L’épuration des eaux domestiques et industrielles dans le canton du Jura

Autor(en): **Lièvre, Ami**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **91 (1988)**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-549981

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

L'épuration des eaux usées domestiques et industrielles dans le canton du Jura

par Ami Lièvre

1. PRÉAMBULE

Il est utile de préciser dans quel contexte se situe l'épuration des eaux usées dans le Jura. Nous considérons l'eau comme l'un des biens les plus précieux. C'est la raison pour laquelle, dès l'époque de l'Assemblée constituante, nous avons œuvré, avec d'autres bien sûr, pour promouvoir, dans ce canton, une politique axée sur une gestion globale de l'eau. A la différence des autres cantons, dont les services administratifs ont été créés au fur et à mesure des tâches nouvelles que leur confiait le législateur, le Jura a pu se doter d'une administration moderne. Dans le domaine de la protection de l'environnement, notre but était d'éviter les cloisonnements et la dilution des responsabilités inhérentes à une dispersion de tâches dans plusieurs départements ou unités administratives. C'est ainsi que toutes les questions relatives à la gestion de l'eau sont regroupées dans un seul service, qui comprend l'épuration des eaux usées et industrielles, l'aménagement des eaux, l'alimentation en eau, le contrôle de la qualité des eaux de boisson, la protection des eaux souterraines, la lutte contre la pollution de l'air et des sols, la gestion des déchets et des substances dangereuses pour l'environnement, la pêche et la protection de la nature.

Si une structure administrative cohérente est indispensable pour promouvoir une gestion des eaux efficace, il est également important, quand il s'agit de prendre des décisions ou des options, de tenir compte de l'environnement dans lequel nous évoluons quotidiennement, c'est-à-dire de la situation du canton du point de vue hydrogéologique, économique et sociologique (Lièvre, 1982).

2. SITUATION EN 1979 ET 1988

A l'entrée en souveraineté du canton, le Jura avait un important retard en matière d'équipement, que ce soit pour l'alimentation en eau de boisson ou l'épuration des eaux usées. En effet, en 1979, environ 10 % de la population seulement étaient raccordés à une station d'épuration. Les raisons de ce retard étaient certainement d'ordre politique. Dès 1980, le Chef du Département de l'Environnement et de l'Equipement a tenu à combler le retard pris dans ce domaine, ce qui a permis simultanément à l'Etat de contribuer à soutenir un des importants secteurs économiques du canton, en période de crise et de chômage. La construction de plusieurs stations d'épuration a donc pu débuter rapidement et les efforts financiers ont été répartis dans les trois districts.

Actuellement, les deux grandes stations d'épuration régionales de Delémont et de Porrentruy sont en service depuis une année, celles du Noirmont et des Breuleux également. Bien que beaucoup de communes rurales à faible densité de population n'épurent pas encore leurs eaux, 80 % de la population est raccordée. Plusieurs projets sont à l'étude et les syndicats de la Vendline et de la Cœuvatte sont en formation (voir cartes Nos 1 et 2).

3. TECHNIQUES D'ÉPURATION UTILISÉES

a) Introduction

Les systèmes d'épuration sont très divers et leurs techniques bien connues (voir figure 1). En principe, il s'agit d'enlever du milieu aqueux les matières organiques ou inorganiques en suspension par décantation ou par filtration, et de mobiliser les substances dissoutes par des microorganismes, afin de les transformer en biomasse décantable et d'en oxyder une partie à l'aide de bactéries spécifiques (Edeline, 1979). Ces différentes opérations ont lieu dans des conditions aérobies et les microorganismes sont libres (boues activées par exemple) ou fixés sur un support inerte (lit bactérien). Une phase d'épuration chimique peut être ajoutée, la précipitation de certaines substances (ex. le phosphore) étant provoquée par l'adjonction de composés comme le chlorure ferrique. Les boues formées par ces différents processus sont en général stabilisées en milieu anaérobie (digesteur).

La réalité est toutefois faite de cas particuliers, engendrés par les contraintes techniques ou financières rencontrées, mais également par

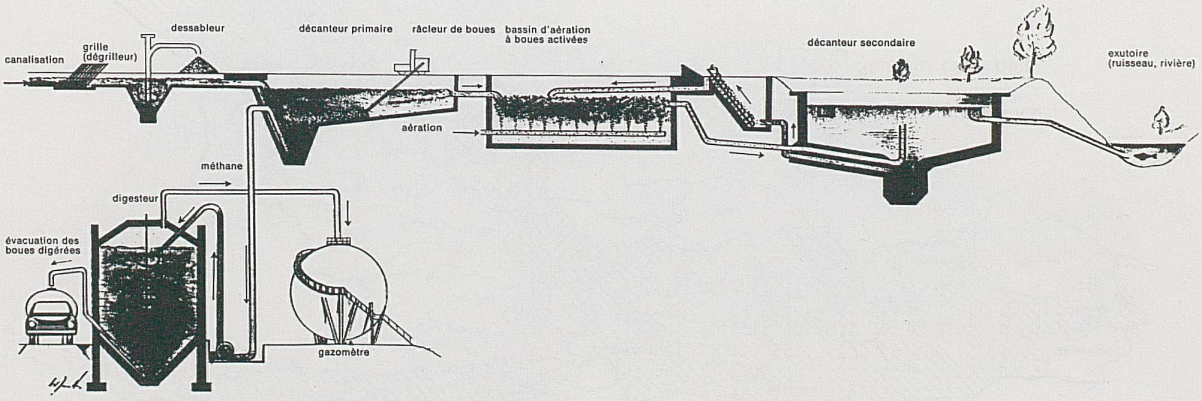
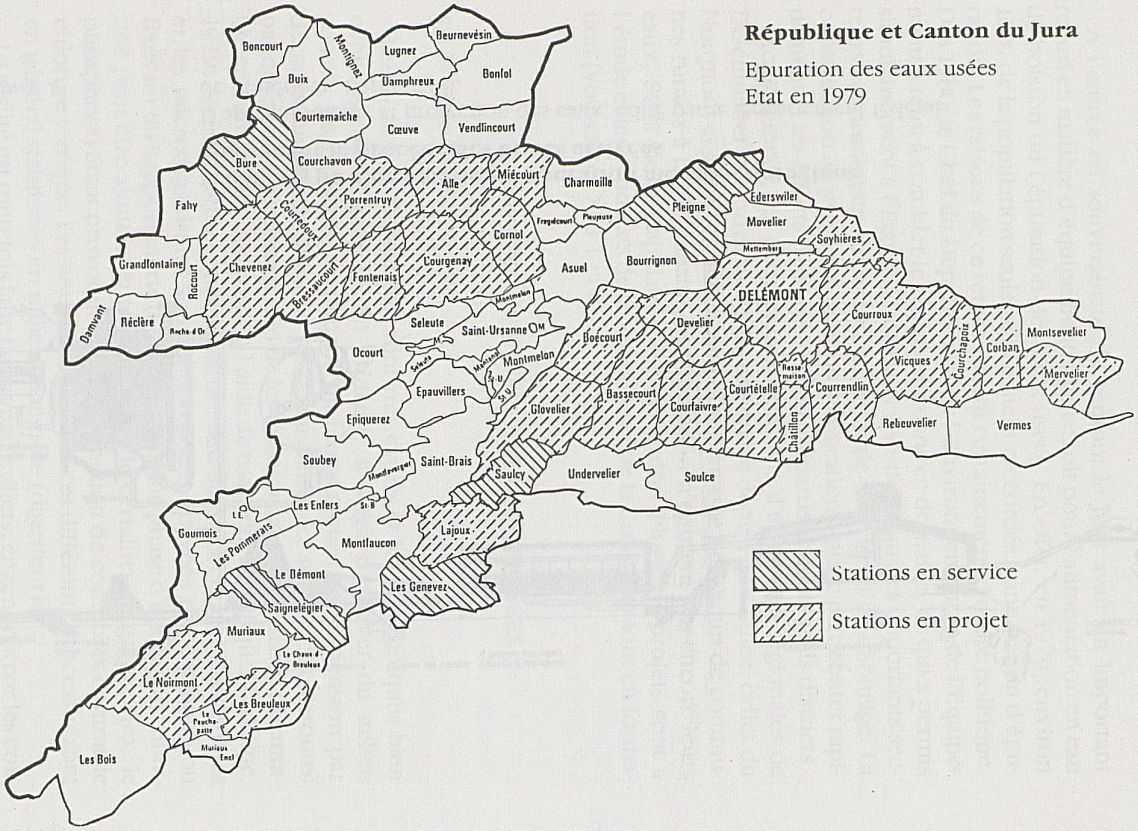


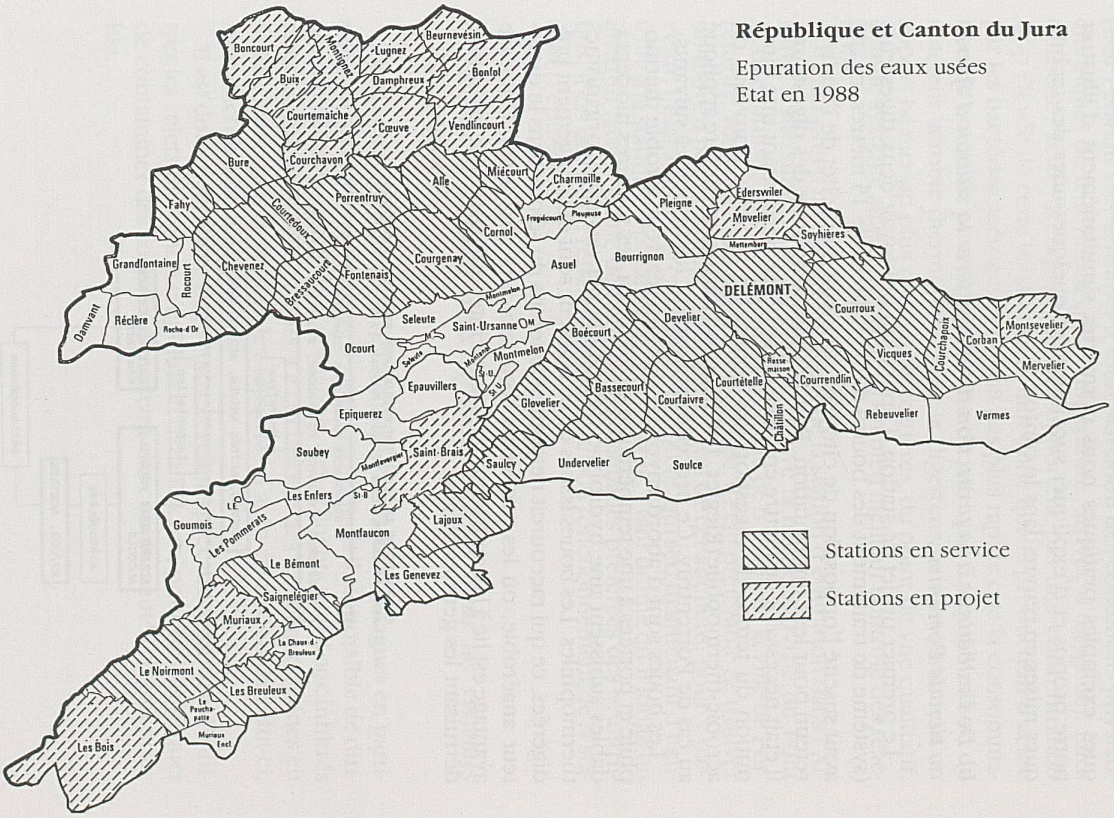
Schéma type d'une station d'épuration mécano-biologique appliquant le procédé des boues activées

D'après: Biologie et protection des eaux, édité par le Département fédéral de l'Intérieur, Berne 1970.

Figure 1


République et Canton du Jura
Epuration des eaux usées
Etat en 1979
Stations en service
Stations en projet
Boncourt
Montignez
Lugnez
Beurnevésin
Buix
Damphreux
Bonfol
Courtemaiche
Cœuve
Vendlincourt
Bure
Courchavon
Alle
Miécourt
Charmoille
Fahy
Courtedoux
Porrentruy
Pleigne
Ederswiler
Movelier
Soyhières
Cornol
Grandfontaine
Chevenez
Courgenay
Asuel
Bourrignon
Rocourt
Fontenais
Bressaucourt
DELÉMONT
Damvant
Réclère
Seleute
Saint-Ursanne
Develier
Courroux
Montsevelier
Ocourt
Boécourt
Montmelon
Vicques
Courchapoix
Corban
Mervelier
Epauvillers
Bassecourt
Courtételle
Courrendlin
Glovelier
Courfaivre
Epiquerez
Rebeuvelier
Vermes
Soubey
Saint-Brais
Saulcy
Undervelier
Soulce
Les Enfers
Goumois
Les Pommerats
Montfaucon
Lajoux
Le Démont
Les Genevez
Saignelégier
Muriaux
Le Noirmont
Les Breuleux
Les Bois

Carte no 1


République et Canton du Jura
Epuration des eaux usées
Etat en 1988
Stations en service
Stations en projet
Boncourt
Montignez
Lugnez
Beurnevésin
Buix
Damphreux
Bonfol
Courtemaîche
Cœuve
Vendlincourt
Bure
Courchavon
Alle
Miécourt
Charmoille
Fahy
Courtedoux
Porrentruy
Cornol
Pleigne
Ederswiler
Movelier
Soyhières
Grandfontaine
Rocourt
Chevenez
Bressaucourt
Fontenais
Courgenay
Asuel
Bourrignon
DELÉMONT
Damvant
Réclère
Seleute
Saint-Ursanne
Montmelon
Boécourt
Develier
Courroux
Vicques
Courchapoix
Corban
Montsevelier
Mervelier
Ocourt
Epauvillers
Bassecourt
Courfaivre
Courtételle
Courrendlin
Rebeuvelier
Vermes
Epiquerez
Glovelier
Châtillon
Soubey
Saint-Brais
Saulcy
Undervelier
Soulce
Les Enfers
Goumois
Les Pommerats
Montfaucon
Lajoux
Le Bémont
Les Genevez
Saignelégier
Muriaux
Le Noirmont
Les Breuleux
Les Bois

Carte no 2

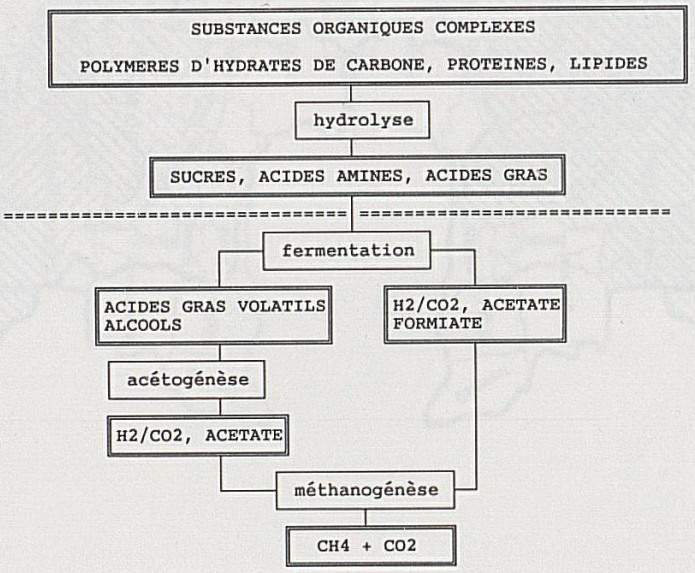
notre volonté déjà exprimée de traiter les questions relatives à l'épuration dans un contexte de gestion globale de l'eau. L'évocation de quelques exemples pratiques nous permettra simultanément d'illustrer notre propos et d'expliquer succintement quelques-unes des techniques mises en œuvre dans le canton.

b) De l'esthétique à la protection d'un aquifère: la station d'épuration de Porrentruy

Le premier projet de station d'épuration prévoyait deux digesteurs (système de traitement des boues) d'une hauteur de 15 mètres, ce qui avait suscité l'opposition de citoyens soucieux du cachet de l'endroit retenu pour leur implantation. Pour réduire le volume des digesteurs, il était nécessaire de mettre en place un système permettant une diminution du temps de digestion des boues. Un procédé nouveau, dit aérobie-thermophile (Riegler, 1982), nous a paru pouvoir être appliqué au cas de Porrentruy. Ce procédé est basé sur les principes suivants:

Les boues sont d'abord envoyées dans un réacteur aérobie thermophile et portées à une température de 70°C. Là, les matières biodégradables subissent une hydrolyse très rapide par des microorganismes thermophiles. Les boues issues de ce réacteur sont déjà largement prédigérées, ce qui raccourcit nettement le temps du séjour dans le digesteur anaérobie, où les processus sont toujours plus lents. Un autre avantage est lié à la haute température atteinte, qui pasteurise les boues, détruisant les germes fécaux.

PRINCIPES DE LA DIGESTION METHANOGENE PRECEDEE D'UNE PHASE AEROBIE THERMOPHILE (d'après Aragno, 1986)



On a constaté que les bactéries méthanogènes (voir schéma page préc.) étaient très sensibles à toute variation des conditions physico-chimiques de leur milieu (pH, température, arrivée d'oxygène). Elles utilisent l'acide acétique mais ne supportent pas une concentration trop élevée de cette substance. Il faut donc que la production d'acide par les bactéries acétogènes ne soit pas plus rapide que la consommation de cet acide pour la production de méthane. La combinaison du réacteur aérobie-thermophile avec le digesteur permet justement un apport beaucoup plus régulier de matières, du point de vue qualitatif, dans le système anaérobie, et donc un bien meilleur contrôle des réactions.

Il était prévu d'évacuer l'effluent de la station d'épuration dans l'Allaine, à proximité. Or, à l'aval, se trouve la nappe alluviale du Pont d'Able, utilisée pour l'alimentation en eau de boisson de la ville de Porrentruy. Bien que l'eau rejetée soit épurée, il était préférable de trouver un moyen pour restituer l'effluent en aval de cet aquifère; pour y parvenir, l'Etat a acheté le canal du Pont d'Able, qui sert maintenant d'exutoire à la station d'épuration de Porrentruy. Etant donné qu'il longe un chemin faisant partie de l'une des promenades préférées des bruntrutins, il est devenu le reflet permanent du bon fonctionnement de la station d'épuration!

c) *Vellerat et Lajoux, deux effluents infiltrés dans les systèmes karstiques*

Dans certaines régions du canton, les Franches-Montagnes en particulier, il n'existe pas de cours d'eau dans lesquels il est possible de diriger les effluents de station d'épuration. Ces effluents sont donc infiltrés dans les calcaires sous-jacents. La circulation des eaux souterraines en milieu karstique, et surtout les capacités d'auto-épuration de celui-ci, sont encore très mal connues.

Il est donc nécessaire de prendre certaines précautions avant d'infiltrer les rejets de station d'épuration dans le karst, pour ne pas risquer de contaminer des sources alimentant des communautés en eau potable.

Vellerat

La commune de Vellerat possède une vieille station d'épuration, construite dans les années cinquante déjà. Elle représente un exemple de réalisation peu concluante, car il n'a manifestement pas été tenu compte à l'époque des difficultés inhérentes à l'implantation d'une station dans un site d'accès très difficile, dans une commune de moins de cent habitants, dont les eaux usées, même épurées, étaient rejetées dans un karst aux circulations souterraines mal connues.

Bien que le système d'épuration soit très classique, puisqu'il s'agit d'un lit bactérien, il n'est pas en mesure d'absorber les importants volumes d'eau qui transitent dans cette station, du fait que le village est doté de collecteurs unitaires. Il en résulte un entraînement des boues vers l'exutoire (un ruisseau non permanent) lors de chaque forte pluie. Malheureusement, celui-ci ne se déverse pas dans la Birse, comme les responsables de l'époque le supposaient, mais dans la source des Esserteux, utilisée pour l'alimentation en eau de boisson du village de Courrendlin. Une prise en compte plus cohérente de l'ensemble des questions relatives à la gestion de l'eau de ces deux communes aurait permis d'éviter ces situations fâcheuses. Avec le concours de l'administration bernoise concernée, nous avons récemment résolu ce problème en reliant directement l'effluent de la station d'épuration de Vellerat au système de canalisation de la station d'épuration régionale de Delémont.

Lajoux

A Lajoux, l'effluent devait également être rejeté dans le réseau karstique. Dans cette commune, grâce à des conditions locales favorables, une station d'épuration par lagunage a été choisie (Bouvier et al., 1983). Ce système nécessite un espace assez important sur des terrains imperméables, conditions réalisées dans un vallon situé en contrebas du village. La station consiste en un décanteur lamellaire, unique ouvrage construit en dur de la station, qui permet d'extraire les éléments en suspension dans l'eau usée, suivi de trois bassins de lagunage (voir figure 2). Dans les deux premiers a lieu le lagunage proprement dit: des populations de microorganismes épurent l'eau pendant son transit dans les bassins, éliminant ou transformant une forte partie de la charge organique. Le troisième bassin a un fonctionnement mixte: percolation horizontale dans sa partie supérieure où le système racinaire de

Plan général de la STEP rurale de Lajoux

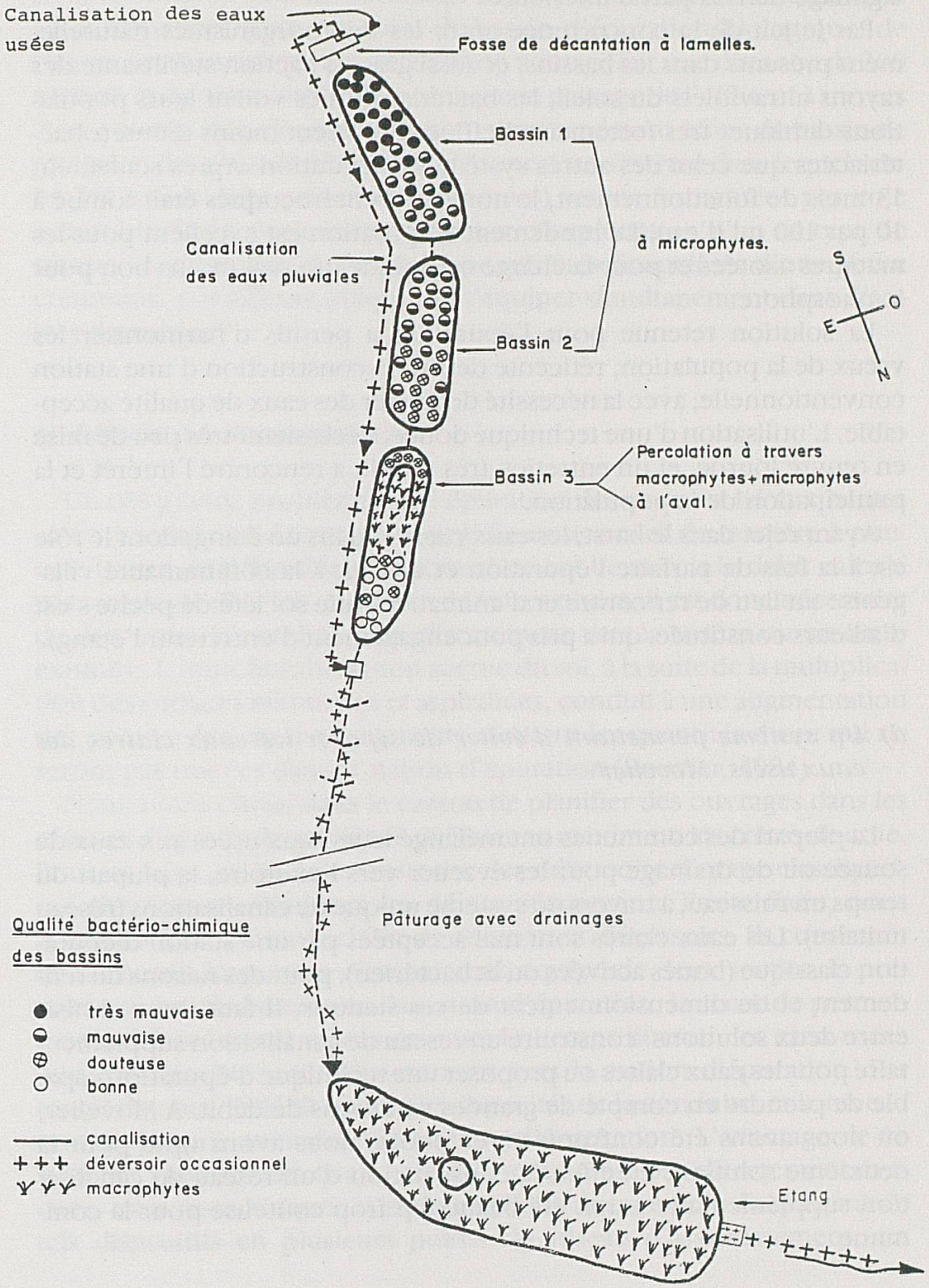


Figure 2

végétaux aquatiques (massettes, roseaux, etc.) contribue à filtrer l'eau; lagunage dans la partie inférieure.

Par le jeu de la concurrence entre les microorganismes naturellement présents dans les bassins, et aussi grâce à l'action stérilisante des rayons ultraviolets du soleil, les bactéries fécales voient leurs populations diminuer très fortement: l'effluent contient moins d'entérobactériacées que celui des autres systèmes d'épuration. Après seulement 13 mois de fonctionnement, le nombre d'entérocoques était tombé à 10 par 100 ml d'eau. Le rendement d'épuration est excellent pour les matières azotées et pour la charge organique, un peu moins bon pour le phosphore.

La solution retenue pour l'épuration a permis d'harmoniser les vœux de la population, réticente devant la construction d'une station conventionnelle, avec la nécessité de rejeter des eaux de qualité acceptable. L'utilisation d'une technique douce, nécessitant très peu de mise en œuvre lourde, et un entretien très réduit, a rencontré l'intérêt et la participation de la population.

Avant rejet dans le karst, les eaux passent dans un étang, dont le rôle est à la fois de parfaire l'épuration et d'offrir à la communauté villageoise un lieu de rencontre et d'animation (une société de pêche s'est d'ailleurs constituée, qui a pris pour engagement d'entretenir l'étang).

d) Un système permettant d'éviter de séparer les eaux claires des eaux usées: Movelier

La plupart des communes ont mélangé leurs eaux usées aux eaux de source ou de drainage pour les évacuer vers l'exutoire, la plupart du temps un ruisseau, à travers un système unique de canalisations (réseau unitaire). Les eaux claires sont mal acceptées par une station d'épuration classique (boues activées ou lit bactérien), pour des raisons de rendement et de dimensionnement de ces stations. Il faut donc choisir entre deux solutions: construire un réseau de canalisation supplémentaire pour les eaux claires ou proposer une technique d'épuration capable de prendre en compte de grandes variations de débit. A Movelier, où nous avons été confrontés à ce choix, nous avons opté pour la deuxième solution; en effet, la construction d'un réseau de canalisation supplémentaire aurait été beaucoup trop coûteuse pour la commune.

Le système que nous avons proposé consiste à faire transiter l'ensemble des eaux dans un décanteur-digesteur surdimensionné (de type fosse Emscher), puis, en guise de bassin d'épuration biologique, de recréer un ruisseau qui avait été mis en voûtage sur une distance de 200 mètres, et de compléter l'épuration par le passage de l'effluent à travers 2 ou 3 étangs de polissage qui feront simultanément office de bassin de rétention des eaux de pluie. Il s'agit donc d'un système dans lequel seules les boues dites primaires (décantées) seront fermentées par voie anaérobie. Les frais de construction et d'exploitation d'un tel type de station sont compatibles avec les possibilités financières d'une petite commune, par ailleurs obligée de s'équiper simultanément dans d'autres domaines.

e) Régulation des hautes eaux

Un des grands problèmes de l'épuration des eaux est lié aux hautes eaux: les stations d'épuration sont dimensionnées de manière à pouvoir traiter un débit donné, habituellement deux fois le débit calculé par temps sec (2 QTS). A la suite de fortes pluies, il est donc nécessaire de détourner le surplus d'eau directement vers la rivière ou un autre exutoire. L'imperméabilisation accrue du sol, à la suite de la multiplication des surfaces bétonnées et asphaltées, conduit à une augmentation des pointes des crues et augmente d'autant les quantités d'eau qui ne seront pas traitées dans la station d'épuration (Bouvier, 1984).

Nous avons choisi dans le canton de planifier des ouvrages dans les réseaux d'égouts de manière à atténuer au maximum les crêtes de crue. Pour ce faire, au lieu de construire des déversoirs d'orage classiques, qui simplement éliminent les débits dépassant la limite fixée, nous avons préféré retenir le choix de décanteurs-déversoirs. Ils consistent en un bassin largement dimensionné, équipé de deux sorties, la première en bas de bassin vers la station d'épuration, la seconde permettant le débordement en cas de crue. En temps normal, les eaux usées transitent par le bassin directement vers la station d'épuration. Par temps de crue, le débit excède les capacités de la conduite, et le niveau monte, jusqu'à atteindre la conduite d'évacuation. L'avantage de ce système vient du fait que la crête de crue n'est pas directement évacuée, mais reste bloquée dans le bassin de décantation. En plaçant de tels dispositifs en plusieurs points du réseau d'assainissement, on

arrive à diminuer sensiblement la quantité d'eau évacuée sans traitement tout en contribuant à un meilleur fonctionnement des réseaux hydrographiques.

4. GESTION DES BOUES D'ÉPURATION

L'épuration des eaux consiste à enlever de l'eau les substances dissoutes et en suspension qui la souillent. Il s'agit en fait d'un processus de séparation, produisant d'un côté de l'eau propre, que l'on peut rejeter directement au réseau hydrographique, et de l'autre des boues, concentré des polluants de l'eau. Ces boues sont encore relativement liquides, et sont essentiellement constituées de substances organiques. Elles contiennent également des quantités d'azote et de phosphore importantes.

La solution la plus simple, mais aussi la moins bonne, consiste à considérer les boues comme un déchet à placer en décharge ou à incinérer. C'est ne pas tenir compte du très important potentiel utilisable des boues. En effet, elles constituent un produit fertilisant de grande valeur agronomique. Leur valorisation se heurte pourtant à la réticence des utilisateurs potentiels, les agriculteurs, et du public. Ce manque d'enthousiasme a plusieurs causes: d'une part, il est difficile d'admettre l'utilisation de déchets humains pour produire de la nourriture; d'autre part peuvent se poser des problèmes d'hygiène et de pollution. En effet, les boues fraîches, telles qu'elles sont soutirées dans une station d'épuration, contiennent de forts taux de bactéries fécales et peuvent être source de diffusion de germes pathogènes, telles les salmonelles, responsables des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes. Des métaux lourds peuvent également être présents en trop forte concentration et s'accumuler dans les sols. Ces problèmes sont réels et doivent être pris très au sérieux.

Pour éviter les risques de contamination des eaux et des aliments ou du bétail, il est nécessaire d'hygiéniser les boues. Les procédés habituellement employés (pasteurisation par exemple) se révèlent très coûteux et inutilisables dans les petites stations rurales. Il fallait donc disposer d'un système à la fois sûr, peu coûteux et facile à mettre en œuvre. Nous avons donc testé et mis au point l'hygiénisation des boues liquides par l'adjonction de chaux éteinte (Fernex et al., 1987).

Celle-ci peut se faire directement dans la bossette de l'agriculteur qui vient chercher les boues, à raison d'un sac de 40 kg par chargement de 3 mètres-cubes. Le tout est convenablement mélangé, et l'augmentation du pH, qui monte jusqu'à 12, permet l'élimination de la quasi-totalité des germes fécaux à condition de laisser agir un moment. Les boues provenant des stations de Porrentruy et de Delémont sont déjà hygiénisées par leur passage dans le réacteur aérobie thermophile (voir chap. 3 b).

Le second problème que peut poser l'utilisation des boues dans l'agriculture est celui des métaux lourds. Ceux-ci proviennent essentiellement des industries dont les eaux usées sont raccordées au réseau d'égout. Les normes fixées par la Confédération sont très sévères: elles doivent permettre l'épandage des boues pendant au moins 50 ans sur le même terrain sans que la contamination des sols ne soit accrue dans des proportions significatives. Nous contrôlons donc de manière régulière la composition des boues, et nous intervenons rapidement si une augmentation des concentrations en métaux est constatée. Il s'agit alors de localiser l'entreprise responsable de la pollution et de lui faire rétablir une situation normale, par des réorganisations de sa production ou par une épuration complémentaire de l'effluent industriel.

ÉPURATION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

a) Introduction

On distingue en gros deux types de pollutions d'origine industrielle:

– la pollution provenant de l'utilisation de produits de synthèse, tels que les produits phytosanitaires, employés dans l'agriculture, les produits de traitement du bois, les substances chimiques tensioactives dites biodégradables contenues dans les produits de lessive, etc.

– la pollution provenant des déchets liquides, solides ou gazeux, issus de la fabrication de produits industriels.

Le Jura possède une industrie relativement peu diversifiée, comme l'indique le tableau ci-dessous:

Tableau 1: registre des entreprises par catégories (1988)

Branches industrielles	Nombre d'entreprises
Industrie horlogère	158
Traitement métallurgique de surface	26
Machines, électricité et électronique	86
Produits alimentaires et tabacs	3
Industries du bois et du ciment	6
Métallurgie et fonderie	2
Industrie textile	1
Industrie chimique et matières plastiques	9
Garages et carrosseries	130

En conséquence, la pollution industrielle est le fait d'un nombre de substances relativement restreint où dominent, du moins pour ce qui concerne les produits les plus difficiles à appréhender, ceux qui sont utilisés pour les traitements de surface et le lavage de pièces métalliques ainsi que les déchets de fabrication, à savoir:

– les cyanures, utilisés dans les bains de galvanoplastie ou pour des traitements thermiques;

– les métaux lourds, dont l'origine est à rechercher dans diverses eaux usées industrielles, à savoir les bains de galvanoplastie, les décapages de pièces par des acides, le polissage des métaux (laiton en particulier), l'ébavurage au tonneau (système Trowal), le ponçage, le décapage de meubles dans les entreprises de peinture, etc.;

– les polluants organochlorés volatils; il s'agit essentiellement du trichloréthylène et du perchloréthylène, utilisés très largement pour le dégraissage des métaux et les lavages chimiques.

b) Situation de l'épuration industrielle en 1979

L'éloignement de l'administration précédente, de même que le caractère relativement frondeur des Jurassiens expliquent que la pollution d'origine industrielle ait été difficilement maîtrisée par les fonctionnaires bernois chargés de ce dossier. Le problème était pourtant d'importance puisque certaines rivières, l'Allaine et la Sorne en particulier, étaient régulièrement empoisonnées par des déversements accidentels de cyanure et que des analyses de bryophytes (mousses aquatiques) avaient mis en évidence une nette contamination des cours d'eau par des métaux lourds.

Les premières inspections que nous avons effectuées nous ont permis de constater que de nombreuses entreprises possédaient des installations de détoxication inadaptées ou extrêmement rudimentaires. La plupart du temps, les responsables des installations n'en maîtrisaient pas vraiment le fonctionnement et n'en comprenaient pas la finalité. Quant aux déchets issus des processus d'épuration ou de production industrielle, ils étaient souvent jetés dans des décharges sauvages, mélangés aux ordures ménagères. Cette situation était aggravée du fait que les pouvoirs publics n'avaient rien entrepris pour offrir aux industriels une solution cohérente pour éliminer les déchets industriels dans la région, à des prix acceptables du point de vue économique.

c) Actions entreprises par les pouvoirs publics

En Suisse, les effluents industriels, biodégradables ou non, sont raccordés aux systèmes de canalisation des eaux usées urbaines et conduits dans les stations d'épuration régionales ou communales. Etant donné que ces stations sont essentiellement conçues pour traiter des eaux usées domestiques, une épuration préalable des eaux usées industrielles non biodégradables est une condition indispensable à leur bon fonctionnement. Nous avons donc mis l'accent sur les substances les plus dangereuses pour la santé des gens et les plus perturbantes, aussi bien pour les stations d'épuration que les cours d'eau. Au lieu de procéder à des inspections systématiques, nous avons préféré intervenir en fonction de l'importance et de l'urgence des problèmes rencontrés (pollution de cours d'eau, contamination de boues d'épuration et des sources d'eau potable, nuisance à des tiers, etc.).

L'élimination des cyanures

Il était impératif d'arrêter définitivement les empoisonnements de rivières par des cyanures, étant donné qu'ils ont provoqué depuis les années cinquante pour des centaines de milliers de francs de dégâts aux cours d'eau et aux piscicultures privées. En intervenant personnellement lors de pollutions, nous avons pu identifier et dénoncer en justice tous les responsables depuis 1979; les installations de détoxication des cyanures ont été contrôlées systématiquement et améliorées. Dans l'industrie, la détoxication des cyanures se fait habituellement par adjonction d'eau de Javel, selon les équations suivantes:

$$NaCN^{+} + HClO^{-} \rightleftarrows NaOH + CNCl$$

$$CNCl + H_2O \rightleftarrows HCl + HCNO$$

L'élimination des cyanures est d'autant plus complète que le milieu est alcalin.

L'élimination des métaux lourds

Leur élimination des eaux usées industrielles est indispensable car ils ne sont pas biodégradables: de ce fait ils se concentrent dans les boues des stations d'épuration, dans les sédiments des cours d'eau ou dans les eaux souterraines. Les principes du piégeage de ces substances sont bien connus, il s'agit généralement de les précipiter, soit sous forme métallique, soit sous forme d'hydroxydes insolubles, selon le schéma suivant:

$$Me^{2+} + 2\,OH^{-} \rightarrow Me(OH)_2$$

Les systèmes mis en place il y a plusieurs années sont quelquefois sous-dimensionnés et ne permettent pas toujours une sédimentation correcte des hydroxydes. De plus, les effluents sont souvent dilués par d'énormes quantités d'eaux propres utilisées pour des rinçages abusifs ou des refroidissements. Lors des contrôles, nous nous sommes aperçus que les poussières de métaux, de laiton principalement, provenant de la filtration par barbotage des systèmes d'aspiration dans les ateliers de polissage, étaient systématiquement évacuées dans la canalisation. Bien que ces poussières ne soient pas toxiques pour la faune benthique ou pour les poissons, nous avons entrepris d'en diminuer l'évacuation vers les eaux usées pour qu'elles ne se retrouvent pas dans les boues d'épuration.

L'élimination des solvants organochlorés

Dès 1981, nous avons mis en évidence une importante altération de la qualité chimique de nombreuses sources, aquifères et cours d'eau par deux solvants organochlorés: le trichloréthylène et le perchloréthylène. Cette situation est extrêmement préoccupante, car leur biodégradabilité en milieu aérobie (présence d'oxygène) n'a jamais pu être mise en évidence, à l'inverse de ce qui se passe en milieu anaérobie (MacCarty, 1984), où les eaux souterraines utilisées comme eau de boisson sont toujours oxygénées.

Ces solvants sont très largement utilisés pour les dégraissages des métaux et les lavages chimiques. Selon une enquêtre récente, la quantité de ces produits utilisée dans le canton du Jura peut être évaluée à plusieurs centaines de tonnes par an; pour le seul district de Porrentruy, qui est le plus sensible à cause de sa nature karstique très prononcée, la quantité est de 130 tonnes par an, sans compter les lavages chimiques. Les quantités reprises par les vendeurs de ces produits pour leur régénération après usage représentent une proportion relativement faible. Leur majeure partie se retrouve donc dans le milieu ambiant, soit dans les eaux, soit dans l'atmosphère, soit dans des déchets solides. L'utilisation d'installations de distillation dans les entreprises n'est pas absolument sûre pour l'environnement car une partie du solvant organochloré se retrouve quand même dans l'effluent; ces installations produisent en outre des résidus pâteux dont l'élimination reste problématique. En effet, la plupart du temps ces déchets étaient évacués avec les ordures ménagères. Cette situation nous amène à être très vigilants, d'autant plus que l'on découvre encore, dans des emposieux ou des décharges sauvages, des fûts ayant contenu des produits toxiques parmi lesquels des organochlorés. C'est pourquoi nous avons entrepris différents types d'interventions auprès des industriels, afin de réduire sérieusement les émissions de ces substances.

La gestion des déchets industriels

Le canton du Jura s'est préoccupé activement de la récupération et de l'élimination des toxiques de toutes sortes et des déchets industriels. En effet, nous considérons que ce problème est capital pour une gestion efficace des eaux industrielles; il ne suffit pas d'imposer des prescriptions, mais il faut aussi donner aux entreprises le moyen de s'y conformer facilement et à des conditions économiques acceptables. Le

canton a d'abord participé financièrement aux activités d'une entreprise privée qui effectuait ce travail; puis il a repris cette activité avec une entreprise cantonale, le «Centre de traitement des déchets spéciaux». Ce centre est équipé pour récupérer tous les types de déchets industriels et pour en traiter une grande partie.

Un projet de dépôt de déchets industriels récupérables (GMR) est en voie de réalisation dans le canton du Jura. Un site approprié a fait l'objet d'une étude géologique approfondie; il représente un volume de stockage de plusieurs milliers de mètres-cubes. Il est exclu de recevoir dans ce site n'importe quels résidus; les seuls déchets admis seront les boues d'hydroxydes de métaux lourds et autres déchets inertes contenant des métaux; leur exploitation et leur récupération ultérieures sont envisagées en cas de situation technique et économique favorable.

Une entreprise de Courrendlin (Rihs SA) a en outre pris l'initiative de s'équiper pour recevoir et traiter les résidus des sacs à boues et séparateurs d'essence des garages et a reçu l'appui financier du canton et de la Confédération.

Le Jura dispose ainsi d'une infrastructure relativement cohérente permettant une gestion correcte des déchets industriels (voir figure 3).

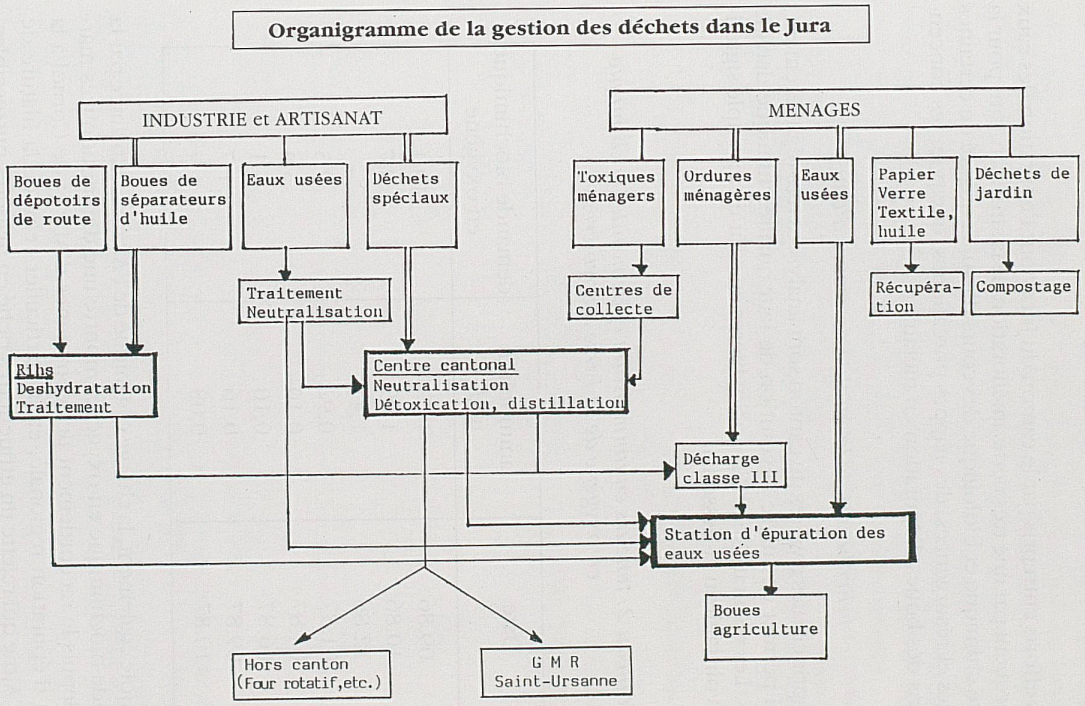


Figure 3

OEPN, laboratoire cantonal des eaux, juillet 1988

6. CONSÉQUENCES DES MESURES PRISES PAR LE CANTON

Les efforts entrepris par le canton du Jura pour l'épuration des eaux se marquent par une très nette amélioration de la situation, tant pour la qualité chimique et biologique des cours d'eau, la qualité de certaines sources et résurgences, des nappes phréatiques, que pour les concentrations des boues d'épuration en métaux.

Evolution de la qualité des cours d'eau

Les principales rivières du canton sont analysées très régulièrement, ce qui permet de suivre l'évolution de leur qualité chimique dans le temps. Les résultats de la Birse à Soyhières en sont un exemple significatif (voir tableau ci-dessous).

Tableau 2: teneurs en ammonium et demande biochimique en oxygène de la Birse à Soyhières

Date	ammonium mg/l	demande biochimique en oxygène
09.86	1,53	10,1
10.86	1,09	9,7
12.86	1,41	–
01.87	0,92	9,5
04.87	0,10	3,4
06.87	0,10	3,1
09.87	0,16	1,7
10.87	0,08	1,4

En Ajoie également, la charge organique de l'Allaine, exprimée par la demande biochimique en oxygène, montre une diminution très marquée depuis le raccordement des communes d'Alle et de Cornol à la station d'épuration régionale, et en particulier celui de la filature de laine d'Ajoie qui rejette un effluent très riche en matières putrescibles. Comme effet direct, on constate une augmentation de la saturation en oxygène, témoin de conditions beaucoup plus favorables à la faune

benthique. Depuis le raccordement des communes à la station d'épuration, les problèmes posés par les odeurs qui incommodaient les habitants riverains de l'Allaine ont disparu. La morphologie du fond de la rivière autrefois recouvert de tapis de bactéries filamenteuses (sphaerotilus), s'améliore également. Une faune plus riche d'invertébrés aquatiques s'est déjà développée et on observe la remontée des poissons dans des secteurs autrefois déserts. Il est fort possible que des espèces d'oiseaux comme le martin-pêcheur, inféodés aux cours d'eau poissonneux, puissent recoloniser des sites qu'ils avaient quittés.

La pollution par les métaux lourds, que l'on constate en analysant les végétaux aquatiques (bryophytes) qui les accumulent, montre également une diminution spectaculaire liée à l'épuration des effluents industriels (voir tableau ci-dessous).

Tableau 3: teneurs en Cuivre et en Zinc des bryophytes de l'Allaine, au pont d'Able

Date	Cuivre mg/kg	Zinc mg/kg
1983	1325	684
1984	194	377
1985	750	568
1986	10	119
1987	31	116
1988	16	130

Qualité des boues d'épuration

Les boues d'épuration sont d'excellents accumulateurs de métaux lourds et témoignent donc de la qualité de l'épuration industrielle. Elles sont analysées régulièrement, de manière à pouvoir détecter tout rejet non conforme aux normes et de rechercher le responsable de ce rejet.

Tableau 4: teneurs en métaux lourds des boues d'épuration

métaux g/t	SEDE* 1988	SEPE* 1988	Saulcy	Saigne-légier	Les Breuleux	valeurs limites**
Cadmium	4	4	4,2	8	4	20
Cobalt	26	30	—	14	16	100
Nickel	60	70	53	66	78	200
Chrome	53	245	32	120	72	1000
Cuivre	417	600	109	1160	230	1000
Plomb	191	210	190	320	264	1000
Zinc	831	1050	1400	2140	1720	3000

* SEDE: Station d'épuration de Delémont et environs.
SEPE: Station d'épuration de Porrentruy et environs.
** selon l'Ordonnance fédérale sur les boues d'épuration du 8 avril 1981.

Le tableau ci-dessus indique les teneurs en métaux des boues de la plupart des stations d'épuration du canton, ainsi que les valeurs limites fixées par la Confédération. Celles-ci sont toujours largement respectées, ce qui garantit leur innocuité pour une utilisation des boues dans l'agriculture.

Les résurgences karstiques

Le Betteraz est la principale résurgence karstique dont les eaux sont contrôlées depuis plusieurs années de manière régulière, en raison de la volonté des pouvoirs publics de l'utiliser pour l'alimentation en eau de boisson de Porrentruy. La qualité des eaux est relativement mauvaise; elles contiennent des quantités appréciables d'organochlorés, en particulier du trichloréthylène. La situation a peu changé avec l'entrée en service de la station d'épuration, les eaux contenant toujours environ 10 à 20 µg/l de trichloréthylène, alors que l'Allaine s'améliorait notablement depuis ce moment. Il faut en conclure que les sources de polluants sont diverses; elles trouvent souvent leur origine dans, d'une part, d'anciennes décharges illégales, souvent recouvertes de terre, et donc difficilement décelables, dont les produits s'infiltrent lentement dans la nappe. D'autre part, le réservoir karstique possède un certain pouvoir de rétention, encore mal connu, et libère peu à peu les polluants adsorbés dans les blocs karstiques à circulation lente. Une

importante étude a été lancée par le laboratoire cantonal des eaux, à la demande du Parlement jurassien, qui devrait permettre une meilleure connaissance de ces phénomènes, ainsi qu'une localisation des sources de pollution, afin de remédier dans la mesure du possible à cette situation.

Les aquifères alluviaux

La situation des aquifères alluviaux est similaire à celle des nappes karstiques, et l'amélioration de la qualité des eaux n'est, dans la plupart des cas, pas encore significative. En effet, si nos analyses d'organochlorés dans les puits de Porrentruy (nappe du Pont d'Able, voir tableau ci-dessous) montrent déjà une amélioration en ce qui concerne la contamination par le trichloréthylène, l'évolution du perchloréthylène est moins marquée. Pour les autres nappes alluviales, il faudra attendre un peu plus longtemps les effets des mesures prises, du fait, en particulier, de la circulation relativement lente des polluants apolaires dans des alluvions (Schwarzenbach, 1986).

Tableau 5: évolution des teneurs en organochlorés du puits No. 2 de Porrentruy

Date	Trichloréthylène *	Perchloréthylène *
06.08.84	16,5	15,7
04.03.85	4,7	7,6
05.09.85	9,3	1,0
18.10.85	8,0	0,9
05.03.86	9,9	1,7
20.01.87	3,5	2,6
28.07.87	1,9	2,9
11.01.88	1,5	3,7

* Les valeurs sont exprimées en microgramme par litre.

Précisons que la pollution des nappes superficielles est d'origine urbaine et industrielle, mais aussi agricole. Une campagne d'analyse de l'atrazine, un herbicide couramment utilisé dans la culture du maïs et pour désherber les voies de chemin de fer, a montré que la plupart des

points échantillonnés dépassaient la teneur recommandée de 0,1 microgramme par litre, le constat étant le même que pour l'ensemble des eaux souterraines de Suisse. Bien que de telles concentrations ne soient en principe pas dangereuses pour la santé, elles constituent une réelle altération de la qualité de l'eau. Des prescriptions ont récemment été édictées par les offices fédéraux, visant à restreindre plus sévèrement l'usage de cet herbicide par les agriculteurs et les exploitants de lignes de chemin de fer.

7. PRÉVISIONS ET PERSPECTIVES

Depuis l'entrée en souveraineté du canton du Jura, l'épuration des eaux usées industrielles et domestiques a connu une amélioration très rapide. Au début de l'année 1988, plus de 80 % de la population du canton était raccordée à une station d'épuration, et le nombre d'empoisonnements de cours d'eau provoqués par des effluents industriels a considérablement diminué. Nos choix et nos décisions ont toujours été dictés par une vision globale du cycle de l'eau et le respect des conditions locales. L'amélioration constante de la qualité bactériochimique de l'ensemble des réseaux hydrographiques a deux causes supplémentaires essentielles à nos yeux:

– nous avons toujours pratiqué une politique d'information la plus large possible, notamment avec l'aide des médias, afin de sensibiliser la population à l'importance des problèmes de qualité de la vie et de santé publique;

– nous entretenons un réseau permanent de contrôle analytique, condition indispensable pour une gestion efficace des eaux.

Si la situation des eaux a connu une amélioration notable, plusieurs problèmes restent ouverts. Il s'agit essentiellement des questions suivantes:

– épuration des eaux en habitat rural dispersé; dans ces conditions, les coûts du réseau de canalisations deviennent rapidement limitatifs si l'on envisage la construction d'une station d'épuration centralisée; la solution à ce problème n'est pas encore définitivement trouvée, et il faudra faire preuve de beaucoup d'imagination pour le résoudre;

– connaissance des circulations d'eau souterraines et de l'autoépuration en système karstique; une grande étude a été lancée sur la demande du Parlement jurassien; elle permettra de mieux cerner les

sources de pollution, de comprendre le comportement des micropolluants, tant dans les chenaux karstiques que dans les aquifères en roche meuble, de connaître dans quelle mesure les polluants sont épurés dans les réseaux souterrains, et de déterminer les circulations d'eau karstiques en Ajoie;

– aménagement des cours d'eau, en symbiose avec des projets d'épuration, de manière à rétablir une morphodynamique favorable à l'autoépuration et au maintien d'une bonne qualité biologique; plusieurs projets sont déjà à l'étude.

Ami Lièvre

BIBLIOGRAPHIE

ARAGNO, M.: Processus biologiques et gestion des déchets. *Bulletin ARPEA*, No 137, 1986

BOUVIER, J.-Cl.: Aspects quantitatifs de la protection des eaux dans le canton du Jura. *Actes de la Société jurassienne d'émulation*, 1984

BOUVIER, J.-Cl., JOBIN, M. et LIÈVRE, A.: Un système rural d'épuration - station d'épuration de Lajoux. *Diffusion OEPN*, 1983

DÉPARTEMENT FÉDÉRAL DE L'INTÉRIEUR: *Biologie et protection des eaux*. Berne, 1970

DÉPARTEMENT FÉDÉRAL DE L'INTÉRIEUR: *Ordonnance fédérale sur les boues d'épuration*. Berne, 1981

EDELINE, F.: *L'épuration biologique des eaux résiduaires*. Cebedoc, Liège, 1979

FERNEX, J., LIÈVRE, A. et VOELKE, T.: L'hygiénisation des boues d'épuration liquides par la chaux éteinte. *Bulletin ARPEA*, No 141, 1987

LIÈVRE, A.: Alimentation en eau du Jura. *Gaz, eaux, eaux usées* No 62, 1982

MAC CARTHY, P.L., REINHARD, M. et RITTMANN, B.E.: Trace Organics in Groundwater. *Environ. Sci. Technology*, No 15, 1981

RIEGLER, G.: Optimierte Energieausnutzung durch die aerob-anaerobe Zweiphasen-Stabilisation. *Gwf-Wasser/Abwasser* No 123, 1982

SCHWARZENBACH, R.: Die Ausbreitung leichtflüchtiger Chlorkohlenwasserstoffe im Grundwasser. *Annales du 10e Salon International Pro Aqua – Pro Vita*, Bâle, 1986

LETTRES