

94/0707

482

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE

FNDAE

69/00647

DIRECTION DE L'ESPACE RURAL
ET DE LA FORÊT

(Fonds National pour le Développement
des Adductions d'Eau)

Sous Direction du Développement
Rural
19, avenue du Maine - 75015 Paris

L'ASSAINISSEMENT AU DANEMARK

Laboratoire Gestion des Services Publics



CEMAGREF

CENTRE NATIONAL
DU MACHINISME AGRICOLE
DU GÉNIE RURAL
DES EAUX ET DES FORÊTS



ÉCOLE NATIONALE
DU GÉNIE DE L'EAU
ET DE L'ENVIRONNEMENT
DE STRASBOURG



CENTRE NATIONAL
DU MACHINISME AGRICOLE
DU GÉNIE RURAL
DES EAUX ET DES FORÊTS



ÉCOLE NATIONALE
DU GÉNIE DE L'EAU
ET DE L'ENVIRONNEMENT
DE STRASBOURG

L'ASSAINISSEMENT AU DANEMARK

Olivier ALEXANDRE
Eric GAUME

Décembre 1993

SOMMAIRE

I. LES ACTEURS	3
1.1. Présentation du Danemark	3
1.1.1 Géographie physique	3
1.1.2. Géographique humaine	3
1.1.3. Découpage administratif du pays	3
1.1.4. Organisation politique du pays	5
1.1.5. Economie	5
1.2. Les acteurs publics	6
1.3. Les acteurs privés.....	7
1.3.1. Les contractants	8
1.3.2. Les consultants.....	8
1.3.3. Les équipementiers.....	9
1.3.4. Les sociétés de travaux publics	9
1.3.5. Réhabilitation des réseaux.....	9
1.4. Les associations et les organismes de recherche.....	9
1.4.1. Les associations.....	9
1.4.2. Les organismes de recherche	10
2. LEGISLATION	11
2.1. L'environnemental Protection Act	11
2.2. Le plan d'action contre la pollution de l'environnement marin danois par les nutriments	12
2.3. L'élimination des boues de station d'épuration	14
2.3.1. La réglementation.....	14
2.3.2. Etude du contrat passé entre municipalités et agriculteurs.....	17
3. GESTION DES SERVICES	17
4. ASPECTS FINANCIERS	18
4.1. Les différentes sources de financement.....	18
4.1.1. Le prix de l'eau	18
4.1.2. Le cas particulier des entreprises.....	19
4.1.3. La taxe de raccordement.....	19
4.1.4. Les prélèvements exceptionnels	20
4.2. Les effets financiers du plan d'action de 1987	20

5.. ETAT DE L'ASSAINISSEMENT.....	22
5.1. Les réseaux d'assainissement	22
5.2. Le parc de stations d'épuration.....	22
5.3. Les eaux pluviales.....	25
5.4. La gestion des boues	26
CONCLUSION	29

BIBLIOGRAPHIE

1. LES ACTEURS

1.1. Présentation du Danemark

1.1.1. Géographie physique

La superficie du Danemark est de 43.000 km²; le pays est constitué de la presqu'île du Jylland (Jutland), des deux principales îles de Sjealland (Zealand) et Fyn (Funen), et d'une myriade de petites îles .

Le relief est peu marqué, l'altitude du point culminant du Danemark est d l'ordre de 100 mètres.

Les cours d'eau danois présentent de faibles débits, certains sont intermittents. Le Danemark possède par contre de très nombreux lacs et fjords. La qualité générale des eaux continentales est médiocre, la plupart d'entre elles présentant des signes avancés d'eutrophisation (disparition d'espèces piscicoles, accumulation de boues organiques dans le lit des cours d'eau et les lacs, prolifération d'algues dans les lacs et les fjords).

Le sous-sol est essentiellement constitué de roches sédimentaires. Le Danemark dispose d'importantes ressources en eaux souterraines; les eaux de nappe constituent 98% de l'alimentation en eau du pays.

1.1.2. Géographie humaine

La population du Danemark a doublé au cours du vingtième siècle, et atteint aujourd'hui 5,135 millions d'habitants. De même si au début du siècle la majorité de la population résidait à la campagne, plus de 80% de la population actuelle est citadine.

Les agglomérations les plus importantes du pays sont : Copenhague (1,2 millions d'habitants), Aarhus (200 mille hab.), Odense (140 mille hab.), Aalborg (110 mille hab.)...

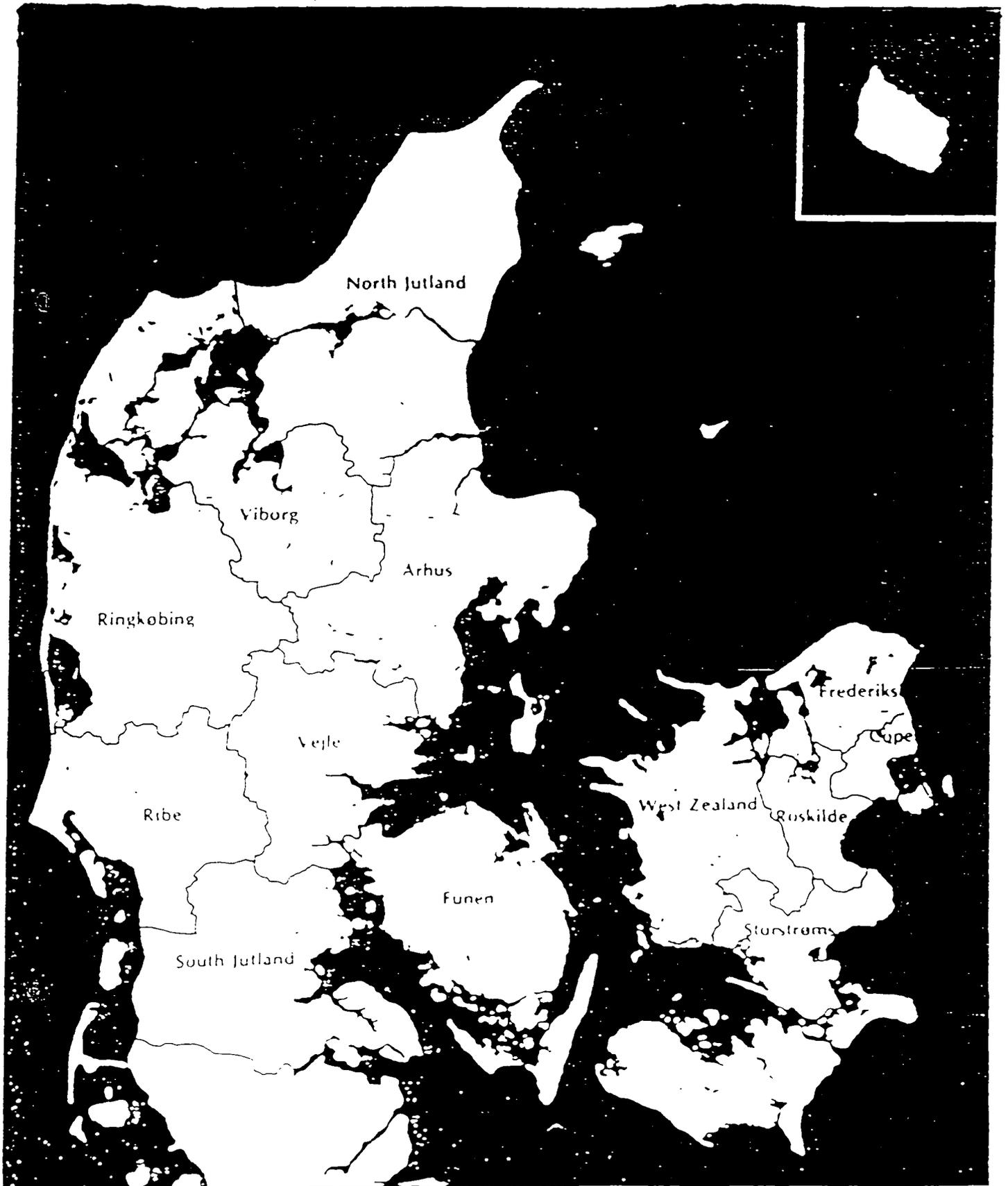
1.1.3. Découpage administratif du pays

Le découpage administratif du pays , date de la réforme communale de 1970. L'objectif de cette réforme était de donner un cadre nouveau , et mieux adapté aux exigences actuelles, pour la politique danoise d'autonomie locale.

Ainsi les 2200 communes préexistantes ont été refondues en 275 municipalités. Ces municipalités sont elles-mêmes regroupées au sein de 14 régions (7 régions dans le Jylland, 1 région pour l'île de Fyn, 4 régions dans l'île de Sjeallands, et une région pour la petite île de Bornholm). La carte de la page suivante présente ces régions.

Les îles Féroé et le Groenland jouissent respectivement depuis 1948, et 1979, d'un statut particulier au sein du royaume du Danemark qui leur confère une grande autonomie; ils disposent notamment de leur propre législation.

fig. 1 : les 14 régions du Danemark



1.1.4. Organisation politique du pays

Le Danemark possède trois niveaux d'organisation politique :

- le conseil municipal : le nombre de ses membres peut être variable, ses membres sont élus tous les quatre ans au suffrage universel direct.
- le conseil régional : ses membres sont élus en même temps que les conseillers municipaux, au suffrage universel direct.
- l'assemblée législative ou "Folketing", et le gouvernement : le "Folketing" compte 179 membres, élus pour une période de quatre ans au suffrage universel direct. Le roi, en l'occurrence la reine, en accord avec le parlement nomme les membres du gouvernement; chaque ministre est le plus haut responsable de l'administration dépendant de son ministère; un ministre ne peut rester en place s'il a été désavoué par le Folketing; enfin, le roi a le pouvoir de dissoudre le parlement, et de faire procéder à des élections anticipées.

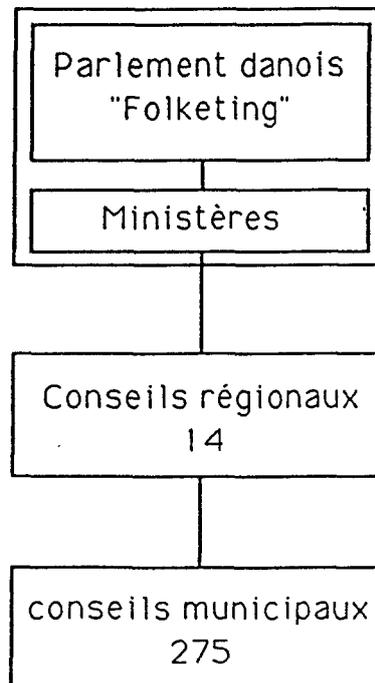


fig 2 : organisation politique du Danemark

1.1.5. Economie

L'une des activités économiques les plus caractéristiques du Danemark est l'agriculture, et notamment l'élevage intensif de porcs. Cette activité est une source importante de nutriments et particulièrement de nitrates susceptibles de polluer les eaux de surface et les nappes souterraines.

Le tissu industriel du Danemark est moyennement développé comparé à d'autres pays européens. Les principales activités sont les industries agro-alimentaires (abattoirs, brasseries, transformation des produits de la pêche...), le secteur des équipements industriels, industrie textile, et quelques industries chimiques très localisées.

1.2. Les acteurs publics

Les modalités d'intervention des différents acteurs publics sont définies par l'"Environmental Protection Act" de 1991 (voir Chapitre II).

Le principe fondamental de cet acte est l'autonomie locale : la majeure partie des décisions et des responsabilités doivent être prises au niveau municipal. Le tableau suivant décrit de façon plus détaillée le rôle et les responsabilités des trois niveaux administratifs : l'état (ministère de l'environnement), la région (conseil régional), la municipalité (conseil municipal).

Le Ministère de l'environnement

(agissant par l'intermédiaire de l'Environmental Protection Agency ou Miljostyrelsen) :

- établit des directives pour les administrations municipales et régionales (la préparation des directives, est effectuée généralement par des groupes de travail réunissant des représentants des administrations locales, régionales, d'associations de protection de l'environnement, et des scientifiques et spécialistes).
- approuve des plans régionaux définissant les objectifs de qualité des eaux superficielles.
- règle les litiges sur les décisions communales ou régionales; il est possible de faire appel des décisions prises par le Miljostyrelsen auprès de l'Environmental Appeal Board (commission de spécialistes présidée par un juriste).
- rédige un bilan annuel à partir des données régionales sur l'états des lacs, rivières, et zones côtières, et sur l'assainissement.
- suit la qualité des eaux de pleine mer (la pleine mer étant définie par opposition aux zones côtières, comme les zones éloignées de plus d'un mile nautique des côtes et de plus de 6 mètres de profondeur).

Le Conseil régional ou Amtkommune

(agissant par l'intermédiaire de ses services techniques) :

- planifie la politique régionale en matière d'environnement; définit des objectifs de qualité pour les eaux superficielles (rivières, lacs, zones côtières). Le plan est révisé tous les quatre ans.

- suit la qualité des eaux superficielles.
- approuve les plans d'assainissement municipaux, qui doivent concorder avec le plan régional pour la qualité des eaux superficielles.
- délivre les autorisations de rejet vers les milieux naturels pour les réseaux d'assainissement de plus de 30 E.H (rejet de la station d'épuration, déversoirs d'orage, et rejets des réseaux séparatifs), et pour les certaines activités industrielles (la liste de ces industries est définie dans l'EPA).
- Contrôle les rejets de ces stations d'épurations, et des industries.

Le Conseil municipal

(agissant par l'intermédiaire de ses services techniques) :

- définit un plan pour l'assainissement de la municipalité, précisant notamment le calendrier des travaux à réaliser; le plan est révisé tous les quatre ans.
- construit les réseaux et les stations d'épuration.
- délivre les autorisations de connexion sur le réseau municipal, notamment pour les industries.
- délivre les autorisations de rejet vers les milieux naturels, pour les activités industrielles peu polluantes, et pour les réseaux d'assainissement et station d'épuration traitant des eaux usées domestiques de moins de 30 E.H.
- contrôle les rejets de ces industries et stations d'épuration.

On remarque ainsi que :

- le producteur est responsable de ses déchets, en l'occurrence de ses eaux usées; c'est aussi le producteur qui est chargé du suivi de la qualité des rejets de sa station d'épuration. L'administration n'exerce qu'un contrôle.
- les services techniques municipaux peuvent, dans certains cas, avoir la double attribution de contrôle des réseaux privés, et de gestion des réseaux municipaux; c'est le cas dans la municipalité de Skive. Dans les municipalités dotés d'unités techniques plus conséquentes (Copenhague, Aarhus), les services chargés de ces deux tâches sont indépendants.

1.3. Les acteurs privés

Il existe deux grand types d'entreprises privées intervenant sur le marché de l'assainissement et de l'épuration au Danemark : de grandes compagnies dont l'activité est nationale, et même internationale, et de petites entreprises à rayonnement local.

Cette partie permet de situer quels sont les intervenants les plus importants sur le marché danois, et quel est leur activité.

1.3.1. Les contractants

Les deux plus gros contractants sur le marché danois sont les entreprises Krüger (850 millions de chiffre d'affaire) qui est spécialisée dans le domaine de l'eau, et Kemp & Lauritzen (650 millions, mais seulement 65 millions dans le domaine de l'eau).

Krüger, dont 45% des parts ont été rachetées par la société OTV, est de loin le plus gros intervenant danois sur le marché de l'assainissement et de l'épuration. C'est la seule société à pouvoir proposer des installations d'épuration "clé en main".

L'entreprise est active dans le domaine de l'épuration : près de 90% du volume d'eau usée au Danemark est traité par des stations conçues par Krüger, l'entreprise a procédé à la rénovation de la station d'épuration de Lynetten à Copenhague (2,4 millions d'E.H), elle gère deux stations d'épuration situées au Nord de Copenhague (Sollerod, et Farum), elle possède la majeure partie des brevets sur l'élimination biologique de l'azote et du phosphore, et réalise des outils informatiques pour la conception des stations d'épuration (modélisation hydraulique des stations d'épuration, modélisation de la diffusion des rejets en mer).

Mais Krüger est aussi actif dans le domaine de l'assainissement : remplacement de canalisations, construction de bassins de stockage, détection des fuites, réalisation d'outils de gestion des réseaux (base de données sur le réseau devant équiper à terme la majeure partie des municipalités danoises).

1.3.2. Les consultants

La plupart des municipalités disposent de services techniques ayant des capacités d'expertise. Mais seules les municipalités les plus importantes (Copenhague, Aarhus) ont les moyens suffisants, et des surtout des réseaux suffisamment étendus pour occuper à plein-temps des ingénieurs à la conception et au suivi des travaux dans les réseaux (réparations, construction de bassins de stockage ou de stations de refoulement, modélisation hydraulique pour des avant projets...).

Et les plus grosses municipalités sont souvent capables d'assurer l'entretien du réseau, mais font appel à des consultants pour les projets plus complexes (mesure en réseau d'assainissement, contrôle de l'état des canalisations...).

Les principaux consultants sur le marché danois sont Cowi consult (plus de 600 millions de chiffre d'affaire, implanté mondialement), Carl Bro qui fournit aussi des équipements pour les stations d'épuration, et Ramboll & Hanneman. Ces consultants ont une activité croissante dans le domaine de l'eau.

Leurs activités sont diversifiées : élaboration des plans régionaux et municipaux d'assainissement, réalisation d'avant projets sommaires, d'avant projets détaillés, études de faisabilité, maîtrise d'oeuvre pour des aménagements de réseaux. Généralement les consultants travaillent en étroite collaboration avec les services techniques municipaux et régionaux.

Cowi consult réalise aussi des stations d'épuration, et des systèmes de contrôle des stations. La plupart des stations d'épuration de grande dimension disposent de systèmes

de surveillance centralisée; certaines municipalités comme Skive sont équipées pour la télésurveillance centralisée de toutes les stations d'épuration qu'elles gèrent.

Les consultants travaillent souvent sur des contrats de longue durée avec de municipalités.

1.3.3. Les équipementiers

Les équipements de base (pompes, vannes, tuyaux pour l'eau potable) sont construits au Danemark, mais les équipements plus sophistiqués sont généralement importés.

Comme nous l'avons signalé précédemment, I. Krüger et Carl Bro, conçoivent des équipements pour le traitement des eaux usées. Les autres principaux équipementiers sont Grunfoss (constructeur de pompes submersibles dont nous avons déjà parlé, et qui a un rayonnement international), et Puritek qui réalise 100% de son chiffre d'affaire sur la vente d'unités de traitement biologique des eaux usées (concurrent de Krüger), et dont 85% des parts ont été rachetées par la société française Degremont.

Enfin, il faut citer le principal grossiste importateur d'équipements : la compagnie Brodene Dahl qui réalise un chiffre d'affaire de 1,7 milliards de DKK.

Les équipementiers s'associent parfois aux consultants pour la réalisation d'installations clé en main.

1.3.4. Les sociétés de travaux publics

Ces sociétés interviennent pour la réalisation de certains ouvrages, essentiellement pour les gros ouvrages en béton (stations d'épuration, bassins de retenue...). Le marché des travaux est public. Les principales entreprises ayant une activité au Danemark sont Monberg et Thorsen, Rasmussen et Schots, Hojgard et Schultz, Arnton (société suédoise).

1.3.5. Réhabilitation des réseaux

La plus importante société de réhabilitation danoise est Per Aarsleff. Mais les autres consultants commencent à s'intéresser à ce domaine d'activité.

1.4. Les associations et les organismes de recherche

1.4.1. Les associations

Il n'existe pas d'association professionnelle pour l'assainissement et l'épuration comme cela existe pour les distributeurs d'eau.

Par contre il existe une association des conseils municipaux et une association des conseils régionaux. Ces associations délèguent des membres dans les commissions de

réflexion établies par les différents ministères. Ainsi des membres de ces deux associations ont participé à la commission de réflexion sur le plan d'action de 1987. Les associations de protection de l'environnement jouent aussi un rôle important au Danemark : elles sont citées dans l'Environmental Protection Act comme devant être consultées pour certains projets touchant leur domaine d'activité, et participent aux commissions de réflexion du ministère de l'environnement.

Enfin, l'association des ingénieurs des travaux publics danois, organise aussi des commissions de réflexion (DIF Spildevantskomiteen), chargés de définir des travaux de recherche, et de rédiger des notes techniques à l'intention de ses membres. Ces notes techniques ont presque valeur de recommandations techniques.

L'une de ces commissions, regroupant des ingénieurs du secteur privé, des employés municipaux et des chercheurs des universités de Lyngby et Aalborg, travaille sur l'assainissement pluvial. C'est dans le cadre de cette commission qu'on a élaboré les logiciels danois de simulation des écoulements en réseau (Mouse, Samba, [3]). Cette commission travaille actuellement à l'amélioration de la base de données de pluie disponible pour faire tourner le modèle SAMBA.

1.4.2. Les organismes de recherche

La recherche au Danemark est essentiellement appliquée, et il existe des relations étroites entre les différents laboratoires de recherche et les entreprises privées notamment les contractants et les consultants. La coopération entre les différents laboratoires et instituts de recherche est poussée, et la séparation des tâches entre ces différents organismes est claire. Les principaux organismes ayant des activités de recherche dans le domaine de l'assainissement sont les suivants :

- l'Institut de technologie danois; cet institut est financièrement indépendant; il est financé pour partie par les universités et pour partie par ses partenaires privés. Ses principales actions en matière d'assainissement, sont la formation de techniciens de travaux publics, et le soutien des services techniques municipaux dans la mise en oeuvre de technologies nouvelles notamment par des sessions de formation continue.
- Les universités de Aalborg et de Lyngby; elles forment les ingénieurs des travaux publics, et les ingénieurs dans les domaines de l'environnement. De plus, les deux laboratoires de recherche en environnement coordonnent leurs travaux au sein de la commission assainissement pluvial dont nous avons parlé. Le laboratoire de Lyngby est chargé des recherches sur les réseaux et les stations d'épuration, et le laboratoire d'Aalborg travaille sur l'impact des rejets sur les milieux naturels. L'activité de recherche de ces deux laboratoires est très appliquée, et trouve son aboutissement dans la rédaction des notes techniques, et dans l'élaboration de modèles mathématiques d'aide à la conception des réseaux (Mouse, Samba, modèle de rivière Dosmo précédemment cités).
- L'agence nationale de recherche sur l'environnement. Cette agence a un statut particulier : c'est une émanation du ministère de l'environnement. C'est cette agence qui est chargée du suivi de la qualité des eaux de pleine mer.

2. LEGISLATION

2.1. L'environnemental Protection Act

La définition de la politique actuelle du Danemark en matière de protection de l'environnement date de 1971, date de la première version de l'"Environmental Protection Act" (EPA), et de la création du ministère de l'environnement (miljoministeriet). Il a été révisé en 1991, la version actuellement valide est l'acte n° 358 voté le 6 juin 1991, et entré en application le 1 janvier 1992.

Ce texte de loi, est le texte majeur qui définit les responsabilités et les moyens d'action des différents acteurs administratifs. Cet acte prévoit aussi une planification de la politique de protection de l'environnement au niveau régional et municipal.

D'après l'EPA, aucune substance susceptible de polluer le milieu récepteur (rivières, lacs, côtes) ne doit y être rejetée. Cependant des autorisations de rejet peuvent être délivrées par les autorités compétentes (municipalité, région). La fixation du niveau de ces rejets est en théorie basée sur des objectifs de qualité pour les eaux du milieu récepteur; mais le manque de données sur les impacts des rejets sur les milieux récepteurs a conduit le Miljostyrelsen à fixer des normes de rejets. Ces directives, établies en 1974 sont les suivantes :

milieu récepteur ----- Paramètre	Lacs et cours d'eau se déversant dans un lac, ou un Fjord	cours d'eau se déversant dans une baie, ou la mer	Fjords	côtes, et pleine mer
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6 - 9	
Température	30°C	30°C	30°C	35°C
DBO5	20 mg/l	20 mg/l	100 mg/l	400 mg/l
DCO	-	-	-	-
NH3 (ammoniac)	2 mg/l	-	-	-
Azote total	-	-	-	-
Phosphore total	1 mg/l	-	1 mg/l	-
Matières décantables en 2 h	0,5 ml/l	0,5 ml/l	1 ml/l	1 ml/l
Matières en suspension	30 mg/l	30 mg/l	80 mg/l	-
Mercure (Hg)	-----	----(ne doivent être déversés)----	-----	-----
Cadmium (Cd)	-----	pas être déversés)----	-----	-----
Chrome (Cr)	0,2 mg/l	----(ne doivent pas		0,2 mg/l
Cuivre (Cu)	0,1 mg/l	pas	0,2 mg/l	0,1 mg/l
Zinc (Zn)	0,5 mg/l	0,2 mg/l	0,1 mg/l	0,5 mg/l
Plomb (Pb)	0,2 mg/l	0,1 mg/l	0,5 mg/l	0,2 mg/l
Nickel (Ni)	0,05 mg/l	0,5 mg/l	0,2 mg/l	0,05 mg/l
Argent (Ag)	0,5 mg/l	0,2 mg/l	0,05 mg/l	0,5 mg/l
Cyanures	0,1 mg/l	0,05 mg/l	0,5 mg/l	0,1 mg/l
Hydrogène sulfuré	2 mg/l	0,5 mg/l	0,1 mg/l	2 mg/l
Chlore	0,3 mg/l	0,1 mg/l	2 mg/l	0,3 mg/l
Phénols	0,2 mg/l	2 mg/l	0,3 mg/l	0,2 mg/l
Hydrocarbures	5 mg/l	0,3 mg/l	0,2 mg/l	5 mg/l
		0,2 mg/l	5 mg/l	
		5 mg/l		

La méthodologie de contrôle des rejets a été établie en 1978. Généralement l'organisme responsable de l'équipement est chargé de faire 10 prélèvements annuels (les échantillons

doivent être analysés par un laboratoire agréé par le Miljøstyrelsen, qui peut être privé, intercommunal, ou régional suivant les cas). L'administration chargée du contrôle fait deux prélèvements annuels. Si la station est de dimension importante le nombre d'échantillons prélevés annuellement peut être plus élevé (24 échantillons sont prélevés dans la station de Lynetten à Copenhague : 2,4 millions d'E.H). Généralement, le nombre d'échantillons prélevés dans les stations de moins de 1.000 E.H est inférieur à 12.

Bien entendu, si la protection de certains sites particuliers le nécessite, la commune et la région peuvent fixer des normes de rejet inférieures à celles-ci.

Ainsi dans le cadre d'une action inter-régionale pour la protection du "Limfjord" (il s'agit du grand fjord qui occupe la partie nord du Jylland), il a été proposé en 1984 (après 10 ans d'étude des eaux du fjord) de réduire les apports en azote au lac de 80%, et les apports en phosphore de 90%. Pour ce faire, il a été imposé des normes de rejet plus strictes que les directives nationales pour les stations d'épuration de plus de 1000 E.H :

- 15 mg/l de DBO5
- 8 mg/l d'azote total
- 1 mg/l de phosphore

Le plan fixé par les trois régions concernées (Viborg, Nordjyllands, et Ringkjøbing), devait s'étaler sur quatre années, et représentait un investissement de 1 milliard de couronnes danoise pour les municipalités et les industries (une couronne (DKK) vaut environ 0,85 francs). En 1989, toutes les stations d'épuration de plus de 1000 E.H rejetant leurs eaux directement ou indirectement dans le fjord étaient équipées pour traiter l'azote et le phosphore. La troisième ville du Danemark (Aalborg), qui rejetait ses eaux usées après un simple traitement physique a dû se doter d'une installation complète.

Mais jusqu'en 1986, la qualité des eaux de surface danoises, et notamment celle des côtes et des mers, est restée médiocre, pour deux raisons principales : les directives imposées par le ministère de l'environnement n'étaient pas assez astreignantes (ainsi, une station qui avait son rejet en mer pouvait se contenter d'un traitement physique des eaux usées), et il n'existait pas une réelle volonté politique pour engager des travaux coûteux.

De plus, le manque de connaissances sur l'impact des rejets sur les milieux récepteurs ne permettait pas de relier les objectifs de qualité des milieux récepteurs, avec des niveaux de rejets de polluants et notamment des nutriments (matière organique, azote, phosphore); ceci poussait à se limiter aux directives imposées par le Miljøstyrelsen. Aussi, le Miljøstyrelsen lance-t-il en 1985 une campagne de recherche nationale, le "NPO-plan", sur le cycle des nutriments dans le milieu naturel et l'impact de leur rejet.

2.2. Le plan d'action contre la pollution de l'environnement marin danois par les nutriments

La mort de plusieurs tonnes de homards en mer de Kattegat (située entre le Danemark et la Suède), en 1986, a largement sensibilisé l'opinion publique sur le problème de la pollution des eaux de surfaces par les nutriments, et, de fait, motivé les responsables politiques pour résoudre ce problème.

Le 31 janvier 1987, le ministère de l'Environnement décide d'un plan de mesures à prendre : "Action plan against pollution of the Danish marine environment by nutrients".

Ce plan est largement inspiré par l'action menée sur le Limfjord, et tire profit des résultats du NPO-plan, notamment sur les sources d'azote et de phosphore. Il vise à réduire les rejets d'azote de 50% et les rejets de phosphore de 80%, propose des actions sur l'agriculture, et les rejets d'eaux usées domestiques ou industrielle.

En ce qui concerne l'assainissement, les rejets d'origine domestique ou industrielle d'azote devront être réduits de 60%, et les rejets de phosphore de 72% pour les stations d'épuration municipales, et de 82% pour les rejets industriels directs.

De nouvelles directives sont fixées pour les rejets de stations d'épuration. D'après cette directive toutes les stations d'épuration de plus de 5.000 E.H auront à se conformer avant le 31 décembre 1992 aux normes de rejet suivantes :

- 15 mg/l de DBO5
- 8 mg/l d'azote total
- 1,5 mg/l de phosphore total.

(les stations de moins de 15.000 E.H déjà construites respectant les normes sur la DBO5 et le phosphore ne sont pas soumises à la norme sur l'azote).

Pour les autres stations d'épuration la directive de 1974 reste valable.

Actuellement, d'après un rapport du miljøstyrelsen [9], l'ensemble des équipements d'assainissement commandés par le plan ont été réalisés, et les objectifs du plan sont atteints pour ce qui est des stations d'épuration municipales, et des rejets industriels directs. Le véritable problème reste les nutriments d'origine agricole.

Le miljøstyrelsen s'est aussi reposé le problème du rejet des micro polluants : métaux lourds, hydrocarbures, substances organiques toxiques. Des études menées en Suède ont permis de montrer qu'une station traitant le phosphore par précipitation (traitement chimique) permettait d'éliminer 98% du plomb et du cuivre, 90% du zinc, et 60% du chrome et du cadmium. Il faut aussi signaler que la simple décantation permet déjà d'éliminer une proportion importante de ces polluants.

Il a été conclu que les améliorations qui seront effectuées sur les stations d'épuration de plus de 5000 E.H qui traite, rappelons le, plus de 80% du volume des eaux usées, auront aussi un effet sur les rejets de métaux lourds : réduction de 75% des rejets de plomb et cuivre, de 60% des rejets de zinc et de 30% des rejets de chrome et cadmium par rapport à 1985 [15].

Notons deux éléments supplémentaires importants :

- Il a été décidé d'accompagner ce plan d'un suivi systématique de la qualité des eaux de surface (assuré par le conseil régional pour les cours d'eau, les lacs, et les zones côtières, et par le ministère de l'environnement pour le milieu marin). Ce programme lancé en 1989, donne lieu à un rapport annuel sur l'évolution de la qualité des milieux naturels, et permettra peut-être de réorienter les politiques de lutte contre leur pollution.

- Ce plan destiné à lutter contre la détérioration des eaux du milieu marin, a eu des répercussions sur la politique de protection des lacs et des rivières, en motivant notamment les responsables politiques.

2.3. L'élimination des boues de station d'épuration

2.3.1. La réglementation

Au Danemark, l'agence nationale pour la protection de l'environnement privilégie pour l'élimination des boues les techniques suivantes, par ordre de priorités décroissantes :

- 1 priorité à la protection/prévention,
- 2 valorisation/réutilisation des déchets (agriculture),
- 3 incinération,
- 4 mise en décharge (à éviter).

Pour favoriser la réutilisation et la revalorisation des déchets, l'Etat danois a mis en place deux taxes sur la mise en décharge et l'incinération des montants respectifs 195 kr/t et 160 kr/t de matière brute (valeurs 1993). Il est à noter que pour des raisons politiques, l'incinération des boues de station d'épuration sur le site de production n'est pas taxée, les plus grosses villes du pays (Copenhague, Aarhus) incinérant leurs boues.

Cette volonté de réutilisation des boues s'accompagne par la mise en place de normes de qualité des boues très strictes.

Les critères de qualité des boues sont uniquement valables pour l'utilisation agricole et réglementés par le décret n° du 26 octobre 1989 [21] sur l'application de boues résiduaires et compost en agriculture.

Pour les boues incinérées ou mises en décharge la seule restriction est la teneur en matière sèche qui doit être de plus de 30 %.

Le principal problème de qualité des boues est lié à la présence de métaux lourds. Le texte de loi met en place deux jeux de valeurs pour calculer les concentrations en métaux lourds dans les boues (voir tableau ci-dessous).

- un jeu de valeurs exprime la concentration par rapport à la matière sèche ;
- l'autre exprime la concentration de métaux lourds par rapport à la quantité de phosphore présente dans la boue.

	Danemark				France	CEE
	1990-95		Après 1995		en 1993	1993
	mg/kg MS	mg/kg P	mg/kg MS	mg/kg P	mg/kg MS	mg/kg MS
Cd	1,2	320	0,8	200	20	20 à 40
Hg	1,2	320	0,8	200	10	16 à 25
Pb	120	15000	120	10000	800	750 à 1200
Ni	45	4000	30	2500	200	300 à 400
Cr	100	/	100	/	1000	1000 à 1750
Zn	4000	/	4000	/	3000	2500 à 4000
Cu	1000	/	1000	/	1000	1000 à 1750

Teneur limite en métaux lourds dans les boues de station d'épuration

pour la France, la norme NFU 44041 fixe des valeurs de référence. Les valeurs limites sont le double des valeurs de référence

Les autres chiffres correspondent à des valeurs limites.

Les municipalités ont le choix entre les deux jeux de valeurs. Elles ont principalement opté pour celui en rapport avec le phosphore. Comme la plupart des stations d'épuration sont équipées de procédés éliminant le phosphore et l'azote, les concentrations en phosphore dans les boues sont plus importantes, ce qui permet une plus grande souplesse vis à vis des concentrations en métaux lourds. Cette échelle permet une comparaison plus facile avec les concentrations en métaux lourds présents dans les engrais chimiques. 85 % des boues produites ont ainsi une qualité comparable ou meilleure que les engrais chimiques.

Les concentrations prévues pour 1995 vont permettre de réduire l'écart entre les boues et les fertilisants. Pour le Cd, principal métal lourd posant des problèmes dans la valorisation agricole, il est conseillé aux municipalités de prendre une valeur de 100 mg/kg P, ce qui équivaut aux quantités présentes dans les engrais.

La loi fixe les quantités maximales à épandre en fonction de la quantité de phosphore et d'azote présente dans les boues :

phosphore : 200 kg/ha sur 5 ans (soit 40 kg/ha/an)
azote : 250 kg/ha/an
matière sèche : 100 t/ha/10 ans (soit 10 t/ha/an)
quantité d'eau : maximum 3000 m³/ha/an

L'épandage des boues doit se faire sur des sols dont la teneur en métaux lourds ne dépasse pas les valeurs indiquées au tableau ci-après.

	Danemark	France	CEE
Cd	0,5	2	1 à 3
Hg	0,5	1	1 à 1,5
Pb	40	100	50 à 300
Ni	15	50	30 à 75
Cr	30	150	100 à 200
Zn	100	300	15 à 300
Cu	14	100	50 à 140

Source : Décret n° 736

Teneur limite en métaux lourds dans les sols (mg/kg de terre sèche)

Aucune analyse systématique des sols n'est prévue par le texte de loi. En 1992, une analyse nationale des sols a été entreprise. Elle permettra de déceler les endroits où les concentrations limites de métaux lourds dans les sols empêchent l'utilisation de boues.

Il est à noter que le Danemark n'utilise pas de méthode standardisée pour l'analyse du phosphore et de l'azote dans les sols.

Des peines pénales de détention pouvant aller jusqu'à un an de prison ferme sont possibles en cas de non respect du texte de loi.

Afin d'encourager et de promouvoir l'utilisation agricole des boues, les relations administratives entre les différents acteurs sont organisées par le décret.

Quatre acteurs sont impliqués :

a) Le gestionnaire de la station d'épuration (producteur) doit :

- échantillonner les boues tous les six mois,
- procéder à des analyses de paramètres spécifiques,
- envoyer ces résultats au conseil régional,
- rédiger une déclaration des résultats à la région,
- informer les autorités locales de la qualité et de la destination des boues (noms, adresse, quantité...),
- reporter à la région chaque année les quantités délivrées en agriculture.

b) L'agriculteur (utilisateur) n'a aucune obligation de report aux autorités. Son seul devoir est d'utiliser correctement ces boues (parfois assurer le stockage et l'épandage).

c) Les services techniques municipaux (autorités locales) ont à leur charge la recherche d'agriculteurs consentant à utiliser des boues, la rédaction avec les intéressés d'un contrat mentionnant les quantités, les qualités, les provenances des boues, l'adresse et le nom de l'agriculteur.

d) Le conseil régional supervise les producteurs par le biais de la remise annuelle d'un rapport de synthèse.

Dans la majeure partie des cas, les autorités locales et le producteur représentent une seule et même entité : la municipalité.

2.3.2. Etude du contrat passé entre municipalités et agriculteurs

Le décret n° 145 du 25 février 1992 modifiant le texte n° 736 du 26 octobre 1986 a défini un contrat type qui doit être passé entre la municipalité et l'agriculteur. Ce contrat mentionne les parties en présence ainsi que la station d'épuration qui délivrera les boues (nom, adresse, capacité...).

La municipalité s'engage à fournir une qualité de boues vis à vis des métaux lourds conformes aux normes de 1995 (voir plus haut).

Les teneurs en matière sèche, azote et phosphore ainsi que les écarts de concentrations sont notifiés. Le contrat définit la quantité de boues fournie par la municipalité ainsi que les modalités de distribution (transport + stockage et épandage). La qualité des boues porte sur les trois dernières analyses effectuées, la moyenne servant de base à la qualité des boues notifiée. Les analyses portent sur le pourcentage de matière organique, de matière sèche, la concentration phosphore (total et assimilable) l'azote total, le potassium, le magnésium, la chaux et les métaux lourds.

Si des analyses de sol sont envisagées, les modalités techniques et les paramètres à analyser sont notifiés.

La commune peut s'engager à indemniser les agriculteurs lorsque ceux-ci épandent eux-même les boues suivant un montant fixé.

Le contrat rappelle ensuite les précautions d'utilisation lors de l'épandage, le choix des cultures appropriées, etc....

La municipalité s'engage à indemniser les agriculteurs si un problème survenait lors de l'utilisation agricole des boues (pollutions accidentelles des sols, non respect des quantités de boues...).

3. LA GESTION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ET DES STATIONS D'EPURATION.

La majorité des stations d'épuration et des réseaux d'assainissement qui existent au Danemark sont gérés par les services techniques municipaux. Ces services ont une comptabilité totalement indépendante de la comptabilité municipale, et sont considérés comme des sociétés privées, mais qui ne peuvent pas réaliser de bénéfices.

Les autres stations d'épuration des eaux usées domestiques (environ 300 stations), sont "privées", et généralement de petite taille, située à l'exutoire de réseaux desservant des villages isolés. La station, et le réseau sont alors gérés par des sociétés coopératives regroupant les utilisateurs du réseau. L'existence de ces réseaux privés est probablement liée, au moins en partie, à la refonte du découpage administratif du pays de 1970 : les nouvelles municipalités n'ont alors pas forcément repris en main l'ensemble des réseaux gérés par les anciennes communes, qui étaient dix fois plus petites.

Il n'existe que deux stations d'épuration d'eaux usées domestiques qui soient gérées par une compagnie privée au Danemark; il s'agit de deux stations d'épuration dans les

municipalités de Farum et Sollerod (nord de Copenhague) gérées par l'entreprise Krüger. Dans ces deux communes un contrat a été passé avec l'entreprise Krüger qui a réalisé la station d'épuration, la municipalité ayant disposé d'un crédit. La société Krüger est chargée du fonctionnement de la station pendant une durée de quatre ans, et est rémunérée par la commune pour ce service.

4. ASPECTS FINANCIERS

Le coût total du plan d'action était estimé à 6 à 9 milliards de DKK pour les réseaux municipaux et/ou privés, et à 1,5 milliards de DKK pour les industries ayant un rejet indépendant du réseau municipal [9], [15]; on s'accorde aujourd'hui à penser que le coût total des rénovations et constructions de nouvelles stations d'épurations a été de l'ordre de 15 milliards de DKK. Ces sommes venant se rajouter au frais de fonctionnement des ouvrages existants.

La plupart de ces investissements ont d'ores et déjà été réalisés. On peut se demander quels ont été les moyens de financement des municipalités pour ces investissements importants.

L'Environmental Protection Act réaffirme le principe de "pollueur-payeur" : le financement des aménagements d'assainissement (eaux usées, mais aussi eaux de ruissellement) doit, dans cette logique, exclusivement venir des utilisateurs de l'équipement.

La municipalité ne peut donc pas recevoir de subventions, ni de l'état, ni de la région (la seule contribution financière de l'état et des régions concerne les programmes de recherche nationaux comme le NPO-plan (50 millions de DKK), et le suivi de la qualité des eaux de surface).

De même, dans une municipalité, seuls les utilisateurs du réseau municipal contribuent au financement des installations municipales. Ainsi, les budgets des différents services municipaux, sont nettement séparés. Les contribuables raccordés à une station d'épuration "privée", ou qui ont un système d'épuration individuel, ne contribuent donc pas de façon directe ou indirecte au financement des installations municipales.

La seule source de financement possible pour l'assainissement (eaux usées, eaux de ruissellement) et l'épuration est le paiement par les usagers pour le service réalisé.

Il existe, ou il a existé au Danemark, différentes formes de paiement.

4.1. Les différentes sources de financement

4.1.1. Le prix de l'eau

Le consommateur a une facture commune pour l'eau potable et les eaux usées, l'assiette de ce paiement étant le volume d'eau consommé.

Ce sont les responsables du réseau (municipalité ou "coopérative privée"), qui fixent le prix de l'eau. Ce prix doit refléter le coût d'entretien, de fonctionnement, et de renouvellement des installations (d'après une loi de 1926, la distribution d'eau potable est d'utilité publique et ne peut donc être une activité "lucrative", il en va de même pour l'assainissement). On note au passage que le prix de l'eau peut être différent, si l'on est raccordé sur un réseau municipal ou sur un réseau privé.

C'est la municipalité qui collecte les sommes versées par les différents habitants; elle reverse ensuite à chacun des intervenants (services municipaux, "coopératives privées") son dû.

4.1.2. Le cas particulier des entreprises

Une grande partie des entreprises danoises rejettent leurs eaux usées dans un réseau d'assainissement. C'est le propriétaire du réseau (généralement municipalité) qui est chargé tout comme dans le cas des eaux usées domestiques de fixer les règles de paiement.

Classiquement, les entreprises qui ont des effluents présentant des concentrations inférieures à 400 mg/l de DBO5 sont soumises au même tarif que les usagers privés. Cette concentration de 400 mg/l est généralement la concentration d'effluents d'une industrie ayant des rejets organiques importants (abattoir par exemple) après un traitement physique.

Au delà de cette concentration, le prix à payer pour l'évacuation de l'eau est calculé sur la base de la concentration en DBO5 de ces effluents. Les industries peuvent aussi être taxées sur les concentrations en azote et phosphore de leurs effluents. Enfin, dans le cas de rejets de substances polluantes particulières des accords sont passés entre la municipalité et l'industrie concernée (n'oublions pas que c'est la municipalité qui délivre les autorisations de connexion sur le réseau).

Enfin, deux remarques sont importantes :

- il semble qu'un certain nombre de municipalités renoncent actuellement à taxer les industries sur la DBO5 rejetée (c'est le cas à Aarhus). En effet, l'élimination de l'azote est devenue obligatoire dans un certain nombre de stations d'épuration depuis le plan d'action de 1987. Or, il s'avère qu'une forte charge en matière organique des eaux usées entrant dans la station est un facteur positif pour l'élimination biologique de l'azote.
- il est illicite pour les municipalités de procéder à des rabais sur le prix de l'évacuation des eaux usées pour les industries. Ce pourrait être un moyen pour les municipalités d'attirer des industriels. Cependant, dans le cas où l'industriel traite ses eaux avant de les rejeter dans le réseau d'assainissement, des rabais peuvent être tolérés.

4.1.3. La taxe de raccordement

Les services municipaux ou les "coopératives privées" peuvent prélever une taxe de raccordement au réseau. Cette taxe est censée couvrir les frais de construction des ramifications desservant les nouvelles habitations ou installations industrielles, et éventuellement les aménagements nécessaires dans les parties aval du réseau et au niveau de la station d'épuration.

Certaines municipalités ont vu dans cette taxe une possibilité de ressource financière pour les aménagements nécessaires à la réalisation du plan d'action de 1987. Depuis le 1er Octobre 1992, cette taxe est plafonnée pour éviter ce type d'abus; elle est plafonnée

à 30.000 DKK par habitation (consommation inférieure à 200 m³ par an), ou par surface de 800 m² de site industriel.

4.1.4. Les prélèvements exceptionnels

Jusqu'en 1987, il était possible pour les municipalités de procéder à des prélèvements exceptionnels pour financer certains aménagements importants. Ainsi la municipalité de Skive a prélevé 5.000 DKK par habitation (moins de 200 m³ d'eau consommée par an), et a effectué des prélèvements équivalents auprès des industriels pour le financement de sa nouvelle station d'épuration dans le cadre du projet du Limfjord (station de 123.000 E.H, ayant coûté 100 millions de DKK).

Le parlement a considéré que cette possibilité pouvait mener à des abus de la part des municipalités. Et, les municipalités qui ont procédé à des aménagements dans le cadre du plan d'action de 1987, n'ont pas pu utiliser cette ressource.

4.2. Les effets financiers du plan d'action de 1987

Mis à part quelques cas particuliers, où une politique de protection de sites naturels (lac de Silkeborg au sud de Viborg, ou à Bjerringbro dans le cadre de la protection de la rivière Gudena), avait déjà nécessité la construction d'unités d'épuration performantes, la plupart des municipalités ont dû s'équiper dans de très brefs délais. Elles ont donc été, pour la plupart confrontées à des problèmes importants pour financer les lourds investissements qui leur étaient demandés.

- En 1985 les trois régions prenant part au projet Limfjord ont décidé, d'un commun accord que toutes les stations d'épuration de plus de 1.000 E.H rejetant leurs effluents dans le fjord, devait avant fin 1988 se conformer aux normes d'émission définies dans le projet (cf. chapitre II, partie 1). La municipalité de Skive (Nord-Ouest de Viborg), a donc dû procéder à la construction d'une station d'épuration de 100 millions de DKK en moins de quatre ans.

Les réserves de financement du service d'assainissement de la municipalité étaient insuffisantes; la municipalité a donc eu recours à un prélèvement exceptionnel (couvrant avec les réserves la moitié du coût de la station), et à une augmentation importante du prix de l'eau : le prix de l'évacuation des eaux usées est passé d'environ 2 DKK par m³, à 7,85 DKK par m³.

Cependant le prélèvement exceptionnel a permis de limiter l'endettement de la municipalité, et de limiter l'augmentation du prix de l'eau.

- La municipalité de Aarhus a dû procéder à la modification de la majeure partie de ses stations d'épuration dans le cadre du plan d'action de 1987. Ceci représentait un investissement de 1,3 milliards de DKK, à réaliser avant la fin de l'année 1992.

Pour financer cet investissement la commune a dû augmenter de manière importante le prix de l'évacuation des eaux usées qui est passé d'environ 2 DKK par m³ à 9,22 DKK par m³. D'autre part, les réserves financières du service d'assainissement de la ville n'ont, bien entendu, pas suffi, et les services d'assainissement se sont très largement endettés principalement auprès des

autres services de la municipalité (cf. figure ci-dessous, courbe en trait gras). Les comptes des services d'assainissement ne seront de nouveau positifs qu'à partir de l'an 2.000.

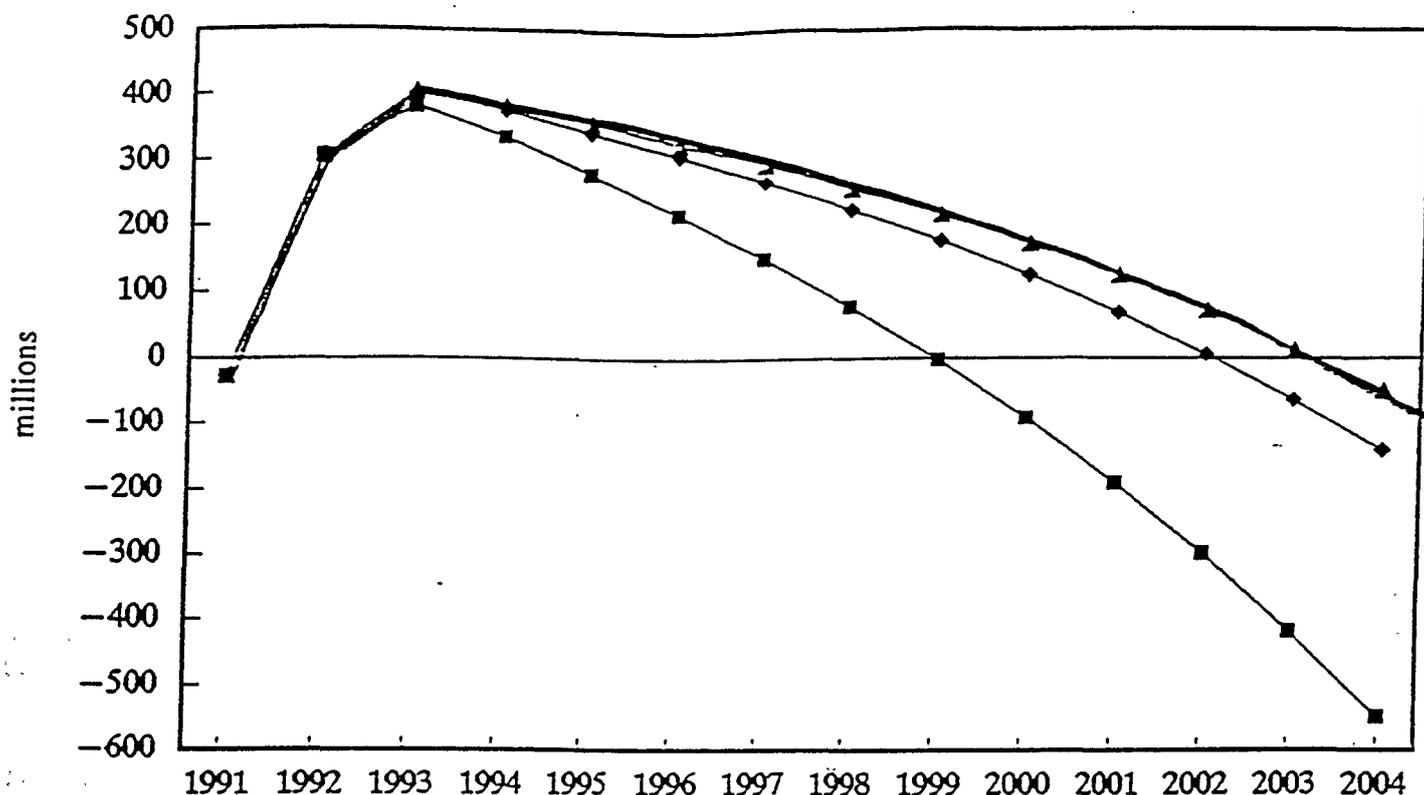


fig 3 : Prévion de l'état du déficit du service d'assainissement de la municipalité d'Aarhus

On peut tirer plusieurs conclusions sur les effets du plan de 1987 :

- les faibles délais laissés aux municipalités pour réaliser ces investissements, ont provoqué, pour un grand nombre d'entre elles, un endettement des services d'assainissement. La plupart des grandes villes danoises se trouvent dans ce cas.
- le prix de l'eau a été en général, multiplié par quatre. On imagine aisément, que seules une mobilisation de l'opinion publique sur les problèmes de pollution des eaux de surface par les nutriments, et une réelle volonté politique ont permis cette brusque augmentation, qui aurait certainement été impossible dans un autre contexte.
- la situation financière de la municipalité de Aarhus est représentative de celle de la plupart des municipalités disposant de grandes stations d'épuration (visées par le plan de 1987). Mais les investissements en matière d'assainissement ne sont pas terminés au Danemark : on estime en effet que si la construction des stations d'épuration a coûté environ 15 milliards de DKK, il faudra investir environ 10 milliards dans le "pluvial", et surtout 30 milliards dans la réhabilitation de réseaux d'assainissement qui est la grande tâche des années à

venir (chiffres recueillis auprès des entreprises Krüger et Cowi). Notons que les dépenses pour la réhabilitation du réseau étaient prises en compte dans la prévision de la municipalité de Aarhus (elles sont estimées à 50 millions de DKK par an).

5. ETAT DE L'ASSAINISSEMENT

Depuis 1988, le ministère de l'Environnement, et les régions recensent de manière systématique les différents rejets des réseaux séparatifs et unitaires ([7], [8]). Les données dont on peut disposer sont donc assez précises et détaillées.

5.1. Les réseaux d'assainissement

93% de la population danoise est connectée par l'intermédiaire d'un réseau d'assainissement à une station d'épuration. Ces réseaux d'assainissement collectent aussi une grande partie des eaux usées industrielles. Le volume annuel des eaux industrielles collectées par les réseaux d'assainissement au Danemark est d'ailleurs sensiblement égal au volume des eaux domestiques (dans certaines installations comme à Skive, région de Viborg, la majeure partie des eaux usées sont d'origine industrielle, et particulièrement des industries alimentaires comme les abattoirs, de même la moitié du volume traité à la station de Marselisborg à Aarhus est d'origine industrielle).

L'assainissement collectif est donc la solution qui prédomine. L'assainissement individuel ou de groupements de moins de trente habitations (via une fosse septique, une station d'épuration mécanique, ou un rejet direct dans le milieu récepteur), est peu répandu, et concerne surtout les zones rurales.

La majeure partie des canalisations ont été construites dans les années 20 et 30, et dans les années 60, souvent à la hâte, pour répondre à la croissance rapide de la population surtout en zone urbaine. Une grande partie des conduites des réseaux danois sont en mauvais état (présence de quantités importantes d'eaux parasites, comblement des conduites, fuite de conduite et pollution des nappes). La réhabilitation des réseaux constituera certainement une des tâches majeures en matière d'assainissement au Danemark pour les années à venir.

5.2. Le parc de stations d'épuration

Le Danemark est l'un des pays d'Europe les plus avancés en matière d'épuration des eaux usées, et notamment sur les techniques d'épuration biologique : dès 1960 la commune de Mogeltonder se dotait de l'une des premières stations d'épuration biologique à chenal d'oxydation, et l'entreprise danoise Krüger possède aujourd'hui la majeure partie des brevets internationaux en matière d'élimination biologique de l'azote (N) et du phosphore (P).

Le Danemark a commencé à s'équiper en stations d'épuration au début des années 1960. Le parc s'est progressivement développé. Depuis les cinq dernières années un effort

particulier a été porté pour développer et améliorer le parc existant (le tableau ci-dessous traduit les dernières évolutions du parc de stations).

traitement	nb de stations de plus de 30 E.H recensées en 1989 [9]	nb de stations de plus de 30 E.H recensées en 1990 [8]	nb de stations de plus de 30 E.H recensées en 1991 [7]
pas de traitement	13	13	10
épuration mécanique	981	949	899
épuration mécanique et chimique	30	27	24
épuration mécanique. et biologique	764	723	694
épuration mécanique, biologique et chimique	120	138	157
épuration mécanique, biologique, et nitrification dénitrification.	8	8	7
épuration "complète" : mécanique, biologique, chimique, nitrification, dénitrification.	59	90	106
TOTAL	1975	1948	1877

Notons que le nombre de stations d'épuration municipales en 1984 était de 2244, auxquelles il faut ajouter 300 et 400 stations "privées" qui n'étaient pas recensées à l'époque. Ces stations étaient essentiellement équipées pour un traitement physique ou un traitement physique et biologique.

on peut faire deux remarques principales sur ces chiffres, et sur l'effet du plan d'action de 1987 :

- le nombre de stations équipées pour traiter le phosphore et l'azote augmente, à partir de 1990 il s'agit essentiellement des stations directement concernées par le plan (plus de 5.000 E.H).
- le nombre global de stations d'épuration diminue. Afin de mieux maîtriser les rejets la tendance est à la concentration des eaux usées dans des stations d'épurations de grande dimension dans chaque municipalité. Les réseaux de petite dimension sont raccordés au réseaux principaux de la municipalité, et les petites stations d'épuration à technologie simple (pas de traitement, traitement mécanique) tendent à disparaître. En 1984, 10% des eaux usées étaient rejetées sans traitement, actuellement ces rejets représentent moins de 1% du volume annuel des eaux usées.

Un effort très important, amorcé au milieu des années 80 (programme du Limfjord, NPO-plan), et renforcé depuis le plan d'action de 1987, a donc été fourni pour améliorer la qualité des eaux usées rejetées dans le milieu récepteur.

Actuellement on peut considérer que la plupart des aménagements ont été réalisés. Sauf dans quelques cas particuliers, la quasi totalité des stations d'épuration, et la totalité des

stations de plus de 5.000 E.H, respectent les directives concernant les rejets imposées par le plan d'action de 1987, et l'EPA.

Généralement, ce sont des problèmes financiers qui ont retardé ou empêché les aménagements. On peut citer comme exemple de cas particulier, trois villes du nord du Jylland (Hanstholm, Lokken, et Hirsthals), qui ne sont pas des agglomérations importantes, mais qui ont sur leur territoire des industries de transformation des produits de la pêche qui sont la source majeure d'eaux usées. Ces trois municipalités ont demandé une dérogation au ministère de l'environnement, car elles n'ont aucun intérêt à exercer des pressions sur ces entreprises qui les font vivre, pour qu'elles financent la construction de la station nécessaire. De plus, ce secteur industriel est en crise, et le gouvernement peut leur accorder un délai pour ne pas trop charger financièrement ces industries. Le règlement de ce problème sera intéressant, il montrera quels poids relatifs ont les intérêts économiques et les intérêts environnementaux au Danemark.

Actuellement, près de 100% des rejets domestiques et industriels vers les cours d'eau, les lacs, ou les zones côtières passent par une station d'épuration. Les rejets directs d'eaux usées industrielles sans traitement sont inexistant; on compte, par contre, quelques rejets directs d'eaux usées domestiques d'habitations isolées en zones rurales.

En 1991, le ministère de l'environnement recensait 1877 stations d'épuration de plus de 30 Equivalent-Habitant (E.H) au Danemark [8]. Mais le pays ne compte guère plus de 300 stations de plus de 5.000 E.H, et ces 300 stations traitent 90% du volume des eaux usées.

(Un Equivalent-Habitant représente 21,6 kg de DBO5 produits annuellement, 4,4 kg d'azote total, et 1,5 kg de phosphore total, [9]).

Le tableau suivant [7] donne un ordre d'idée des technologies d'épuration mises en oeuvre au Danemark.

La plupart des stations d'épuration de plus de 5.000 E.H sont équipées pour traiter le phosphore, et toutes les stations de plus de 15.000 E.H effectuent l'épuration "complète" des eaux usées.

traitement	nb de stations de > 30 E.H recensées	% du volume traité	objet du traitement	efficacité théorique (9), et remarques
pas de traitement	10	1		
épuration mécanique	899	8	dégrillage, décantation	élimination de 10 à 20% du N et P, et d'une grande partie des micro polluants
épuration mécanique et chimique	24	4,5	dégrillage, décantation, ajout de produits floculants	type stations équipant des sites industriels ; traitement spécifique du rejet.
épuration mécanique. et biologique	694	49,5	dégrillage, décantation, digestion de la matière organique par des micro-organismes.	élimination de 85-95% de la DBO5, et de 20 à 40% de N et P. La technologie la plus utilisée est le chenal d'oxydation, mais 67 stations procèdent par épandage des eaux usées dans des champs.
épuration mécanique, biologique et chimique	157	12	ajout de sulfate de fer ou d'aluminium en début ou fin de processus pour fixer le phosphore.	élimination de 80 à 90% du phosphore. Ce type de stations est utilisé en cas de rejets dans des eaux continentales (lacs, rivières) sensibles à l'eutrophisation.
épuration mécanique, biologique, nitrification dénitrification.	7	1,5	élimination de l'azote par alternance de phases d'oxydation et d'anoxie dans le chenal d'oxydation (réduction des nitrates en azote gazeux)	élimination de 85 à 95% de l'azote des eaux usées. L'azote joue un rôle important dans l'eutrophisation des milieux marins.
épuration "complète" : mécanique, biologique, chimique, nitrification, dénitrification.	106	23,5		
TOTAL	1877	100		

5.3. Les eaux pluviales

La surface totale drainée par les réseaux d'assainissement au Danemark est de l'ordre de 200.000 hectares [9]. 43% de cette surface est drainée par des réseaux unitaires (collecte des eaux usées, et des eaux de ruissellement pluvial dans les mêmes canalisations). Il s'agit principalement des centres villes anciens. Le reste de la surface, soit 57% est drainée par des réseaux séparatifs.

Depuis une vingtaine d'années, on ne construit presque plus que des réseaux séparatifs. Cependant cette préférence pour les systèmes séparatifs au Danemark, et plus généralement en Europe, semble s'estomper.

Les sites de déversement ou de rejet des réseaux sont aussi recensés au Danemark. En 1990 on comptait 4841 sites de déversement de réseaux unitaires, et 7905 sites de rejet de réseaux séparatifs. Classiquement les exutoires des réseaux séparatifs sont équipés d'un dessableur et d'un déshuileur, et les déversoirs des réseaux unitaires possèdent une grille destinée à retenir les objets volumineux et notamment les "flottants".

La réduction de l'impact des rejets pluviaux urbains n'a pas été un thème de préoccupation majeur au Danemark. Mais localement, dans le cas d'un milieu récepteur particulièrement sensible (lac, cours d'eau), des bassins de stockage ont été construits, pour stocker une partie des eaux de ruissellement et les renvoyer vers la station d'épuration après le pluie dans le cas des réseaux unitaires, ou limiter le flux déversé par temps de pluie dans le milieu récepteur dans le cas des réseaux séparatifs.

On comptait en 1990, 779 de bassins de stockage en réseaux unitaires (la plupart des stations d'épuration de plus de 5.000 E.H sont équipées d'un bassin de stockage); ceci correspond à peu près à 20% des réseaux unitaires équipés avec des bassins. De même on recensait 1281 bassin de retenue en réseaux séparatifs, ce qui correspond à peu près aussi à 20% des réseaux équipés.

Le problème des rejets pluviaux urbains semble avoir pris plus d'importance au Danemark ces dernières années. Certains projets particuliers ont été réalisés ou sont en cours de réalisation (station de traitement des eaux pluviales de la ville d'Holstebro dans le nord du Jylland, projet de gestion automatisée du réseau de la ville de Copenhague). De manière générale, on semble s'orienter actuellement vers les techniques dites alternatives (limitation du ruissellement sur les bassins versants urbanisés par stockage temporaire de l'eau ou infiltration lorsque cela est possible). Notons au passage que la collecte des eaux usées et des eaux de ruissellement sont gérées par le même service au Danemark.

5.4. La gestion des boues

En 1987, une enquête nationale réalisée par le ministère de l'environnement faisait apparaître une production annuelle d'environ 130.000 t MS/an (soit 13 kg/an/eq hab.).

En 1992, la quantité de boues produites était de 230.000 t, augmentation due à la mise en place du traitement de l'azote et du phosphore.

Dès 1987, la filière d'élimination la plus importante est l'utilisation agricole suivie par la mise en décharge et l'incinération. Une faible partie (8,3 %) était éliminée autrement (compost, décharge spéciale pour boues, mélange avec les ordures ménagères).

La mise en place de taxes sur la mise en décharge et l'incinération a eu effet de réduire ces filières.

Modes d'élimination des boues	1987	1992
Agriculture	38 %	50 %
(dont compost)	(2 %)	(2 %)
Décharge	28 %	25 %
Incinération	27 %	25 %
Autres	7 %	

L'incinération qui traite autant de boues que la mise en décharge est uniquement utilisée dans les grosses villes (Copenhague, Aarhus...), ce qui explique le petit nombre de stations ayant ce mode d'élimination (11 contre 224 pour la mise en décharge).

L'utilisation agricole des boues est passée de 46.000 t de MS en 1987 à environ 83.000 t de MS en 1990 soit une augmentation de 80 %, alors que la quantité totale de boues produites augmentait dans le même temps de 130.000 t à 160.000 t de MS (+ 23 %). Avec la généralisation du traitement de l'azote et du phosphore, on estime que la quantité de boues produites risque d'atteindre 920.000 t MS en 1995. La quantité totale de boues utilisables pourrait atteindre 80 % si les investigations menées par les municipalités auprès des industriels pour que celles-ci réduisent leurs rejets, aboutissent.

CONCLUSION

On peut tirer trois grands enseignements de l'étude de l'organisation du service d'assainissement au Danemark.

Le système danois présente une faible inertie; dans le cas du projet du Limfjord, ou du plan d'action de 1986 il a fallu moins de cinq ans pour la mise en conformité des stations d'épuration municipales ou industrielles, ce qui est, compte tenu de l'importance des investissements réalisés, un délai très court.

Deux raisons principales expliquent cette capacité de réaction rapide du système danois : le pays est assez petit , ce qui permet de limiter le nombre de subdivisions dans le découpage administratif, et facilite les contacts entre le pouvoir central (parlement et gouvernement), et les municipalités, et le pouvoir est relativement décentralisé, laissant un très grand nombre de responsabilités et d'initiatives aux régions et aux communes.

Notons aussi, le rôle déterminant que jouent les régions grâce à deux outils : les plans d'aménagement réalisés tous les quatre ans, qui permettent d'établir un réel dialogue entre régions et communes lors de leur élaboration, et fixent clairement les engagements que prend chaque commune en matière d'aménagement pour cette période de quatre ans, et les outils de contrôle voire de répression envers les industriels et les communes dont disposent les régions.

Les investissements qui ont été réalisés en matière d'assainissement depuis le milieu des années 80, ont été lourds, et ont conduit à une sollicitation financière importante de la population : prélèvement de taxes exceptionnelles, forte augmentation du prix de l'eau. Ceci n'a été rendu possible que par une sensibilisation de l'opinion publique aux problèmes de dégradation de la qualité des eaux de surface, et par une forte mobilisation politique. Des événements catastrophiques comme la mort de tonnes de homards dans la mer de Kattegat, mais aussi, il faut le souligner, des actions locales comme le projet Limfjord, sont à l'origine de cette mobilisation.

Enfin, le Danemark confirme avec le plan d'action de 1986, son avance technologique en matière d'assainissement et d'épuration, par rapport à d'autres pays Européens. Le pays s'est doté de stations d'épuration performantes, et le programme de suivi de la qualité des eaux de surface (continentales ou marines), devenu systématique depuis 1988, devrait constituer une base de données intéressante pour l'étude de l'impact des rejets des activités humaines sur les milieux aquatiques.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ASSOCIATION DES CONSEILS GENERAUX DU DANEMARK, 1986
"Autonomie régionale".
- [2] CFCE-DRE, 1992
"Le marché danois de l'eau", ref S19160/92X, note rédigée par Pierre Hilbraudt, ambassade de France au Danemark.
- [3] DANISH HYDRAULICS INSTITUT, 1989
"Mouse user's guide and technical references".
- [4] P. HARREMOES, E. AWIN, H. HENSE, 1985
"Wastewater nutrients removal - a state of the art review", international congress on lake pollution and recovery, session II, Rome 15-18 april.
- [5] H.M. JORGENSEN, 1991
"Presentation from Danish society for the conservation of nature of the baltic 1991 conference, May 21-23, Jurata, Poland".
- [6] H.M. JORGENSEN, 1989
"Policies on effluent waters" et "Environmental legislation and planning in Denmark", documents internes de l'association Danmark Naturfredningsforening.
- [7] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1992
"Fagdatacenterrapport : Renseanlaeg og regnvandsbetingede udlob og spredt bedyggelse i Danmark, 1991", recensement annuel des rejets des stations d'épuration et des rejets pluviaux, rapport provisoire, septembre 1992
- [8] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1992
"Fagdatacenterrapport : Renseanlaeg og regnvandsbetingede udlob i Danmark, 1990", recensement annuel des rejets des stations d'épuration et des rejets pluviaux, mars 1992
- [9] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1991
"Environmental impact of nutrients emissions in Denmark".
- [10] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1991
"Environmental Protection Act", Loi n° 358 du 6 juin 1991.
- [11] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1990
"Act n°420 of june 13, 1990, on waste deposits"
- [12] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1990
"The Danish national report to be presented at the European conference on water management, Paris La Vilette, December 4-6, 1990".
- [13] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1989
"Statutory order n°736 of October 26 1989, on application of sludge sewage and compost...etc, for agricultural purposes".

- [14] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1988
"National follow up of the ministerial declaration of the second international conference on the protection of the North Sea", ref. M805 - 0013.
- [15] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1987
"Action plan against pollution of marine environment by nutrients", 31 janvier 1987.
- [16] MILJOSTYRELSEN (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), 1984
"Project abstracts of the Danish NPO research program, group A, group B, group C", 3 volumes.
- [17] THE COUNTY OF AARHUS, 1991
"Waste water management", P.C. Erichsen, J. Johansen, P. Kaarup.
- [18] THE COUNTY OF VIBORG, 1992
"The department of environment and technic".
- [19] THE COUNTY OF VIBORG, 1991
"Fly the blue flags, the Limfjord project 1972-1990".
- [20] INSTITUT EUROPEEN DE L'EAU, 1992
Groupe de travail sur les filières d'élimination des boues - 9 et 10 avril 1992 - Bruxelles
La production et l'élimination des boues d'épuration au Danemark - 20 p
- [21] MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT (MILJOSTYRELSEN)
Décret n° 736 du 26 octobre 1989 sur l'utilisation agricole des boues d'épuration, des eaux usées et du compost.
- [22] Décret n° 145 du 25 février 1992 amendant le décret sur l'utilisation agricole des boues d'épuration, des eaux usées et du compost.
- [23] LECLERCQ Stéphane, 1993
Utilisation agricole des boues de station d'épuration au Danemark et en Allemagne.
Mémoire de DEA Sciences et Techniques de l'Environnement - Université Paris XII Val de Marne/ENPC/ENGREF
Laboratoire Gestion des Services Publics, 39 p + annexes