum géologique a été étudié dans chaque cas, afin d'en estimer la perméabilité.

1-1 LES DIFFICULTES RENCONTREES LORS DE L'ETUDE

Durant la campagne sucrière 1974, 46 sucreries ont fonctionné dans le Bassin Seine-Normandie.

Parmi ces établissements, 38 ont été visités, ceux qui d'après les dossiers techniques de l'Agence, procèdent au lagunage.

En réalité, 6 de ces 38 établissements n'ont procédé qu'à la décantation de la terre, et rejeté les eaux décantées durant la campagne sucrière.

En outre, dans trois autres établissements, le déstockage ou le transfert d'eau de bassin en bassin a empêché toute évaluation de la perméabilité des bassins de lagunage.

Des résultats n'ont pu être obtenus que dans 29 sucreries. Dans la moitié d'entre elles seulement, l'estimation de la perméabilité a pu être faite dans tous leurs bassins. Dans l'autre moitié de ces 29 établissements, le déstockage ou des transferts d'eau ont rendu impossible l'évaluation de la perméabilité de certains bassins.

En annexe 1, toutes ces données sont reprises en détail.

NOTA IMPORTANT

Il est important de noter que dans l'éventualité d'une évaluation du volume d'effluent infiltré en vue du calcul des taux d'abatte-ments, les mêmes difficultés seront rencontrées.

La mesure de la baisse du niveau dans les bassins entre Janvier et Juillet, est impossible dans environ la moitié des cas. L'estimation des infiltrations dans l'état actuel des choses, posera de gros problèmes à ceux qui en seront chargés.

1-2 LES DEUX TYPES DE BASSINS DE LAGUNAGE

Dans les sucreries visitées, nous avons rencontré deux types de bassins de lagunage.

1 - Bassins de lagunage distincts des bassins à terre

Dans ce type de bassin, durant la campagne sucrière, est stocké l'excédent des eaux décantées non recyclées ; après la campagne sucrière, sont rassemblées toutes les eaux décantées encore contenues dans les bassins à terre.

Dans le fond de ces bassins, ne se dépose qu'une faible épaisseur de sédiments, mais ces accumulations sont constituées uniquement de très fins colloïdes argileux et organiques. De tels dépôts sont bien sûr peu perméables, si leur épaisseur atteint plusieurs centimètres.

2 - Bassins de lagunage confondus avec les bassins à terre

Certaines sucreries rassemblent les eaux décantées dans une partie de leurs bassins qui, durant la campagne sucrière ont tous servi de bassins de décantation.

Le but de cette opération, est de pouvoir assécher certains bassins, afin de les vider de leur terre, ou de réhausser les digues.

Dans ce cas, le fond des bassins de lagunage est constitué par une épaisseur, pouvant atteindre plusieurs mètres de terre décantée. La perméabilité sans aucun doute inférieure à celle de la terre à betterave entrée à la sucrerie du fait :

- d'un granoclassement lors de la décantation ; les particules grossières se déposent près du point de rejet et sur l'ensemble du bassin se déposent des sédiments limoneux et argileux.
- d'un enrichissement des dépôts en matières organiques colloïdales. Cet enrichissement est lié aux apports de morceaux de feuilles et betteraves entraînés avec la terre lors du lavage. Ces colloïdes contribuent sans aucun doute à abaisser la perméabilité des dépôts.

N.B. Nous avons constaté que le souci de rassembler les eaux dans un nombre restreint de bassins est en relation à la capacité d'infiltration des dépôts de terre accumulés dans les bassins.

En effet, il y a nécessité presque chaque année, de vider la terre, ou au moins de remonter les digues avec de la terre contenue dans les bassins. Pour ce faire, il faut qu'aux mois de Juin/Juillet, les bassins soient asséchés.

Lorsque les terres accumulées sont perméables et susceptibles de laisser s'infiltrer 1 à 1,5 mètre entre Janvier et Juillet, nous avons constaté que les eaux décantées sont stockées sur presque toute la surface des bassins qui ont servi à la décantation de la terre.

Au contraire, lorsque les terres accumulées sont peu perméables et ne laissent s'infiltrer que 10 à 30 cm d'eau entre Janvier et Juillet, nous avons constaté que les eaux décantées sont stockées dans le nombre le plus restreint possible de bassins, afin de pouvoir assécher et curer les autres bassins de décantation.

1-3 LES CAUSES D IMPERMEABILITE DES BASSINS DE LAGUNAGE

Trois facteurs peuvent influencer sur la perméabilité d'un bassin de lagunage :

- La perméabilité des dépôts dans le fond du bassin.
- La perméabilité du substratum du bassin.
- La dynamique de la nappe phréatique

1-3-1 La perméabilité des dépôts dans le fond du bassin

Bassins de lagunage ayant servi à la décantation

Nous avons expliqué précédemment que sur la plus grande partie d'un bassin de décantation, se déposent des sédiments de perméabilité notablement inférieure à celle de la terre à betterave (granoclassement et enrichissement en matières organiques).

Par contre, dans un rayon d'environ 10 à 20 mètres autour du point de rejet, se déposent les cailloux, graviers et sables. A cet endroit, la fraction limoneuse et argileuse est peu importante. La perméabilité de ce cône de déjection est donc supérieure à celle de la terre à betterave.

Le cône de déjection autour du point de rejet, peut donc constituer une zone d'infiltration intense. Néanmoins, il faut rester prudent sur l'importance réelle à accorder à ce phénomène pour deux raisons.

- Le plus souvent, plusieurs points de rejets sont successivement utilisés lorsque les eaux boueuses sont coulées dans un bassin à terre. Dans ce cas, les cônes de déjection perméables sont recouverts de sédiments fins, lorsque le point de rejet change. Globalement, la perméabilité du bassin est assez semblable sur l'ensemble de sa surface du fait que partout, à un certain moment se sont accumulés des dépôts fins de perméabilité minimum.

- Si un seul point de rejet est utilisé durant toute la période d'exploitation du bassin à terre, le cône de déjection atteint une grande épaisseur ; en réalité, les eaux décantées s'accumulent dans le reste du bassin dont le fond, constitué par les dépôts fins, est sensiblement plus bas.

Dans ce cas, le cône de déjection très perméable n'est pas recouvert d'eau décantée. Des infiltrations plus ou moins intenses ne peuvent s'effectuer que sur le pourtour du cône, là où la fraction fine commence à devenir plus riche.

En conclusion, lorsque le lagunage s'effectue dans un bassin à terre, la perméabilité des dépôts constituant le fond du bassin est assez homogène sur l'ensemble de sa surface. L'évaluation du taux d'infiltration est donc significative de la perméabilité de l'ensemble des dépôts accumulés dans le bassin.

Variabilité de la perméabilité des dépôts de terre

L'étude menée dans 29 sucreries montre que les dépôts de terre dans les bassins de décantation ont une perméabilité très variable d'une sucrerie à l'autre.

La lame d'eau infiltrable à travers les terres décantées selon les sucreries, est de 15 cm à 1,5 mètre entre Janvier et Juin (environ 180 jours).

Schématiquement, la perméabilité de la terre à betterave décantée, peut varier dans un rapport de 1 à 8.

Exemples : Perméabilités mesurées dans les bassins contenant de la terre.

AULNOIS/LAON	1 mm/jour environ
BRAY/SEINE	1 à 1,5 mm/jour
MONTCORNET	1,5 à 2 mm/jour
CHEVRIERES	3 à 5 mm/jour
BRIENON	4 à 6,5 mm/jour
TOURY	4 à 7 mm/jour
FLIGNY	7,5 mm/jour

Remarques :

Ces exemples sont choisis dans des sucreries dont les bassins reposent sur un substratum très perméable. Les différences dans les valeurs données ici, ne peuvent donc provenir que de la perméabilité des dépôts de terre.

L'influence de la mise en charge peut en outre, jouer un certain rôle. Pour une perméabilité donnée d'un sédiment, des différences dans la hauteur d'eau stockée, peuvent conduire à obtenir des taux d'infiltrations divers. Dans les exemples cités, la variabilité des résultats ne peut pas être expliquée de cette façon, du fait que la hauteur d'eau stockée en Janvier est toujours de 1 à 2 mètres.

Bassin de lagunage distinct des bassins de décantation

Lorsque le bassin de lagunage est distinct des bassins constituant le circuit de décantation et de recyclage, il ne s'y accumule qu'une faible épaisseur de sédiment.

Cette épaisseur est néanmoins variable selon le taux de décantation obtenu avant que l'eau ne soit envoyée au bassin de lagunage.

Par exemple, à Attigny ou à Lieusaint, les bassins de lagunage ne présentent que quelques millimètres de sédiments dans leur fond.

Par contre, à St Just en Chaussée, depuis 5 à 10 ans, se sont accumulés plusieurs dizaines de centimètres de dépôts fins, colloïdaux argileux et organiques.

De tels dépôts s'ils atteignent une épaisseur de plusieurs centimètres doivent conduire à rendre les bassins presque étanches.

A St-Just-en-Chaussée, l'étanchéité des bassins de lagunage, uniquement liée à l'accumulation de plusieurs dizaines de centimètres de colloïdes argileux et organiques, est presque parfaite. Leur perméabilité n'est que de 1 à 2 mm/jour.

A Lieusaint par contre, le bassin de lagunage présente une perméabilité importante. L'épaisseur des dépôts semble y être trop faible. Les infiltrations peuvent atteindre 6 à 7 mm/jour.

A Attigny enfin, le problème est différent du fait que le substratum géologique empêche quasiment toute infiltration. Nous reviendrons sur ce cas dans la suite de l'exposé.

1-3-2 Influence du substratum du bassin

Par définition, le substratum du bassin est constitué par "la couche située sous" le bassin. Successivement se rencontrent le sol puis le substratum géologique.

Le sol

Sous un bassin, peut éventuellement exister une certaine épaisseur de sol, au sens strict du terme (terre de culture). Ce sol peut être plus ou moins "lourd" et donc peu perméable, ou bien au contraire ce sol peut être une "terre légère" sableuse, et donc plus perméable.

Dans le cas d'un lagunage s'effectuant dans un bassin à terre, la perméabilité des dépôts de terre dans le bassin, est inférieure à celle du sol de la région comme nous l'avons expliqué précédemment.

Un sol peu perméable ne peut donc freiner les infiltrations que sous un bassin exclusivement utilisé pour le stockage et le lagunage d'eaux décantées. Les infiltrations sont ralenties mais l'étanchéité parfaite ne peut être atteinte.

Actuellement, la tendance générale, lors de la création d'un bassin de lagunage, est d'utiliser "l'imperméabilité du sol" en l'augmentant par un compactage. Ce procédé peut être efficace si le sol compacté est argileux par nature. Si au contraire le sol est limoneux et sableux, le compactage ne sera sans doute que peu efficace.

Le substratum géologique

Le plus souvent, on ne peut guère attendre un blocage des infiltrations par le sol, pour deux raisons :

- Nous venons de voir que sa perméabilité, s'il n'est pas compacté, est le plus souvent suffisante pour laisser s'infiltrer les eaux stockées.

- D'autre part, très généralement, le sol a été décapé, pour être utilisé dans la confection des digues du bassin. Dans ce cas, même si une certaine imperméabilité pouvait être attendue de ce sol, sa suppression partielle ou totale, en anéantit toute efficacité.

Si le sol ne peut jouer qu'un rôle minime, il faut envisager l'influence du substratum géologique.

Dans le cas des sucreries situées en Seine-Normandie, schématiquement les substratums géologiques rencontrés sont de trois sortes :

- Calcaire ou craie
- Sable sédimentaire ou alluvionnaire
- Argile, ou marne (de décomposition des calcaires).

Les deux premiers types de substratum ne peuvent pas bloquer les infiltrations. La craie, les calcaires en général sont fissurés. Ils présentent donc une "perméabilité en grand". Il peut s'y infiltrer plusieurs centimètres d'eau par jour.

Les sables et alluvions grossières présentent une "perméabilité intersticielle". De la même façon, plusieurs centimètres par jour peuvent s'y infiltrer.

Il ne peut y avoir blocage des infiltrations que par un substratum géologique argileux ou marneux (argileux-calcaire).

Les argiles du sparnacien

Présentes sous les bassins de plusieurs sucreries (Fismes, Maizy, Guignicourt, Berneuill/Aisne, Vic/Aisne) elles ne sont jamais situées juste en-dessous du bassin. Un niveau alluvionnaire est toujours intercalé entre les bassins et les argiles du sparnacien.

Dans aucune des sucreries du Bassin Seine-Normandie les argiles du sparnacien ne peuvent donc assurer un blocage des infiltrations. Une circulation latérale dans les alluvions assure l'évacuation des infiltrations.

Les argiles quaternaires alluvionnaires

Dans le cas de quelques sucreries, les bassins sont situés sur des alluvions quaternaires fines argileuses.

A Origny Ste Benoite : Les perméabilités des bassins à terre et des bassins à vinasses qui n'ont jamais reçu de terre sont identiques. Très certainement, si le substratum géologique était perméable, les infiltrations sous le bassin à vinasses seraient plus importantes que sous les bassins à terre. Ceci montre que dans le cas de cette sucrerie, les alluvions argileuses ralentissent les infiltrations.

Néanmoins, à Origny Ste Benoite, l'étanchéité parfaite n'est pas atteinte. Les alluvions fines argileuses ont une perméabilité de l'ordre de 1 mm/jour. Cette perméabilité résiduelle est du même ordre que celle des bassins à terre réputés peu perméables (bassins de Aulnois sous Laon, Nassandres ...).

La présence sous les bassins d'alluvions argileuses, ne semblent pas toujours apporter un blocage des infiltrations.

A la sucrerie de Marle : Les bassins reposent sur des alluvions contenant des lentilles d'argiles bleues. Ces bassins ont tout de même une perméabilité qui peut atteindre 2,5 mm/jour. Cette perméabilité doit être celle des dépôts de terre dans les bassins. Dans ce cas, les alluvions ne se présentent que sous formes de lambeaux et lentilles argileuses intercalés dans les niveaux sableux où les eaux infiltrées peuvent circuler. Le blocage des infiltrations est

Substratum marneux

Dans deux cas, nous avons rencontré sous les bassins une épaisseur importante de marnes. Il ne s'agissait pas de marnes sédimentaires, mais de décompositions du calcaire de Beauce dans un cas (Corbeilles-en-Gatinais) et de la craie dans l'autre cas (Attigny).

Le cas d'Attigny étant encore particulier, nous le traiterons dans la suite de l'exposé (blocage hydrodynamique des infiltrations).

Les bassins de Corbeilles-en-Gatinais reposent directement sur les calcaires de Beauce, mais en cette région, sur une épaisseur de plusieurs mètres, ces calcaires sont décomposés, "pourris".

Cette décomposition du calcaire conduit à former un sédiment marneux englobant des blocs de calcaires non altérés. L'ensemble est très peu perméable (infiltrations de l'ordre de 1mm/jour seulement).

Le cas de Corbeille-en-Gatinais est très particulier. A environ 20 kilomètres, se trouve la sucrerie de Pithiviers. Dans cette région, les calcaires de Beauce fissurés ne sont pas protégés par un niveau superficiel altéré. Les infiltrations dans les bassins de la sucrerie de Pithiviers sont importantes (2 à 5 mm/jour). Nous retrouvons ici la perméabilité des dépôts situés au fond des bassins.

1-3-3 Influence de la nappe sous-jacente

Dans deux sucreries, nous avons pu mettre en évidence l'influence de la nappe phréatique sur le blocage des infiltrations.

Cas de la sucrerie de Vierzy

Ce qui se passe à Vierzy, est presque la caricature du phénomène.

Très souvent, dans les bassins de cette sucrerie, le niveau de l'eau monte entre Janvier et Avril. Ceci démontre que la nappe phréatique peut exercer une poussée du bas vers le haut et s'opposer aux infiltrations.

Nous qualifions ce phénomène de "blocage hydrodynamique". Un tel processus n'intervient jamais seul. Dans la majorité des cas, il s'agit d'un blocage par une nappe alluviale qui ne circule que très mal dans les dépôts alluvionnaires.

Le blocage hydrodynamique va donc se confondre ou s'ajouter au blocage des infiltrations par des alluvions argileuses. Néanmoins, les bassins d'Attigny montrent qu'une telle combinaison des deux phénomènes de blocage peut exister avec un aquifère autre qu'une nappe alluviale.

Le cas de la sucrerie d'Attigny

Il est très semblable à celui de Corbeilles-en-Gatinais. Les bassins de la sucrerie d'Attigny reposent sur la craie, mais en cet endroit, sur une épaisseur importante la craie, comme les calcaires de Beauce à Corbeilles sont altérés, "pourris". Le substratum géologique doit donc avoir une perméabilité de l'ordre de 1mm/jour comme à Corbeilles-en-Gatinais.

En outre, à Attigny les bassins ont été placés dans une zone marécageuse correspondant à une exurgence de la nappe de la craie qui affleure. Il doit donc y avoir combinaison d'un blocage hydrodynamique et d'un blocage par le substratum marneux.

Conclusions :

En conclusion, cette étude nous a permis de vérifier deux hypothèses.

1 - La perméabilité des dépôts de terre à betterave dans les bassins de décantation est très variable d'une sucrerie à l'autre. Des différences dans la nature de la terre apportée à l'usine avec les betteraves doivent donc exister et restent à déterminer.

2 - La perméabilité d'un bassin peut être liée à celle du substratum et en outre, être influencée par la dynamique de la nappe phréatique.

Les effets du substratum et de l'aquifère sous-jacent, peuvent se confondre et il est alors difficile d'en discerner les importances respectives.

Néanmoins, substratum et nappe phréatique n'ont une influence que dans quelques cas. Sous la majorité des bassins de lagunage, le substratum est suffisamment perméable pour permettre les infiltrations et la circulation de l'aquifère et donc l'évacuation des eaux infiltrées.

II PARTIE

EVOLUTIONS HYDROCHIMIQUES LORS DU LAGUNAGE DES EFFLUENTS DE L'INDUSTRIE SUCRIERE

Parallèlement à la recherche des causes de la variabilité de la perméabilité des bassins de lagunage, nous avons entrepris une étude succincte de l'évolution hydrochimique des effluents de l'industrie sucrière lors de leur traitement par lagunage.

Deux échantillonnages ont été successivement effectués en Mars/Avril, puis en Juin, dans plus de cent bassins de lagunage, utilisés par les sucreries du bassin Seine-Normandie.

Du point de vue hydrochimique, ont été étudiés les paramètres suivants:

- Le pH et la résistivité
- L'oxydabilité et la teneur en matières en suspension
- La teneur en chlorures
- Les teneurs en éléments cationiques majeurs
(calcium, magnésium, sodium et potassium)
- Deux autres éléments présents généralement à l'état de traces
(fer et manganèse)
- Et enfin, les diverses formes de l'azote.

Cette étude a été entreprise pour mettre en évidence les phénomènes importants. Elle ne constitue qu'une première reconnaissance du problème, devant servir de base à des recherches plus détaillées envisagées dans le futur proche.

2-1 LA FIABILITE DES RESULTATS OBTENUS

Il nous faut émettre les réserves suivantes :

1 - Il n'a été procédé qu'à deux échantillonnages. Il est alors difficile d'étudier véritablement l'évolution des paramètres. Nous ne disposons que d'un point initial et d'un point final. Il n'est alors possible que d'évaluer une variation des teneurs en les divers éléments étudiés. L'allure des évolutions ne peut être décrite.

2- De plus, la première série de prélèvements a été faite en Mars/Avril soit après déjà deux à trois mois de lagunage. Dans beaucoup de bassins les fonctionnements chimiques et biochimiques liés au lagunage avaient certainement fait évoluer certains paramètres.

Certains faits nous permettent néanmoins d'affirmer que les phénomènes mis en évidence sont significatifs :

1 - Nous avons vérifié la représentativité de l'échantillon ponctuel prélevé dans un bassin contenant plusieurs dizaines de milliers de mètres-cube d'eau. La vérification a été faite par la mesure de la résistivité en des points multiples d'un même bassin.

Cette opération nous a permis de constater que la minéralisation des eaux stockées est assez constante. Il faut tout de même se garder d'en conclure que la composition chimique est parfaitement la même, en tous les points d'un bassin de lagunage.

Des résistivités du même ordre de grandeur peuvent être obtenues avec des eaux de compositions différentes. La résistivité ne renseigne que sur la minéralisation globale de l'échantillon.

2 - La comparaison des résultats obtenus pour les analyses des échantillons prélevés en Mars/Avril puis en Juin, montre la stabilité de certains paramètres et par contre une variation pour les autres.

Les paramètres stables sont la résistivité, les teneurs en chlorures, sodium et potassium. En pourcentage, pour ces éléments, les variations observées dépassent rarement 15 %. Elles peuvent être la conséquence de la combinaison de plusieurs phénomènes.

- L'effet de l'imprécision systématique des mesures.
- L'effet des transferts d'eau de bassin en bassin, entre les deux échantillonnages.
- L'effet de l'évaporation, amenant une concentration, lorsque la hauteur d'eau stockée est faible.
- L'effet enfin, d'une certaine hétérogénéité dans la composition chimique des eaux contenues dans le bassin, où des courants, liés aux effets du vent principalement, assurent des déplacements de masses d'eau dans le bassin.

Les paramètres n'évoluant que très peu sont ceux sur lesquels le lagunage ne doit pas avoir d'influence. Les chlorures, le sodium et le potassium, ne sont pas l'objet de précipitations ni de transformations.

Par contre, les éléments pour lesquels nous avons détecté des évolutions subissent habituellement des précipitations (calcium sous forme de sulfate ou de carbonate), ou des transformations (azote).

Cette cohérence entre les phénomènes mis en évidence et les théories hydrochimiques généralement admises nous amènent à penser que les évolutions mesurées sont significatives des effets du lagunage.

Du point de vue qualitatif, l'étude succincte menée cette année, nous donne des résultats exploitables.

Par contre, du point de vue quantitatif, les évolutions estimées sont à utiliser avec prudence, pour les raisons déjà données.

- Evolution calculée par comparaison de deux échantillons seulement.
- Le premier échantillon n'étant pas significatif de l'état initial des eaux stockées du fait qu'il n'a été prélevé qu'en Mars/Avril.

2-2 LES PHENOMENES MIS EN EVIDENCE

La comparaison des résultats des analyses des deux séries d'échantillons, nous permet de discerner les paramètres stables et ceux que le lagunage influence.

2-2-1 Les paramètres stables

Les évolutions ne sont estimées que par comparaison entre deux analyses ; on ne peut donc dire qu'un paramètre a subi une variation que lorsqu'elle dépasse 10 à 15 %. En deçà, les différences observées peuvent être la conséquence des effets combinés de divers facteurs déjà cités précédemment.

Sauf exceptions (lorsqu'entre les deux échantillonnages des eaux de compositions très différentes avaient été mélangées), les teneurs en chlorures, en sodium et en potassium, n'ont pas évolué de façon significative entre Mars et Juin.

La stabilité de ces paramètres démontre que les évolutions observées pour les autres éléments sont dues à des phénomènes liés au lagunage.

2-2-2 Les paramètres influencés par le lagunage

Les alcalino-terreux

Les concentrations en calcium et magnésium accusent souvent une baisse sensible. L'alcalinité et la concentration en sulfate n'ont pas été mesurées. Mais à l'occasion d'une étude menée pour la sucrerie de Villenoy, nous avons constaté que la diminution de la teneur en calcium dans les eaux d'un bassin de lagunage accompagne la baisse des teneurs en carbonates et sulfates. Il semble donc que le lagunage conduise à une élimination de carbonates et sulfates de calcium et magnésium par précipitation.

De toutes manières, ces éléments ne représentent pas un danger pour l'environnement, que ce soit dans le cadre d'un déstockage en rivière, ou dans l'éventualité d'infiltrations importantes.

L'oxydabilité de l'eau

Il est maintenant connu depuis longtemps, que le lagunage conduit à abaisser l'oxydabilité de l'effluent stocké. Tous les résultats ici obtenus le confirment.

Néanmoins, les pourcentages d'évolution calculés à partir des résultats de nos deux échantillonnage sous-estiment l'épuration obtenue, dans la plupart des cas.

En effet, le premier échantillonnage ayant été effectué aux mois de Mars/Avril, nous ne disposons pas de la valeur initiale réelle de l'oxydabilité de l'eau stockée. En deux mois de stockage, dans certains bassins une auto-épuration avait déjà eu lieu.

Les matières en suspension

Tous les échantillons prélevés présentaient une certaine turbidité, mais ceci n'était pas lié à des matières "en suspension".

Les eaux après plusieurs mois de lagunage, ne présentent plus que des matières "indécantables".

En poids, ces matières indécantables ne représentent au plus que quelques milligrammes/litre. Dans les tableaux de résultats, nous avons porté la mention "traces". La sensibilité de la mesure des matières en suspension ne permet pas d'évaluer précisément les teneurs en matières indécantables.

Les formes de l'azote

L'azote est un des éléments préoccupants aussi bien lors du déstockage en rivière, que lors d'un rejet par infiltration. Son étude est donc du plus grand intérêt.

Sur les échantillons prélevés, ont été mesurés :

- L'azote total
- L'azote organique
- L'azote ammoniacal
- L'azote nitreux
- L'azote nitrique

La comparaison des résultats obtenus sur les deux séries d'analyses indique clairement que l'azote subit d'importantes transformations durant le lagunage des eaux stockées.

1 - La teneur globale en azote diminue.

Entre Mars/Avril et Juin, les teneurs en azote total dans presque tous les bassins diminuent et souvent dans d'importantes proportions (jusqu'à 90%).

Le lagunage provoque sans doute une perte d'azote sous forme gazeuse.

2 - La nitrification ne se fait pas ou ne se fait que très mal.

Initialement dans les effluents stockés, l'azote se trouve sous forme ammoniacale et organique.

En théorie, l'azote organique doit être minéralisé sous forme d'azote ammoniacal (ammonification). Ensuite, l'azote ammoniacal est nitrifié en passant par le stade intermédiaire des nitrites, pour arriver à la forme nitrique de l'azote (nitrates).

Il semble que dans les bassins de lagunage l'ammonification ait lieu. Dans plusieurs cas, nous avons constaté une augmentation de la teneur en ammonium. Le milieu est sans doute trop réducteur pour que la nitrification ait lieu. Lorsque nous avons constaté une apparition de nitrate, ce composé n'était présent qu'en faible concentration.

3 - D'importantes quantités d'azote sont perdues.

La baisse de la teneur en azote organique devrait conduire à des augmentations des concentrations en ammonium et nitrates.

Nous venons de voir que la forme nitrique de l'azote était le plus souvent absente, ou ne se trouvait qu'en très faibles doses.

En outre, dans la majorité des bassins de lagunage, les baisses de concentration en azote organique ne sont pas compensées par des augmentations des teneurs en ammonium ; au contraire celles-ci accusent, elles aussi, des diminutions souvent importantes.

Les pertes constatées par dosage de l'azote total doivent donc résulter de départs de l'azote sous formes gazeuses.

- Gaz ammoniac NH_3
- Ammoniaque entraînée avec la vapeur d'eau lors de l'évaporation
- Peut être, azote gazeux N_2 et azote organique

L'état actuel d'avancement de nos travaux ne nous permet pas d'aller au delà de ces hypothèses dans l'immédiat.

Les pertes d'azotes sont variables en proportion selon les bassins. Dans le cadre d'une même sucrerie, les phénomènes n'ont pas la même ampleur d'un bassin à l'autre.

D'autre part, la présente étude n'a pas été assez détaillée pour qu'il puisse être mis en évidence des relations entre les évolutions de l'azote et celles d'autres composés organiques.

Pour cerner précisément le problème, il y aura lieu de reprendre la recherche sur les transformations de l'azote non seulement au niveau de l'eau en lagunage mais aussi au niveau des terres accumulées dans les bassins, où d'importantes pertes d'azote ont là aussi été reconnues.

Le fer et le manganèse

En plus des éléments majeurs, ont été recherché deux oligo-éléments présents dans tout sol de culture ; le fer et le manganèse.

Il semble que le lavage de la betterave provoque la solubilisation du partie du fer et du manganèse de la terre apportée avec la betterave. Le recyclage des eaux de lavage conduit à l'obtention de concentrations élevées en ces deux éléments, dans les eaux boueuses.

Cette observation avait été faite lors de l'étude des effluents d'une dizaine de sucreries pendant la campagne sucrière 1974.

Dans le cadre du dosage de ces deux éléments il se pose le problème de discerner la phase soluble et la phase en suspension indécantable; pour le fer surtout.

Entre la première série d'échantillons prélevée en Mars/Avril, et la deuxième, prélevée en Mai/Juin, il apparait de très importantes pertes en proportion, pour le fer comme pour le manganèse.

Il est probable qu'aussi bien la phase soluble que la phase collodale indécantable perde du fer et du manganèse.

Nos résultats dans ce domaine ne sont hélas qu'imparfaitement représentatifs, du fait que les méthodologies suivies lors des deux séries d'analyses n'ont pas été rigoureusement identiques.

Pour cette raison, dans tous les tableaux de résultats, nous avons donné les teneurs en fer et manganèse, ainsi que les taux d'évolution, entre parenthèses.

A l'heure actuelle, les résultats obtenus indiquent que pour ces deux éléments, des concentrations souvent surprenantes sont mesurables dans les effluents et dans les eaux stockées.

En conclusion, l'étude de ces oligo-éléments devra ultérieurement être reprise en ayant soin de mieux discerner la phase soluble et la phase indécantable et leurs évolutions respectives.

D'autre part, il est probable que d'autres éléments traces, présents dans les sols, sont ainsi solubilisés et concentrés. Une recherche approfondie sur les éléments généralement toxiques ou indésirables serait du plus grand intérêt.

LES ANNEXES

Nous avons rassemblé en annexes :

- 1 - Les raisons qui nous ont amené à ne visiter que 38 sucreries parmi les 46 établissements situés sur Seine-Normandie.
- 2 - Un bilan des diverses techniques utilisées par les sucreries du Bassin Seine-Normandie pour épurer leurs effluents en 1975.

ANNEXE 1 : LE CHAMP D'ETUDE

L'étude a été menée sur les sucreries du bassin Seine-Normandie. Lors de la campagne sucrière 1974, 46 sucreries ont fonctionné.

Toutes ces sucreries n'ont pas été visitées. Dès l'abord, nous en avons éliminé 8.

- 5 établissements procédant à l'épandage des eaux boueuses

ARCIS/AUBE (10)

CAGNY (14)

EMME/PAGNY (14)

CHAILONS/MARNE (51)

US (95)

- 3 établissements ne procédant qu'à la décantation de la terre et rejetant les eaux décantées dans le réseau hydrographique de surface.

COLLEVILLE (76)

BOLEBEC (76)

St OURN I'AUMONE (95)

Parmi les 38 établissements visités, tous n'ont pas pu entrer dans le cadre de l'étude, l'évaluation de la perméabilité des bassins n'ayant pu y être faite. Dans 9 sucreries, aucune mesure significative n'a été possible.

- 6 établissements ayant déjà déstocké leurs eaux décantées avant notre première visite.

VIC/AISNE (02) sans épuration

St GERMAINMONT (08) sans épuration

SILLERY (51) après passage en station dépuratoire mais, avec rejet en puits perdu dans la craie

COULOMNIERS (77) sans épuration

GOUSSAINVILLE (95) sans épuration

VILLERON (95) sans épuration

- 2 établissements où le déstockage avait déjà commencé lors de la première visite, et a été poursuivi durant la période d'étude.

BUCY-LE-LONG (02) déstockage dans l'Aisne

VAUCIENNES (60) rejet en puits perdus.

./...

Enfin la sucrerie de Dreux durant la période d'étude, a transféré des eaux de bassins en bassins, perturbant artificiellement les niveaux.

L'étude a donc pu être menée sur 29 sucreries parmi les 46 établissements de Seine-Normandie. Ceci ne signifie pas que dans tous les bassins de laguage de ces 29 sucreries les niveaux n'aient pas été artificiellement perturbés par des déstockages ou des transferts de bassins en bassins.

Néanmoins, dans ces établissements, des mesures significatives des infiltrations ont pu être faites dans au moins un des bassins de laguage.

- soit entre Janvier et Mars
- soit entre Janvier et Juin
- soit entre Mars et Juin

Le niveau des eaux n'a été perturbé dans aucun bassin entre Janvier et Juin (par des déstockages ou transferts) que dans 15 sucreries.

AULNOIS SOUS LAON (02)

CHATELAIN (02)

MAIZY (02)

SAULNIER ST PIERRE (02)

ATTIGNY (02)

PERCHY-SUR-LOGNON (45)

LAZARVILLE (45)

LAZARVILLE (51)

CHEVILLERES (60)

MAVIGNY (60)

LAZARVILLE (60)

FORNAY LE DUC (75)

PRAY SUR SEIGNE (77)

MONTREUIL (77)

BRETON SUR ARMANCON (99)

Dans les 14 autres sucreries, dans un ou plusieurs bassins, le niveau de l'eau stockée a été perturbé soit par un déstockage, soit par un transfert d'eau entre Janvier et Juin.

Déstockages dans 3 sucreries

MONTREUIL (02)

MAIZY (02)

CHATELAIN (02)

Transferts d'eau de bassins en bassins dans 11 sucreries

MARIE SUR SEINE (02)

ORIGNY Ste BENOITE (02)

MAZILLY (27)

TOURY (23)

CORBEILLES EN GATINAIS (45)

St JUST EN CHAUSSEE (60)

BALEUIL/AISNE (60)

LIEUSAIN (77)

NANGIS (77)

SOUPES/LOIRE (77)

VILLENOY (77)

CONCLUSION

Toutes ces données montrent la difficulté qu'il y aura l'année prochaine, pour mesurer le volume d'eau infiltré entre Janvier et Juillet, période théorique du lagunage avant déstockage.

ANNEXE 2 - EPURATION DES EFFLUENTS DES SUCRERIES DU BASSIN SEINE-NORMANDIE
PREVISION POUR 1975

L'industrie sucrière en général évacue ses eaux de refroidissement dans le réseau hydrographique de surface. Les "eaux industrielles", eaux claires et eaux boueuses, auxquelles s'ajoutent les "eaux domestiques" ne doivent pas aller dans les rivières durant la campagne sucrière. Deux procédés de rejet, pouvant en être considérés comme des procédés d'épuration, sont actuellement retenus :

- l'emploi de bassins de stockage pour garder les eaux en lagunage jusqu'à l'été.
- l'épandage agricole durant la campagne sucrière.

Pour la campagne sucrière 1975, nous pouvons faire le bilan suivant :

- 6 sucreries ne procéderont qu'à la décantation de la terre, et rejeteront les eaux décantées sans lagunage.

MONTCORNET	(02)	Pas de lagunage prévu pour l'instant
VIC/AISNE	(02)	(à la demande de la navigation de l'Aisne
COLLEVILLE	(76)	Pas de lagunage prévu pour l'instant
BOIBEC	(76)	Pas de lagunage prévu pour l'instant
COUJOMMIERS	(77)	Pas de lagunage prévu pour l'instant
VILLERON	(95)	Bassins de lagunage prévus pour 1976

- 5 sucreries feront l'épandage de la totalité de leurs eaux usées durant la campagne sucrière.

CAGNY	(14)
ETREPAGNY	(27)
CHALONS/MARNE	(51)
BERNEUIL/AISNE	(60)
US	(95)

- 3 sucreries feront l'emploi mixte de l'épandage et du stockage lagunage

ARCIS/AUBE	(10)
BAZANCOURT	(51)
VILLENOY	(77)

- 1 sucreries fera l'emploi mixte de l'épandage et de l'épuration en station d'oxygénation

SILLERY (51) (mais, rejet par infiltration des eaux épurées en station d'oxygénation)

- Les 28 autres sucreries ne feront que le lagunage des eaux décantées.

AULONIS SOUS LAON	(02)	(nouveaux bassins)
BUCY-LE-LONG	(02)	
GUIGNICOURT	(02)	(nouveaux bassins)
MAIZY	(02)	
MARLE SUR SERRE	(02)	
ORIGNY Ste BENOITE	(02)	
VIERZY	(02)	
ATTIGNY	(08)	
St GERMAINMONT	(08)	(nouveaux bassins)
NASSANDRES	(27)	
TOURY	(28)	
CORBEILLES EN GATINAIS	(45)	
PITHIVIERS	(45)	
FISMES	(51)	
BRESLES	(60)	
CHEVRIERES	(60)	
St-JUST-en-CHAUSSEE	(60)	
WAVIGNIES	(60)	
IANFUVILLEROY	(60)	
VAUCIENNES	(60)	(nouveaux bassins)
FONTAINE LE DUN	(76)	(bassin étanche en butyl)
BRAY SUR SEINE	(77)	
LIEUSAIN	(77)	
MONTEREAU	(77)	
NANGIS	(77)	
SOUPPE/LOING	(77)	
BRIENON SUR ARMANCON	(77)	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
GOUSSAINVILLE	(95)	(nouveaux bassins)

Enfin, en ce qui concerne l'évacuation des eaux stockées :

- 8 sucreries auront perdu toutes leurs eaux par infiltration, à travers les bassins de lagunage.

NASSANDRES	(27)
FISMES	(51)
CHEVRIERES	(60)
LANEUVILLEROY	(60)
MONTEREAU	(77)
SOUPPES/LOING	(77)
VILLENAY	(77)
BRIENON SUR ARMANCON	(89)

- 4 sucreries rejeteront par infiltration les eaux lagunées non infiltrées.

AULNOIS SOUS LAON	(champ d'infiltration ; arrosage d'été envisagé)
St-JUST-EN-CHAUSSEE	(champ d'infiltration)
VAUCIENNES	(puits perdus ; arrosage d'été envisagé)
WAVIGNIES	(champ d'infiltration)

- 3 sucreries procéderont à l'arrosage sur culture en été.

CORBEILLES EN GATINAIS	(une partie des eaux sera conservée)
TOURY	(suppression du rejet en puits perdus)
LIEUSAIN	(une partie des eaux sera conservée)

- 12 sucreries rejeteront en rivière les eaux non infiltrées à travers les bassins de lagunage.

RUCY LE LONG	(Aisne)
GUIGNICOURT	(Aisne)
MAIZY	(Aisne)
MARLE	(Serre)
ORIGNY Ste BENOITE	(Oise)
VIERZY	(Aisne)
ARCIS/AUBE	(Aube)
St GERMAINMONT	(Aisne)
BRESLES	(Le Therain)
BRAY SUR SEINE	(Seine)
NANGIS	(rejet en zones de marais)
GOUSSAINVILLE	(rejet en égout)

- 4 sucreries envisagent de garder leurs eaux non infiltrées pour la campagne sucrière suivante :

ATTIGNY

PITHIVIERS

BAZANCOURT

FONTAINE-LE-DUN

CONCLUSIONS - Etat d'application du Contrat de Branche en 1975.

Toutes ces données montrent que le Contrat de Branche, en ce qui concerne l'épuration des effluents, n'est pas respecté dans toutes les sucreries du Bassin Seine-Normandie.

- Rejets en rivière des eaux décantées sans lagunage (6 cas).
- Rejets des eaux lagunées (ou épurées en station) en puits perdus ou champs d'infiltrations (5 cas).
- Bassins de lagunage perméables laissant s'infiltrer la totalité des eaux stockées (8 cas).

Ces trois problèmes se rencontrent dans un grand nombre de sucreries (19 sucreries sur Seine-Normandie).

Dans les autres établissements n'utilisant pas de champs d'épandage, l'étanchéité des bassins de lagunage est souvent imparfaite.