



HAL
open science

Le traitement des eaux résiduaires dans les zones touristiques de montagne

Catherine Boutin

► **To cite this version:**

Catherine Boutin. Le traitement des eaux résiduaires dans les zones touristiques de montagne. Cemagref Editions, pp.184, 1992, 2-85362-281-9. hal-02581763

HAL Id: hal-02581763

<https://hal.inrae.fr/hal-02581763>

Submitted on 21 Jul 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES DANS LES ZONES TOURISTIQUES DE MONTAGNE

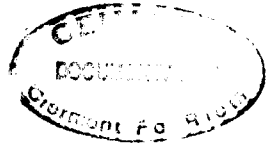
PUB00012119



CEMA GMA 7 GREF



OMS



LE TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES DANS LES ZONES TOURISTIQUES DE MONTAGNE

Rapport d'une consultation d'experts
Lyon, 19-23 novembre 1990

Coordinatrice : Catherine BOUTIN



OMS

ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTE

BUREAU REGIONAL DE L'EUROPE
8, Scherfigsvej
2100 Copenhagen
DANEMARK



CEMAGREF

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

GROUPEMENT DE LYON
Division Qualité des Eaux
3 bis, quai Chauveau, CP 220
69336 Lyon Cedex 09
FRANCE



Le CEMAGREF est un organisme de recherches dans les domaines de l'eau, de l'équipement pour l'agriculture et l'agro-alimentaire, de l'aménagement et de la mise en valeur du milieu rural et des ressources naturelles.

En contact permanent avec les agents économiques et les collectivités, il cherche à constituer des outils mieux adaptés dans différents secteurs d'activités :

- eau, hydrologie, hydraulique agricole, qualité des eaux
- risques naturels et technologiques
- montagne et zones défavorisées
- forêts
- machinisme et équipement agricoles
- équipement des industries agro-alimentaires
- production et économie agricoles.

Le CEMAGREF est un Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique sous la tutelle des ministères de la Recherche et de la Technologie, de l'Agriculture et de la Forêt.

Il emploie 970 agents dont 420 scientifiques répartis en 10 groupements : Aix-en-Provence, Antony, Bordeaux, Clermont-Ferrand, Grenoble, Lyon, La Martinique, Montpellier, Nogent-sur-Vernisson, Rennes.

"Tous les droits relatifs à ce document sont réservés par le CEMAGREF et le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe. Il peut cependant être commenté, résumé, reproduit ou traduit sans autorisation, pour autant qu'il ne s'agisse pas d'un usage lié directement ou indirectement à des fins commerciales. Les vues exprimées par des auteurs nommément désignés n'engagent que la responsabilité de ces derniers."

P R E A M B U L E

Le groupe de travail sur le traitement des eaux usées dans les zones touristiques situées en montagne, tenu à LYON (FRANCE) du 19 au 23 Novembre 1990, était organisé par l'OMS en réponse à la Charte européenne de l'environnement et de la santé adoptée à FRANCFORT en Décembre 1989, qui appelait les pays à prendre des mesures immédiates pour protéger l'environnement et la santé humaine.

Trente-quatre experts de quatorze pays sont venus à cette réunion qui avait pour tâches précises :

- d'examiner l'avant projet de lignes directrices sur la gestion des eaux usées dans les zones touristiques situées en montagne,
- de compléter ce projet à la lumière d'informations provenant de divers pays européens.

L'avant-projet initial avait été établi par des experts du Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (CEMAGREF) de LYON (FRANCE), centre collaborateur OMS. Il avait ensuite été lu par des experts de treize pays, qui y avaient ajouté des informations relatives à leur pays sur les installations de traitement et les problèmes qui se posaient à cet égard.

Les participants, dont la liste complète figure en **annexe N° 2**, représentaient des disciplines diverses : génie sanitaire, génie chimique et génie environnemental, architectes, exploitants d'installations d'épuration, biochimistes, ingénieurs agricoles et forestiers, hygiénistes, chercheurs universitaires et fonctionnaires.

Le CEMAGREF et l'Office fédéral de l'environnement des forêts et du paysage (SUISSE) avaient accepté de contribuer au financement de la réunion; l'Institut Pasteur de LYON avait offert ses locaux et les Ministères français de la santé et de l'agriculture, ainsi que l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, et la région Rhône-Alpes, avaient aidé à l'organiser.

SOMMAIRE

INTRODUCTION .	. P 11
I - CONTRAINTES INHERENTES AUX ZONES TOURISTIQUES DE MONTAGNE.	. P 13
I.1. Rigueur du climat .	. P 13
I.2. Topographie mouvementée .	. P 16
I.3. Milieu récepteur .	. P 17
I.3.1. Cours d'eau .	. P 18
I.3.2. Lacs .	. P 19
I.3.3. Rejets dans le sol en place .	. P 19
I.4. Le tourisme .	. P 19
I.4.1. Aspects sanitaires .	. P 19
I.4.2. Aménagement et paysage .	. P 20
I.5. Les eaux usées .	. P 20
I.5.1. Du réseau à la station d'épuration.	. P 20
I.5.2. Composition des eaux usées .	. P 20
I.5.3. Charges à traiter .	. P 23
I.6. Les boues résiduaires .	. P 25

**II - ETAT DE L'ASSAINISSEMENT EN ZONES TOURISTIQUES
DE MONTAGNE . . . P 27**

**II.1. Pays bénéficiant d'équipements - Recherches en cours
pour des collectivités isolées . . . P 29**

A - ALLEMAGNE . . . P 30

B - FRANCE . . . P 38

C - ISLANDE . . . P 52

D - ITALIE . . . P 58

E - ROYAUME-UNI . . . P 69

F - SUISSE . . . P 77

II.2. Pays dont les équipements sont en cours d'adaptation . . . P 88

G - TCHECOSLOVAQUIE . . . P 89

H - U.R.S.S. . . . P 97

II.3. Pays dont les équipements sont prévus . . . P 104

I - ALBANIE . . . P 105

J - BULGARIE . . . P 111

K - ROUMANIE . . . P 113

III - LE TRAITEMENT DES EAUX USEES . . . P 121

III.1. Filières de traitement des eaux des collectivités . . . P 121

III.1.1. Prétraitements . . . P 121

III.1.2. Les procédés biologiques aérobies . . . P 122

III.1.2.1. Techniques des boues activées . . . P 122

III.1.2.2. Les cultures fixées . . . P 124

- lits bactériens . . . P 124

- disques biologiques . . . P 125

- biofiltres . . . P 127

III.1.3. Procédés physico-chimiques .	P 129
III.1.4. Procédés associant biologie et physico-chimie .	P 131
III.1.4.1. Association en parallèle .	P 131
III.1.4.2. Association en série .	P 131
III.2. Filières de traitement des eaux d'un habitat isolé .	P 132
III.2.1. Classification des sites touristiques isolés .	P 133
III.2.2. Traitement des eaux .	P 135
III.2.2.1. Traitement différé à l'aval .	P 135
- Transport par collecteur .	P 135
- Transport par véhicule .	P 136
III.2.2.2. Traitement sur place .	P 136
- Les procédés conventionnels .	P 137
- Les procédés rustiques .	P 137
- Traitement des eaux vannes .	P 138

IV - LE TRAITEMENT DES BOUES ET DES SOUS PRODUITS . . P 143

IV.1. Nature des boues et des sous-produits .	P 143
IV.1.1. Boues physico-chimiques .	P 144
IV.1.2. Boues biologiques .	P 144
IV.1.3. Boues mixtes .	P 144
IV.1.4. Sous-produits .	P 145
- refus de dégrilleur .	P 145
- refus de dégraisseur .	P 145
- refus de dessableur .	P 146
- matières de vidange .	P 146
IV.2. Un problème crucial en montagne :	
le devenir des boues .	P 146

IV.2.1. Valorisation .	. P 147
IV.2.1.1 Valorisation agricole .	. P 147
IV.2.1.2 Valorisation sur les alpages .	. P 148
IV.2.1.3 Valorisation sur pistes de ski .	. P 148
IV.2.1.4 Autres débouchés .	. P 151
IV.2.2. Elimination .	. P 151
IV.2.2.1 Mise en décharge .	. P 151
IV.2.2.2 Incinération .	. P 152
IV.3. Filières de traitement des boues .	. P 154
IV.3.1. Epaissement .	. P 154
IV.3.2. Déshydratation .	. P 155
IV.3.3. Stabilisation .	. P 157
IV.3.3.1. Stabilisation des boues liquides .	. P 157
IV.3.3.2. Stabilisation des boues déshydratées .	. P 157

V - MAINTENANCE .	. P 163
--------------------------	----------------

VI - ELEMENTS DE REFLEXION POUR LE CHOIX D'UNE STATION D'EPURATION .	. P 165
---	----------------

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE .	. P 173
--------------------------------	----------------

ANNEXE N° 1 : Les recommandations émises pendant la réunion du 19 au 23 Novembre 1990 à LYON .	. P 175
ANNEXE N° 2 : Listes des participants et des auteurs .	. P 177
ANNEXE N° 3 : Situation par pays-canevas type du texte	. P 183

INTRODUCTION

La montagne, terme très courant, employé et connu de tous, est pourtant une notion complexe difficile à définir. En effet la zone de montagne ne bénéficie pas d'une définition unique, identique à l'ensemble des pays. Lorsqu'elle existe, cette définition reflète généralement non seulement les caractéristiques de la montagne mais aussi les caractéristiques nationales.

De nombreux pays reconnaissent la notion de "zones agricoles défavorisées", sur lesquelles ils se fixent des objectifs spécifiques de développement et de sauvegarde de l'espace naturel. Cette terminologie couvre notamment les zones de montagne.

Souvent les paramètres retenus, pour cette définition soulignent des critères physiques :

- l'altitude : induisant des conditions climatiques très difficiles se traduisant par une période de végétation très raccourcie.
- la pente : rendant impossible la mécanisation, ou nécessitant l'utilisation d'un matériel particulier très onéreux,
- ou une combinaison des deux provoquant un handicap jugé équivalent.

Bien que ces critères aient été définis au regard des activités agricoles, il apparaît que ces deux notions pente/altitude constituent une caractérisation physique très générale des zones de montagne. La directive émanant de la Communauté Economique Européenne s'appuie sur ces deux éléments pour fournir une définition de la zone de montagne.

Toutefois, il importe de considérer que les seuls critères physiques sont insuffisants pour qualifier totalement la notion de montagne, qui constitue une entité économique spécifique, supposant une approche globale du développement économique et de la gestion des ressources naturelles et humaines.

Conjointement, une zone de montagne sera qualifiée de touristique lorsque le site permet la pratique de diverses activités hivernales (liées à la neige) ou estivales (randonnées,...). L'importance du tourisme est étroitement dépendante de la capacité d'accueil du site. L'engouement pour les sports d'hiver génère depuis près de 30 ans un accroissement continu du nombre de stations touristiques.

La prise en considération des problèmes d'assainissement liés au développement touristique est essentielle, tant pour la préservation de la santé publique, qui gage dans une large mesure l'avenir touristique de ces sites, que pour le maintien de la qualité de l'environnement.

Les contraintes inhérentes aux zones touristiques de montagne sont listées et détaillées dans le chapitre I.

Basé sur l'expérience acquise par de nombreux pays et relatée dans le chapitre II, ce guide technique a l'ambition de faire le tour des méthodes spécifiques appliquées à l'assainissement des zones touristiques de montagne afin de fournir aux décideurs et aménageurs de ces secteurs particuliers, une démarche cohérente pour le choix du système approprié.

L'expérience évoquée dans ce document peut toutefois s'appliquer à d'autres parties du territoire présentant des difficultés similaires.

Le chapitre III fait le tour des filières de traitement des eaux usées; le chapitre IV s'intéresse plus précisément aux filières de traitement des boues. Les difficultés de maintenance sont évoquées au chapitre V.

En synthèse, au chapitre VI sont fournis les éléments indispensables d'aide à la décision, lesquels devraient permettre de définir le schéma d'assainissement le plus pertinent, intégrant l'ensemble des différentes contraintes de collecte, de dépollution des eaux, et d'évacuation des sous-produits. On tiendra également compte de la sensibilité particulière de l'écosystème montagneux et de ses répercussions en terme de risques sanitaires sur les populations résidentes et touristiques.

I - CONTRAINTES INHERENTES AUX ZONES TOURISTIQUES DE MONTAGNE

En matière d'assainissement, la réalisation de stations d'épuration se heurte à de nombreuses difficultés inhérentes aux zones de montagne : climat rigoureux, topographie mouvementée, milieu récepteur particulier, variations quantitative et qualitative des eaux usées.

Une zone de montagne ne répond pas forcément à l'ensemble de tous ces critères. Néanmoins, un ou plusieurs de ces paramètres entrent en compte lors du choix de la filière complète de traitement.

I - 1 RIGUEUR DU CLIMAT

Les conditions climatiques en zones de montagne sont caractérisées par des variations de température importantes, les températures minimales pouvant atteindre des valeurs extrêmement basses dans certaines régions. Les gelées sont fréquentes et la neige souvent abondante en période hivernale.

Les amplitudes de variations sont plus ou moins grandes en fonction de l'exposition (adret-ubac). En fond de vallée, les vents très canalisés contribuent à diminuer encore la valeur minimale des températures.

FROID

Les températures froides des effluents peuvent générer de nombreux problèmes.

Les faibles températures peuvent être à l'origine du figement ou du dépôt des huiles ou graisses dans certains tronçons du réseau*. Même si l'on n'atteint pas l'obstruction complète dudit réseau, les eaux usées s'écoulent pourtant plus difficilement et le tronçon est alors davantage sujet au gel (AGENCE FINANCIERE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE CORSE, 1979).

Le froid engendre une diminution de l'activité épuratoire de certains systèmes de traitement biologique (BONOMO et al, 1984).

La température des eaux résiduaires baisse lorsqu'il y a d'importants apports d'eaux claires (fonte de neige, source, fontaine) dans le réseau. Les températures minimales atteintes sont de l'ordre de 2 à 5°C. Par contre, lorsque l'admission d'eaux parasites est limitée, la température n'est pas notablement affectée par les conditions extérieures. La température des eaux admises sur une station d'épuration est alors à peu près constante toute l'année : elle est de l'ordre de 10 à 15°C.

GEL

La rigueur du climat se traduit par de fortes gelées qui peuvent avoir une incidence notable sur la durée de vie ou la fiabilité des équipements mécaniques non protégés.

Les canalisations seront systématiquement enfouies jusqu'au niveau hors gel.

Le choix d'une filière de traitement des eaux tiendra compte des éléments particulièrement sensibles; on peut citer :

- les ouvrages de prétraitement ;
- les systèmes d'aération de surface pour les stations à boues activées (risque de blocage des équipements tournants par formation de glace) ;

* NOTA : l'introduction dans le réseau de ces éléments n'est bien évidemment pas conseillée. Ils devraient être retenus dès la source.

- les appareillages de dosage des stations physico-chimiques ;
- les circuits des boues.

Pour ces différentes raisons, les stations sont le plus souvent couvertes en partie ou en totalité.

En ce qui concerne le traitement des boues, des expériences satisfaisantes ont été rapportées sur l'utilisation de la congélation des boues déshydratées. (MARKLUND, 1990).

NEIGE

Les précipitations sous forme neigeuse ont une incidence directe sur les conditions d'accès aux stations touristiques de montagne. Néanmoins, ces voies doivent impérativement rester praticables par tous les temps afin d'assurer les tâches quotidiennes de maintenance (sablage ou salage doivent être régulièrement réalisés).

Les quantités de sel qui sont répandues sur les routes chaque hiver pour faire fondre neige et glace sont, dans la grande majorité des cas, constituées de chlorure de sodium ou de chlorure de calcium et, en quantité moindre, de chlorure de magnésium (BERBENNI et coll, 1984). Le chlorure de sodium est le plus utilisé surtout dans les zones où la température ne descend pas au-dessous de - 5°C, les autres sels étant employés dans les sites où la température est inférieure (BERBENNI et coll, 1984).

La consommation spécifique de sel peut atteindre 500 kg/km de route. Sur les terrains attenants à la route, des concentrations de sels dans le sol jusqu'à 500 à 1 000 g/m² ont pu être enregistrées. Au moment de la fonte des neiges, les eaux contenant une grande quantité de sel s'écoulent en surface et se répandent dans le sous-sol pouvant menacer de pollution les cours d'eau voisins (BERBENNI et coll, 1984). Tant que la teneur en sel des eaux résiduaires reste faible, cas le plus fréquent, il n'est pas observé de dysfonctionnement majeur de la station d'épuration.

La rigueur du climat interdit la réalisation hivernale de gros travaux d'amélioration ou de maintenance (gros oeuvre, entretien d'organes électromécaniques,...).

Certaines filières de traitement des boues ne peuvent être utilisées dans ces conditions climatiques difficiles. L'épandage de boues sur sol gelé ou enneigé ne peut ainsi être mis en oeuvre. Il en est de même pour la technique des lits de séchage.

I - 2 TOPOGRAPHIE MOUVEMENTEE

Pour créer des stations touristiques ou de nouvelles pistes skiabiles, la pression touristique est telle que certains promoteurs n'hésitent pas à remodeler le relief de la montagne à coups de déblais et de remblais faisant fi des lois élémentaires de la nature.

Ces travaux entraînent parfois des érosions alarmantes du fait du décapage superficiel des terres végétales. L'épandage des boues pourrait limiter dans certains cas ces phénomènes d'érosion. Les critères topographiques (pente,...) conditionnent la texture des boues qui, si elles sont épandues à l'état liquide, risquent de migrer rapidement vers les cours d'eau. Pour la même raison, la mise en décharge risque d'entraîner de nombreux problèmes par une évacuation non contrôlée des lixiviats.

L'espace mobilisé est généralement très coûteux et la place disponible reste dans ces conditions une denrée rare réservée à des centres d'activités liés au tourisme. La présence de zones avalancheuses contribue à réduire davantage l'espace qui aurait pu être réservé à la station d'épuration.

De ce fait, la surface disponible pour l'implantation des stations d'épuration est très souvent restreinte. De plus, les terrains alloués présentent souvent de forts handicaps (terrains en pente plus ou moins accentuée, zones instables, accès difficile,...) ce qui entraîne inévitablement des surcoûts de construction du fait de l'emploi de géotechniques spécifiques (ancrage sur les rochers, travaux de terrassement importants,...).

Les boues impossibles à utiliser en épandage en hiver dans ces zones montagneuses sont de plus délicates à transporter surtout lorsqu'elles sont à l'état liquide, (volumes importants générant des frais de transport élevés, routes sinueuses et étroites impliquant des pertes durant ce transport,...). Les boues sont donc généralement stockées, mais cette opération est souvent difficile voire impossible du fait de l'espace disponible très limité. D'importants volumes de stockage correspondant à la production de boues d'au moins 6 mois doivent être prévus.

I - 3 MILIEU RECEPTEUR

La recherche du site d'implantation d'une station d'épuration ne peut être dissociée de la nécessité de disposer également (sauf cas exceptionnels) d'un milieu récepteur pour les eaux traitées.

Les exutoires des stations d'épuration de montagne sont généralement constitués par des cours d'eau (rivières, torrents....) ou des lacs et plus rarement par un gouffre ou un site d'infiltration (absence d'exutoire naturel proprement dit).

Chacun de ces milieux a la possibilité d'accepter une certaine quantité de pollution extérieure sans détérioration notable de sa qualité. La connaissance de cette capacité, ou "pouvoir auto-épuration", détermine l'intensité de l'effort à fournir pour réduire l'impact du rejet des eaux résiduaires. Le choix de la filière de traitement doit donc être adapté aux objectifs de qualité fixés pour le milieu récepteur donné.

Le problème principal rencontré dans les eaux de surface résulte de l'apport de la matière organique. En effet quelques organismes (bactéries, zooflagellés) en tirent leur nourriture et, en dégradant cette matière organique, consomment l'oxygène dissous dans l'eau, modifiant ainsi la faune aquatique et sa diversité.

Un autre danger est lié au rejet de certaines formes d'azote, essentiellement l'ammonium. Cette forme, en fonction des conditions physico-chimiques du milieu (pH et température) peut évoluer en ammoniacque, forme très toxique pour les poissons. De toute façon, l'oxydation de NH_4^+ dans un milieu récepteur se traduit par un appauvrissement de la teneur en oxygène et une transformation sous la forme instable nitrite, également toxique pour la vie piscicole.

L'hydrogène sulfuré, bien que très rapidement oxydé en milieu aérobie, peut présenter certains problèmes de toxicité pour la faune et la flore. Le phosphore constitue le facteur limitant de l'eutrophisation des lacs et peut également poser des problèmes dans certaines rivières à courant lent.

En dernier point, le déversement d'eaux usées pose des problèmes sanitaires. Cet aspect est d'autant plus important lorsque le milieu récepteur bénéficie d'un usage récréatif (zone de baignade, ...) ou encore lorsque l'eau courante est destinée à la consommation en eau potable.

En zone de montagne, contrairement aux idées reçues, les charges polluantes à traiter et la nature du milieu récepteur exigent d'imposer des niveaux de qualité contraignants sur l'eau traitée.

1-3-1 COURS D'EAU

Les caractéristiques des cours d'eau d'altitude (basse température, faible amplitude des variations thermiques, périodes de crues brutales) sont généralement peu compatibles avec le développement d'une activité biologique intense malgré la présence d'oxygène dissous en grosse quantité. Ces teneurs importantes sont dues aux fortes déclivités qui conduisent à des vitesses de courant élevées facilitant ainsi la dissolution de l'oxygène de l'air.

En effet, ces cours d'eau assurent un transfert rapide des charges polluantes vers l'aval en particulier lors des fontes de neige et, lorsque les rejets organiques mal dégradés atteignent des zones plus calmes, les risques de pollution s'amplifient par accumulation des dépôts.

Ce type de milieu ne dispose que d'un faible "pouvoir épurateur" et par conséquent les apports extérieurs liés à l'activité humaine doivent être limités. Ce pouvoir auto-épurateur apparaît d'autant plus faible que l'altitude est élevée et que le caractère torrentiel est marqué.

Les stations touristiques de montagne, situées à l'amont des bassins hydrographiques traitent les rejets de plusieurs milliers de résidents en hiver, à une période des plus critiques pour le milieu récepteur. A son débit d'étiage, il est très sensible à la pollution puisque l'effet de dilution est alors très limité. Le problème est d'autant plus crucial dans le cas des cours d'eau ayant un débit inférieur à la normale car régulés par une centrale hydroélectrique.

I - 3 - 2 LACS

Lorsque l'exutoire est un lac, il convient de réduire les apports en nutriments (phosphore, azote) pour éviter ou limiter le développement d'algues qui conduisent à des déséquilibres trophiques. Il va de soi que les flux de matières organiques rejetées doivent être les plus faibles possibles. Dans certains cas, des collecteurs de ceinture, qui récupèrent l'ensemble des eaux résiduaires avant de les traiter à l'aval, sont envisageables, la pollution étant ainsi transférée vers une unité centralisée de traitement.

I - 3 - 3 REJETS DANS LE SOL EN PLACE

Sur certains sites, et principalement pour les refuges d'altitude, l'exutoire potentiel se réduit à un terrain d'infiltration ou un gouffre.

Dans le premier cas, il faut veiller, à ce que la matière organique soit suffisamment dégradée afin de ne pas engendrer de nuisances ultérieures et éviter de transférer à l'aval les problèmes de pollution. Les études géotechniques et hydrogéologiques préalables qui caractérisent la sensibilité du site (nature du sol, captage à l'aval) sont alors indispensables.

Dans le cas de rejet en milieu karstique, il n'est pas possible de s'affranchir techniquement des risques de contamination microbienne des captages éventuels aval. La remise en cause du projet d'aménagement s'impose.

I - 4 LE TOURISME

I - 4 - 1 ASPECTS SANITAIRES

En zones de montagnes, le problème sanitaire doit être abordé sous deux aspects.

Chez les populations déplacées, il faut signaler la survenue de pathologie (souvent de type digestif aigu) alors que la population résidente ne ressent aucun trouble.

La pression touristique va nécessiter de nouveaux besoins d'alimentation en eau, et générer dans et pour le même espace des nuisances préjudiciables à la qualité sanitaire de cette ressource. Dans les zones de montagne, les eaux destinées à la consommation humaine peuvent présenter des risques de contamination en raison de la dissémination, sur le relief montagnard de nombreux points d'approvisionnement en eau, vulnérables à cause de la configuration hydrogéologique même des sites.

Plus exceptionnellement, l'arrivée de touristes à niveau sanitaire faible peut déclencher des pathologies originales dans la population autochtone.

I - 4 - 2 AMENAGEMENT ET PAYSAGE

La localisation de la station d'épuration, devra permettre son intégration dans le site. Cet aspect visuel n'est pas à négliger, essentiellement pour les endroits touristiques; les nuisances olfactives et auditives seront également minimisées. La couverture préconisée dans le paragraphe I 1, pour répondre aux contraintes climatiques contribue à réduire ces diverses nuisances. Dans la mesure du possible, le bâtiment reprendra les données architecturales locales.

Enfin, l'activité touristique conduit à prendre des précautions vis-à-vis du devenir des sous-produits et essentiellement de leur odeur. Il est aussi indispensable de produire des boues non nuisantes pour l'environnement.

I - 5 LES EAUX USEES

I - 5 - 1 DU RESEAU A LA STATION D'EPURATION

La charge hydraulique d'une station d'épuration dépend bien évidemment du mode de vie et du nombre d'usagers raccordés mais aussi de la qualité du réseau.

La plupart des réseaux, même ceux réputés séparatifs, véhiculent des volumes considérables d'eaux parasites introduites soit volontairement (branchement des écoulements de toiture, des fontaines, eaux de fonte des neiges,...) soit involontairement (défauts d'étanchéité des réseaux séparatifs).

Ces volumes importants d'eaux parasites ont une incidence notable sur les coûts d'investissement, sur le fonctionnement des ouvrages d'épuration :

- Diminution des rendements d'épuration du fait de la dilution des effluents,
- Traitements biologiques non optimisés du fait du refroidissement des effluents (cf. paragraphe I.1.),
- Diminution des performances des décanteurs en raison des surcharges hydrauliques,
- Coût de fonctionnement du traitement physico-chimique très élevé et non optimisé par surconsommation de réactifs si leur apport est asservi aux débits.

Une estimation du volume des eaux parasites peut être établie à l'aide de la connaissance des débits nocturnes.

Il a été possible de cerner le problème en établissant par mesures les proportions d'eaux parasites en fonction de la nature du réseau (PUJOL, 1985) . Les cinq cas examinés illustrent l'importance des eaux parasites; en moyenne 50 % du volume transitant dans la station est constitué d'eaux claires drainées par le réseau. La valeur minimale rencontrée s'élève à 35 % dans le cas d'un réseau dit séparatif. Le débit d'eaux parasites maximum mesuré atteint même 75 % du débit total entrant. Il convient donc de rechercher et de limiter au maximum l'introduction des eaux parasites dans la station d'épuration.

La difficulté de réaliser un réseau de collecte étanche dans des zones accidentées a longtemps encouragé les responsables d'étude à limiter les distances entre les stations d'épuration et les lieux de production de la pollution. De plus, dans ces régions, la disponibilité en eau dont la distribution est abondante et peu coûteuse conduit à négliger son économie. Cette situation contribue à augmenter encore la dilution des effluents.

Ceci peut favoriser la construction de stations d'épuration de taille réduite à proximité immédiate des habitations et pour un petit nombre d'usagers. L'expérience montre que l'entretien de ces stations de petite taille pose divers problèmes. De plus, leur fiabilité reste aléatoire, leur exploitation ne pouvant être correctement assurée qu'au-delà d'une certaine capacité.

I - 5 - 2 COMPOSITION DES EAUX USEES

Les activités industrielles en zone de montagne (essentiellement fromageries, élevages,...) sont peu développées et la charge polluante organique et bactériologique traitée par les stations d'épuration reste généralement d'origine domestique.

Les activités agricoles existent : la présence d'animaux d'élevage génère très souvent des rejets plus ou moins contrôlés dont il faudra pourtant tenir compte. Parfois la dilution par des eaux parasites est telle qu'elle masque les variations des rejets et ne permet pas d'identifier la composition de base des effluents (BETSH, 1975).

Le tableau suivant (voir tableau N° 1), donne la composition hivernale des eaux usées, le premier chiffre correspondant à l'approche des vacances scolaires et le second à la période des vacances elle-même.

Tableau N° 1 : Composition hivernale des eaux usées de cinq unités françaises situées en zone de haute montagne (d'après PUJOL, 1985).

Station d'épuration	DCO mg/l	DBO mg/l	MES mg/l	N mg de N/l	P mg de P/l
1	374/985	190/350	106/279	34/ 6	4/ 7*
2	290/490	130/210	100/212	24/45	5/10
3	430/610	180/290	161/226	37/60	8/14
4	330/553	120/230	140/200	33/60	6/10
5	195/385	75/140	73/158	19/44	4/ 7
Moyenne	324/586	139/228	115/214	29/54	5/10

* sous forme de PO_4^{---}

Ces valeurs appellent les commentaires suivants :

La concentration des eaux augmente avec la fréquentation touristique.

Les effluents restent peu concentrés, la DCO moyenne étant au-dessous de 600 mg/l pendant les pointes touristiques. Le rapport DCO/DBO5 de 2 confirme le caractère domestique des effluents.

Le salage fréquent de certaines stations de sports d'hiver, n'a pas de répercussion notable sur la teneur en sel des effluents (teneur en chlorures < 60 mg/l).

En zone touristique de montagne la forte densité de restaurants peut entraîner une concentration élevée en graisses lorsqu'elles ne sont pas retenues à la source. Cet état génère des difficultés d'exploitation lorsque la collecte des sous-produits en résultant n'est pas organisée.

Pour les petites collectivités, la nature de l'effluent est tout à fait comparable à celle décrite ci-dessus excepté dans le cas où des effluents d'élevage (stabulation) ou d'industries (fromageries..) sont déversés dans de fortes proportions dans le réseau.

I - 5 - 3 CHARGES A TRAITER

Sur l'ensemble de l'année, les variations de charges polluantes sont importantes. Les indices de fréquentation maximale des stations touristiques de montagne correspondent aux vacances scolaires, aux week-ends et aux manifestations sportives qui se déroulent dans certaines d'entre-elles. La durée moyenne des séjours est généralement courte (quelques jours).

A l'approche d'une période d'activité intense, la montée en charge coïncide exactement avec l'arrivée des touristes comme l'illustre la figure N° 1 ci-après :

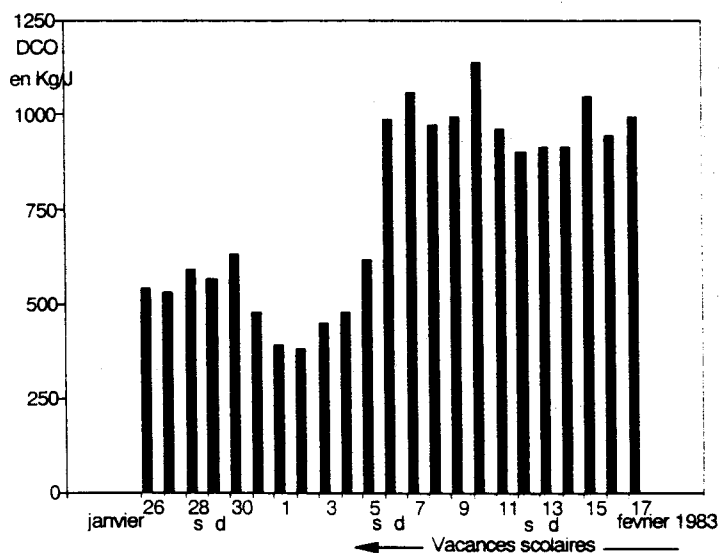


Figure N° 1 : Evolution des charges à traiter en fonction de la fréquentation touristique.(PUJOL, 1985).

La montée en charge s'effectue alors sur quelques jours seulement, induisant un doublement voir un triplement de la charge organique à traiter.

Pendant les périodes de vacances, la fréquentation encore plus importante du week-end ne marque pas de manière sensible la charge polluante à traiter, le séjour des touristes se réduisant à la journée avec prise d'un repas léger.

A l'échelle journalière, le rythme de vie, en rapport avec des activités liées à la montagne (ski,...) se répercute sur les débits collectés. Ceux-ci sont ainsi caractérisés par deux pointes de débit journalier, une le matin vers 9-10 h, une autre le soir vers 19 h (après la fermeture des pistes de ski,...), les débits pouvant rester élevés jusqu'à une heure tardive.

Ces variations de charge n'excluent aucune filière de traitement. En effet, la montée en charge organique inhérente aux moyennes et grandes stations de sports d'hiver est progressive.

La proportion $\frac{\text{population touristique}}{\text{population sédentaire}}$ de l'ordre de 10

ne se fait pas sentir brutalement sur la station.

Le plus grand facteur d'accroissement est seulement de l'ordre de 2 ou 3. Il est rencontré au début des vacances scolaires hivernales.

En ce qui concerne les petites collectivités d'habitation dispersées, ces variations risquent d'être plus brutales. Dans le cas particulier des refuges, la fréquentation peut être nulle pendant la semaine (ou la période hivernale) et très forte le week-end (ou la période estivale). Les filières de traitement doivent pouvoir supporter un arrêt de fonctionnement complet pendant une longue période et être adaptées à un démarrage très rapide.

I - 6 LES BOUES RESIDUAIRES

En zone de montagne, les industries quand elles existent, sont avant tout de type agro-alimentaire; les boues issues de stations d'épuration sont généralement exemptes d'éléments traces et donc aptes à l'épandage sur terre agricole.

Les problèmes de stockage et de transport des boues, évoqués au paragraphe I.2., sont d'autant plus cruciaux en montagne que les pointes de production de boues (correspondant à des pointes de pollution en période touristique) ont lieu hors saison d'épandage (hiver notamment). Cette production intermittente de boues (liée aux saisons touristiques) devra être prise en compte au moment du choix de la filière de traitement des boues.

Les boues résiduelles sont dans tous les cas éliminées ou valorisées (épandage agricole,...). La valorisation devrait être toujours prioritairement recherchée mais elle se heurte bien souvent à la concurrence des déjections animales.

De plus, les agriculteurs souvent pluriactifs sont peu enclins, par manque d'habitude et d'informations, à utiliser les boues de stations d'épuration en complément du fumier traditionnellement employé.

Par ailleurs, la diminution des activités agricoles, rencontrée aujourd'hui dans quelques pays, contribue à réduire les surfaces disponibles pour l'épandage.

II - ETAT DE L'ASSAINISSEMENT EN ZONES TOURISTIQUES DE MONTAGNE

Ce chapitre est consacré à la situation de l'assainissement des zones touristiques de montagne dans les pays européens.

La **carte N° 1** met en évidence tous les pays européens qui sont concernés par le problème de tourisme en zone de montagne.

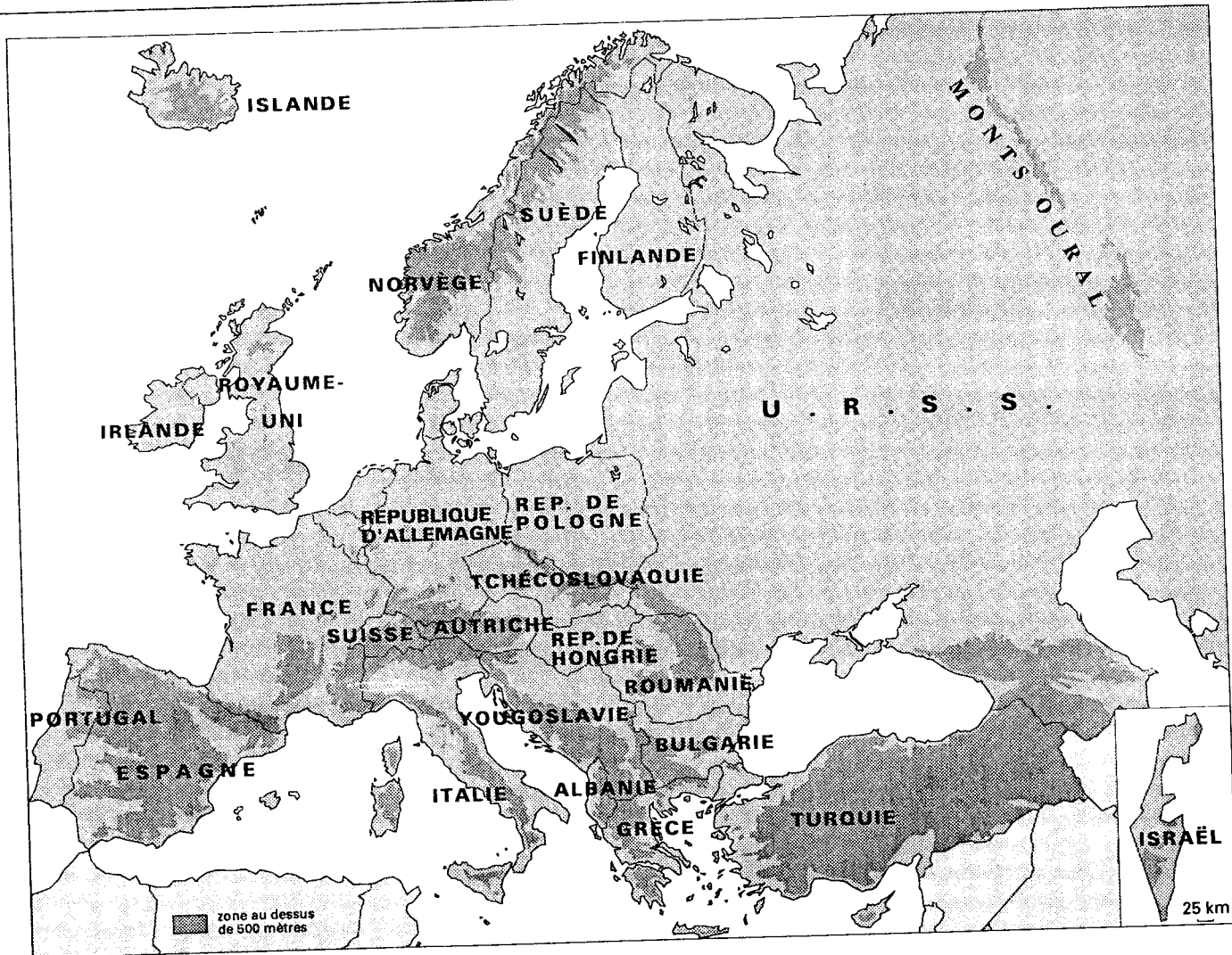
Sur les 32 pays faisant partie de la zone européenne au sens de l'OMS, 23 pays (soit plus de 70 % d'entre eux) possèdent des endroits touristiques en zone de montagne et donc sont amenés à résoudre à plus ou moins long terme des problèmes d'assainissement.

Tous les pays n'ont pas pu fournir des éléments sur l'état de l'assainissement dans leur propre pays.

Onze d'entre eux ont pu répondre au questionnaire général dont le canevas complet est en **annexe N° 3**.

Etant donné la difficulté à fournir une définition générale de la zone de montagne, chaque pays présente des données géographiques, climatiques et démographiques avant d'aborder des éléments plus spécifiques au traitement des eaux usées.

CARTE N° 1 : LA ZONE DE MONTAGNE EN EUROPE



En matière d'épuration des eaux usées, le degré d'équipement des sites touristiques de montagne est divers. Il est possible de regrouper les différents pays en 3 catégories :

- Les pays dont les zones de montagne bénéficient d'une capacité de traitement importante et dont les recherches portent essentiellement sur les petites collectivités.

C'est le cas de l'ALLEMAGNE, la FRANCE, l'ITALIE et la SUISSE dans lesquels la pression touristique est telle que les grands centres touristiques sont généralement équipés de procédés de pointe ou de filières performantes et adaptées. Par contre, pour des collectivités isolées ou de très petite taille, le problème de l'assainissement reste généralement à résoudre au cas par cas.

L'ISLANDE dont le tourisme a lieu surtout dans des endroits sauvages affiche le même besoin de recherche pour des sites éloignés de tout.

Le ROYAUME-UNI, dont la zone de montagne est d'un climat peu contrastée, recherche aussi des solutions alternatives pour les collectivités de petite taille.

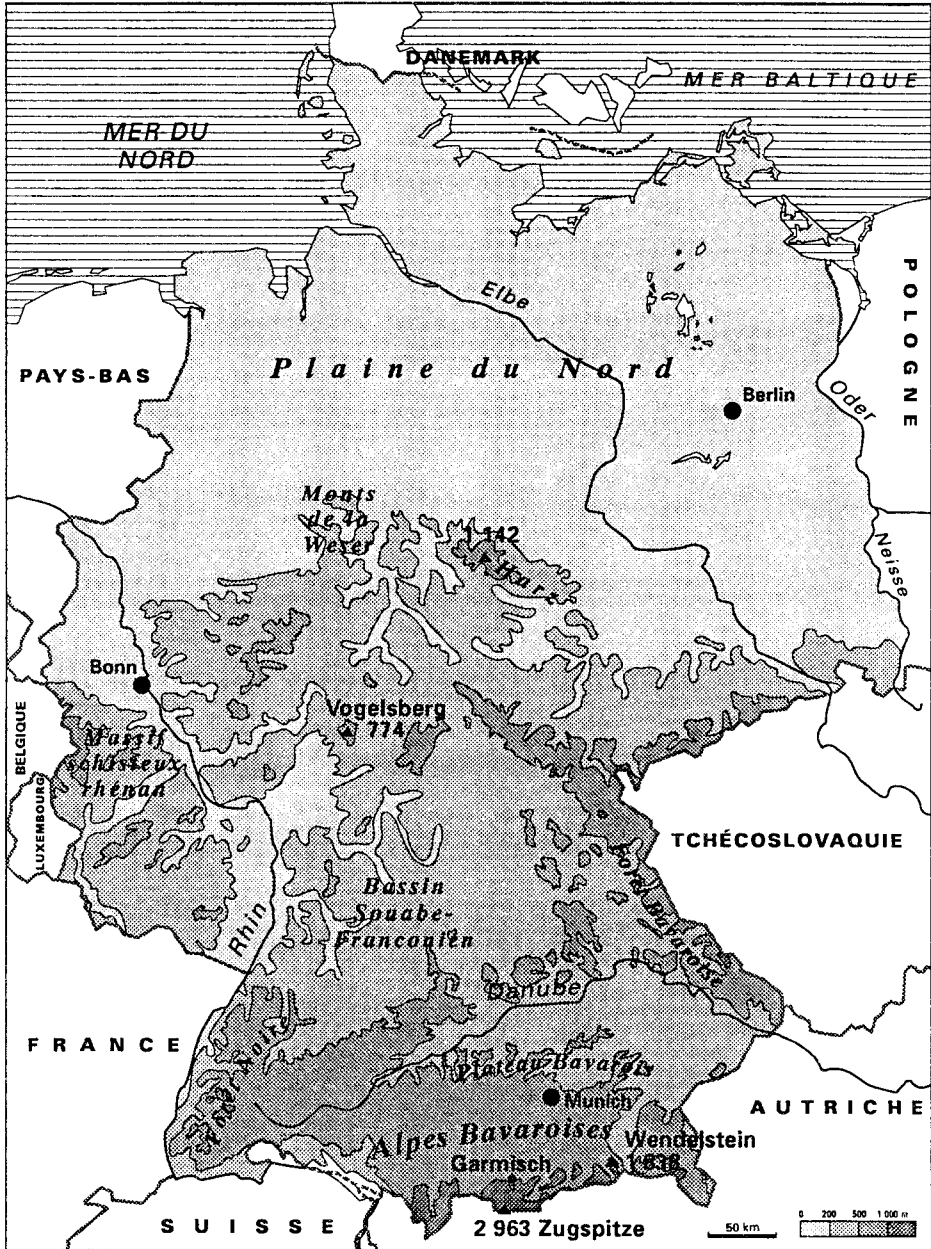
- Les pays qui possèdent un équipement moindre. Les expérimentations ont commencé pour adapter les technologies courantes aux contraintes des zones de montagne : c'est le cas de la TCHECOSLOVAQUIE et de l'U.R.S.S.
- Les pays suivants, tels que l'ALBANIE, la BULGARIE et la ROUMANIE, qui bénéficient d'un faible équipement pour le traitement des eaux usées de leurs sites touristiques de montagne.

Les administrations encouragent à une meilleure protection de l'environnement et les équipements d'épuration devraient se développer.

II - 1 PAYS BENEFICIANT D'EQUIPEMENTS. RECHERCHES EN COURS **POUR DES COLLECTIVITES ISOLEES.**

- A - l'ALLEMAGNE, (voir descriptif page 30)
- B - la FRANCE, (voir descriptif page 38)
- C - l'ISLANDE, (voir descriptif page 52)
- D - l'ITALIE, (voir descriptif page 58)
- E - le ROYAUME-UNI, (voir descriptif page 69)
- F - la SUISSE. (voir descriptif page 77)

CARTE N° 2 : LA ZONE DE MONTAGNE ALLEMANDE



Dans les Alpes Bavarois, un certain nombre de sommets dépasse une altitude de 2 000 m; la plus haute montagne le "ZUGSPITZE" atteint 2 963 m.

◆ A - L'ALLEMAGNE ◆

A - 1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

D'après la physionomie des paysages, le territoire allemand se divise schématiquement en trois grandes parties :

- l'Allemagne du Nord formée principalement par la grande plaine du Nord ;
- l'Allemagne moyenne se composant de plusieurs zones de plateaux de moyenne montagne comme les monts de la Weser, le massif schisteux rhénan et le Harz ;
- l'Allemagne du Sud comprenant le bassin Souabe-Franconien et le plateau bavarois encadrés par la Forêt Noire, la Forêt Bavaroise et au sud les Alpes Bavaroises.

En ce qui concerne les divers massifs montagneux, ils peuvent être classés en deux catégories :

- les montagnes d'une moyenne altitude dont quelques unes seulement dépassent 1 000 m avec des points culminants d'environ 1 500 m ;
- les Alpes Bavaroises dont le sommet le plus haut atteint une altitude d'environ 3 000 m.

Dans ce contexte, la notion "Zone de montagne" est limitée aux régions des Alpes Bavaroises. (voir **Carte N° 2 : La zone de montagne allemande**).

Institutionnellement, l'Allemagne est un état fédéral qui se compose des 16 "Länder" ayant une certaine souveraineté. L'obligation d'appliquer les lois fédérales en matière d'environnement incombe à chaque "Land" et à son administration compétente. C'est donc aussi le cas dans le domaine de l'assainissement.

Le territoire national couvre une superficie de presque 360 000 km² dont la Bavière représente une aire de 70 500 km².

Quant à la région alpine bavaroise, son étendue est de l'ordre d'environ 5 000 km². Cette région représente donc seulement une petite partie du territoire, mais elle revêt une grande importance de part ses possibilités touristiques.

L'altitude des diverses grandes vallées où sont implantées les collectivités se situe principalement entre 500 et 900 m.

A - II SITUATION CLIMATIQUE

Afin de présenter à titre d'exemple les conditions climatiques dans les Alpes Bavaoises, trois stations de mesures ont été choisies. Il s'agit des stations de diverses altitudes :

- "GARMISCH" 750 m, dans le voisinage de la "Zugspitze".
- "WENDELSTEIN" 1 830 m, une montagne située à 80 km à l'est de la Zugspitze.
- "ZUGSPITZE" 2 960 m

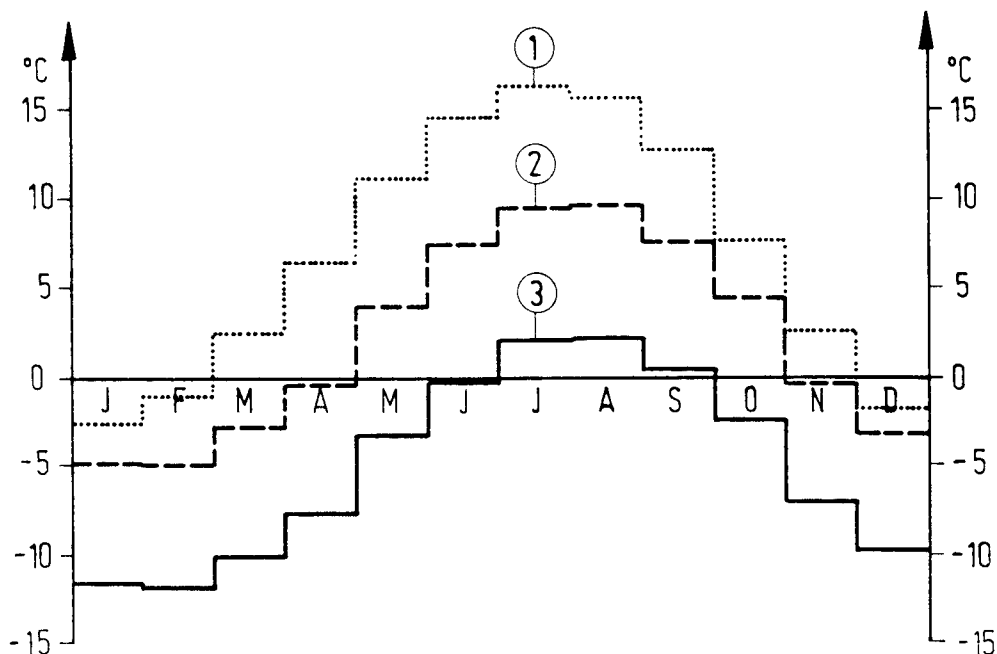
Les températures journalières ont été enregistrées comme suit :

Tableau N° 2 : Températures journalières

	GARMISCH	WENDELSTEIN	ZUGSPITZE
Température en °C			
moyenne		+ 2,1	- 4,8
maximale	+ 35	+ 26	+ 12
minimale	- 29	- 29	- 33
Jours de neige			
moyenne annuelle	105	190	325
Jours de gel *			
moyenne annuelle	30	92	222

* REMARQUE : Les chiffres indiquent que la température est inférieure à 0°C toute la journée.

Les courbes 1 (GARMISCH), 2 (WENDELSTEIN) et 3 (ZUGSPITZE) de la figure N° 2 montrent les températures moyennes mensuelles de la période 1951/1981



**Figure N° 2 : Températures moyennes mensuelles
1 - GARMISCH ; 2 - WENDELSTEIN ; 3 - ZUGSPITZE**

A - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

L'Allemagne compte environ 79 millions d'habitants dont 11,2 millions résident en Bavière. Quant à la région alpine de la Bavière, elle est peuplée d'environ 400 000 habitants. Les lieux habités (agglomérations) se trouvent en fond de vallée. Leur altitude ne dépasse que rarement 900 m.

D'après une estimation récente le nombre annuel d'hébergements a déjà atteint la valeur de 26 millions de nuits. La variation démographique des agglomérations est liée au tourisme aussi bien estival qu'hivernal. En période de pointe, le tourisme peut entraîner un accroissement sensible de la population dans certaines agglomérations pouvant atteindre un doublement.

Dans quelques villages très recherchés, cette proportion par rapport au nombre d'habitants permanents peut être encore plus élevée. Cependant, les variations démographiques ne sont pas brutales d'une journée à l'autre parce que la saison touristique s'étend en général sur une grande partie de l'année.

A - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

A - IV.1 EXIGENCES RELATIVES AUX REJETS DOMESTIQUES

Selon les dispositions de la loi fédérale sur le régime des eaux ("Wasserhaushaltsgesetz"), les rejets d'eaux usées doivent correspondre aux normes d'émission imposées par le territoire national. L'autorisation d'un rejet ne doit être délivrée que si l'eau rejetée respecte les exigences minimales qui, pour les eaux usées domestiques, se situent comme suit au 01.01.91 :

Tableau N° 3 : Exigences minimales pour la qualité du rejet

TAILLE DE LA STATION D'EPURATION (en éq.hab.)	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	NH ₄ ⁺ N mg/l	P glob. mg/l	N glob. mg/l
Env.50/60 < 1 000	40	150	-	-	-
1 000 < 5 000	25	110	-	-	-
5 000 < 20 000	20	90	10 ¹⁾	-	18 ²⁾
20 000 < 100 000	20	90	10 ¹⁾	2	18 ²⁾
> 100 000	15	75	10 ¹⁾	1	18 ²⁾

Remarques : 1) Température d'eau supérieure à 12°C durant la période du 01/05 au 31/10.
2) Valeur limite de la dénitrification envisagée.

Nota : Les valeurs limites indiquées correspondent à des concentrations d'échantillons moyens sur deux heures. En plus, l'administration peut prescrire des valeurs limites plus contraignantes si la situation qualitative du milieu récepteur l'exige.

A - IV.2 TRAITEMENT DES EAUX USEES

A - IV.21 Les stations d'épuration des collectivités

Les collectivités situées dans la région alpine de la Bavière sont déjà équipées de stations d'épuration assurant un traitement de type biologique. Les filières de traitement sont de type classique comme des "boues activées" ou des "lits bactériens". Il existe déjà quelques unités de déphosphatation. Leurs dimensionnements correspondent à la charge maximale à traiter. Quant à l'élimination des boues, elles sont d'une part valorisées dans l'agriculture par l'épandage, d'autre part déshydratées et transportées en décharges contrôlées.

En conclusion, on peut constater que le fonctionnement de ces stations d'épuration ne pose pas de problèmes spécifiques. Les stations d'épuration qui ne sont pas encore aptes à assurer une dénitrification doivent être améliorées par modification ou extension dans les prochaines années afin de pouvoir respecter les exigences minimales.

A - IV.22 Les stations d'épuration des sites touristiques d'altitude

L'assainissement des lieux isolés de montagne fréquentés principalement par des touristes pose en général des problèmes. Il s'agit surtout des sites touristiques accessibles par téléphérique, des hôtels et restaurants de montagne et des refuges. La plupart de ces sites sont équipés d'un ouvrage d'épuration qui n'assure qu'un traitement primaire des eaux usées. Dans ces cas là, les exigences imposées par une protection des eaux de surface et souterraines rendent souvent nécessaire un traitement plus poussé, c'est-à-dire un traitement biologique ainsi qu'une élimination réfléchie des boues.

Quant aux sites les plus fréquentés, les dispositifs d'assainissement satisfaisants sont déjà réalisés. Les solutions choisies sont les suivantes :

- Traitement sur place :

Les deux exemples les plus significatifs sont des stations d'épuration de type "disques biologiques". Leur capacité est de 600 éq.hab. et de 4 000 éq.hab.; la plus petite est installée au sommet du "Zugsptize". Ces installations sont complètement couvertes et fonctionnent bien.

- Traitement au fond de la vallée :

Dans plusieurs cas, on a déjà posé des collecteurs afin d'acheminer les eaux usées collectées vers une station d'épuration communale d'une taille suffisante. Cette solution technique est généralement considérée comme la plus favorable. Elle assure une épuration suffisante, évite le déversement des eaux épurées sur place dans un cours d'eau en général très sensible et supprime le problème de l'épandage des boues en montagne.

A - IV.23 Les prochaines années

L'amélioration de l'assainissement d'un certain nombre de refuges est actuellement exigée par l'administration chargée de la police des eaux. Aussi le maître d'ouvrage et gestionnaire de beaucoup de refuges, le "Deutscher Alpenverein" (DAV : Association Allemande pour les Alpes) a-t-il exprimé sa volonté d'améliorer les dispositifs d'épuration afin de bientôt répondre aux exigences plus contraignantes. La DAV a participé à l'étude de l'efficacité des divers types d'épuration en service. Elle a collaboré aux projets de création de nouvelles filières mais aussi aux projets d'amélioration de stations existantes.

Dans certains cas spécifiques, on étudie aussi toutes mesures permettant de réduire la consommation en eau potable, dans le but de limiter les volumes d'eau usée rejetée et à traiter.

Le but consiste à réaliser des stations d'épuration de petite taille qui soient adaptées à garantir le traitement biologique même sous des conditions difficiles. Partant d'expériences acquises, on peut constater que les procédés d'épuration de type : "lit bactérien", "disques biologiques" et "filtre à sable" sont en général les plus fiables par rapport à d'autres types d'ouvrages.

A - IV.3 COUT DE TRAITEMENT

Les installations d'assainissement communales sont gérées en régie directe. Les collectivités ont le devoir de faire fonctionner leurs stations d'épuration de telle sorte que la qualité des rejets respecte les valeurs limites prescrites. Le contrôle relève de l'administration de l'eau qui exerce la surveillance en général plusieurs fois par an.

Les investissements et le fonctionnement des dispositifs d'assainissement doivent être payés par les foyers raccordés. La taxe annuelle à payer dépend du volume d'eau potable consommée. Ce montant spécifique correspond à l'amortissement d'une partie du coût d'investissement et des dépenses pour le fonctionnement du réseau de collecte et de la station d'épuration. Cette taxe varie environ entre 1,50 et 2,50 DM par m³. Une augmentation sensible de la taxe se produira dans les prochaines années par suite du renforcement des exigences.

CONCLUSION

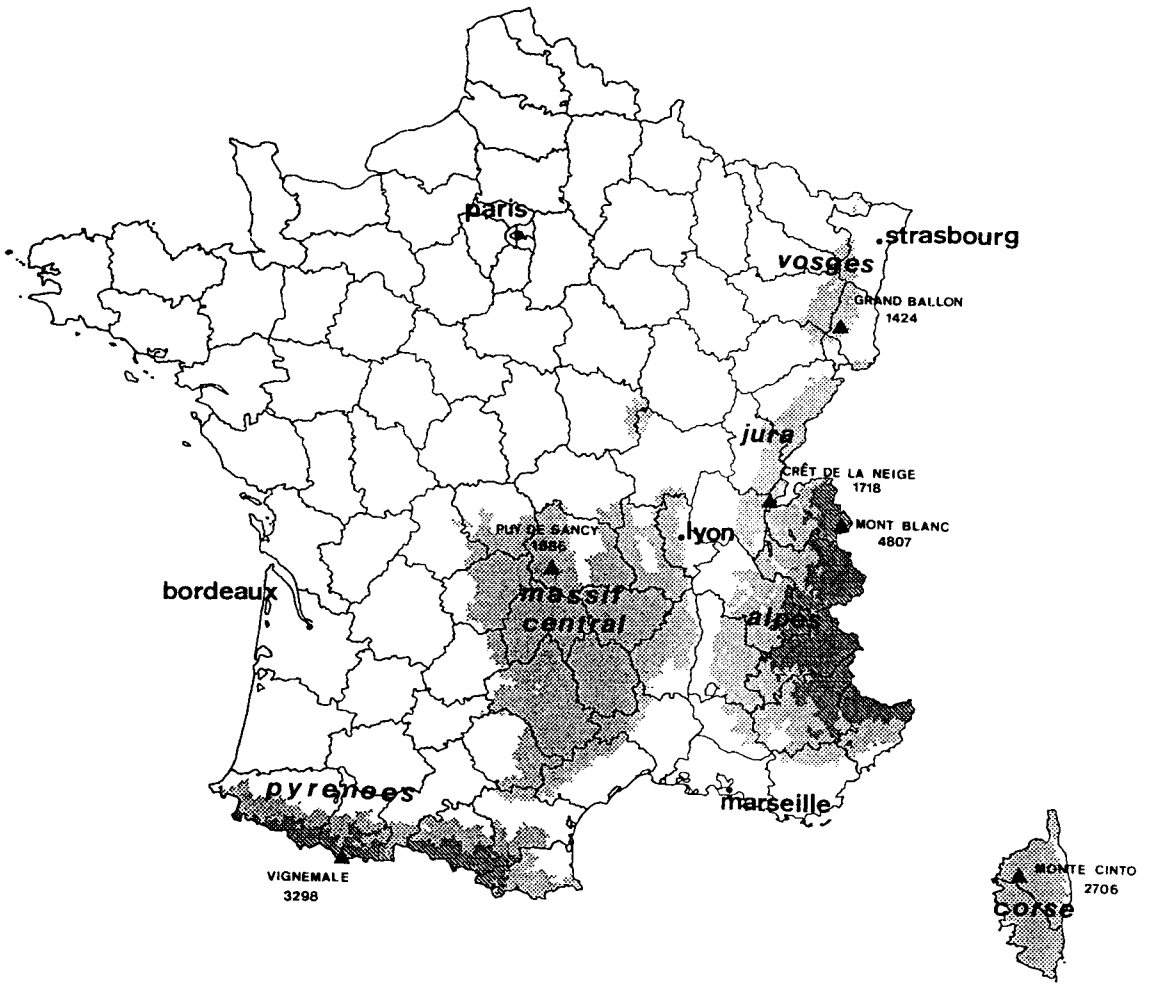
Les rejets d'eaux usées domestiques dont le volume journalier excède 8 m³ doivent correspondre aux exigences minimales généralement déterminées par prescription nationale. Le respect de ces valeurs limites exige au moins un traitement secondaire. La réglementation ne prévoit pas un traitement moins strict dans les zones touristiques de montagne. Dans cette optique, les mesures indispensables d'assainissement sont à orienter vers le traitement biologique bien que les conditions spécifiques en montagne rendent sa réalisation difficile et coûteuse.



Dans les Alpes Évaraises, le traitement des eaux usées des collectivités est assuré complètement. Restent encore à résoudre des problèmes d'assainissement dans le cas des refuges et des installations similaires.

Là, il faut équiper les fosses septiques existantes de dispositifs assurant un traitement secondaire. Il existe d'ailleurs diverses solutions techniques pouvant assurer une épuration suffisante dans les conditions d'un site montagnard. D'après les expériences déjà acquises en Bavière, les procédés d'épuration tels que les disques biologiques, lits bactériens et filtres à sable répondent généralement aux exigences de qualité souhaitée. Ils offrent des avantages de part leur fonctionnement et sont à recommander préférentiellement.

Mais la technique "acheminement vers la vallée" reste la meilleure solution si elle est techniquement et économiquement réalisable. Elle évite la multiplicité des rejets dans une zone montagneuse sensible ainsi que le problème d'évacuation des boues.

CARTE N° 3 : LA ZONE DE MONTAGNE FRANCAISE



-  zone de montagne simple
-  zone de haute-montagne

SOURCES : J.O
CEMAGREF INERM - Observatoire Montagne

75Km

◆ B - FRANCE ◆

B - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce pays compte sept principaux massifs montagneux qui peuvent être classés en deux catégories :

- Les zones de plateaux de moyenne montagne (points culminants d'altitude inférieure à 1 890 m). Ce sont le Massif Central, le Jura, les Vosges qui englobent plus de la moitié de la montagne française.

- Les zones accidentées (Alpes du Nord, Alpes du Sud, Pyrénées, Corse Intérieure) dont les points culminants ont une altitude minimale de 2 710 m.

La surface totale du pays est de 551 500 km².

La zone de montagne française couvre 21 % du territoire national.

Les deux tiers de la surface totale du territoire ont une altitude inférieure à 250 m.

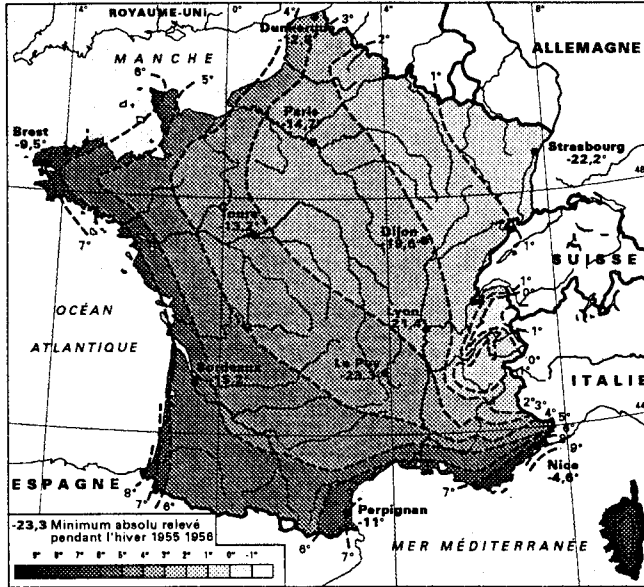
La délimitation administrative des massifs en zone montagneuse est assez large. Les zones de montagne dont les contours ont été établis par décrets englobent, comme le montre la **carte N° 3 : La zone de montagne française**, des vallées, des communes de piémont et des centres urbains qui participent à l'économie montagnarde et souvent l'animent.

La notion administrative de "**zone de montagne**" est apparue en France pour la première fois en 1966. Un décret définissait les critères requis pour qu'une commune accède à cette catégorie lui permettant ainsi de bénéficier d'aides financières spéciales. Les bases de cette classification étaient fondées sur des mesures spécifiques en faveur de l'agriculture.

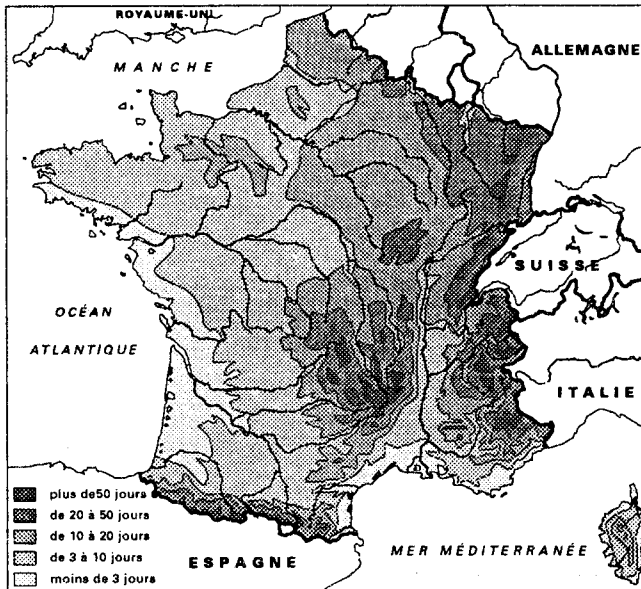
A la fin des années soixante, le développement des sites touristiques a pris une telle ampleur que l'état a ressenti le besoin de réorganiser cette classification afin d'actualiser les critères de sélection.

En novembre 1977, un décret associant tourisme d'hiver et montagne définissait les conditions d'aménagement des "**unités touristiques nouvelles**" (ou U.T.N).

CARTE N° 4 : LES TEMPERATURES HIVERNALES



Source/ Atlas Bordas



CARTE N° 5 : LES PRÉCIPITATIONS NEIGEUSES

En France, la zone de "**haute montagne**" bénéficie d'une législation particulière depuis 1977. A cette époque, seul le critère altitude intervenait dans la définition. On notera, comme suit que l'altitude varie avec les massifs :

- pour les Vosges	:	800 m
- pour le Jura	:	1 100 m
- pour le Massif Central	:	1 200 m
- pour les Pyrénées	:	1 400 m
- pour les Alpes	:	1 600 m
- pour la Corse	:	1 100 m

C'est sur cette définition que repose l'enquête qui a permis d'établir l'état des équipements de traitement des eaux usées cité par la suite.

Plus tard en 1978, l'activité économique de la commune a été introduite au même titre que les paramètres physiques précédemment évoqués. Toute commune dont la densité du cheptel est inférieure à 20 U.G.B./m² (U.G.B. = unité grand bovin) a la possibilité d'être classée en zone de "**haute montagne**" et de bénéficier ainsi d'aides financières supplémentaires.

B - II SITUATION CLIMATIQUE

En montagne et plus généralement dans les régions de topographie contrastée (diversité des expositions) l'influence du relief devient prépondérante dans la détermination du climat. Les précipitations augmentent avec l'altitude (la majeure partie des Alpes reçoit plus de 1 000 mm de précipitation par an).

Les températures diminuent : la moyenne mensuelle de janvier s'abaisse au-dessous de 0°C (-2°C à GAP). Le nombre de jours de gelée s'accroît (voir **Carte N° 4 : Les températures hivernales**).

Le nombre de jours de neige est fréquemment supérieur à 50, notamment entre les hautes vallées de l'Isère (Tarentaise) et de la Durance (voir **Carte N° 5 : Les précipitations neigeuses**).

B - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

La population de la zone de montagne est relativement faible. Elle était tout juste supérieure à 4 millions d'habitants en 1982 ne représentant que 8 % environ de la population française.

La densité n'est que de 23 hab/km² alors qu'elle atteint près de 100 hab/km² sur l'ensemble du territoire français.

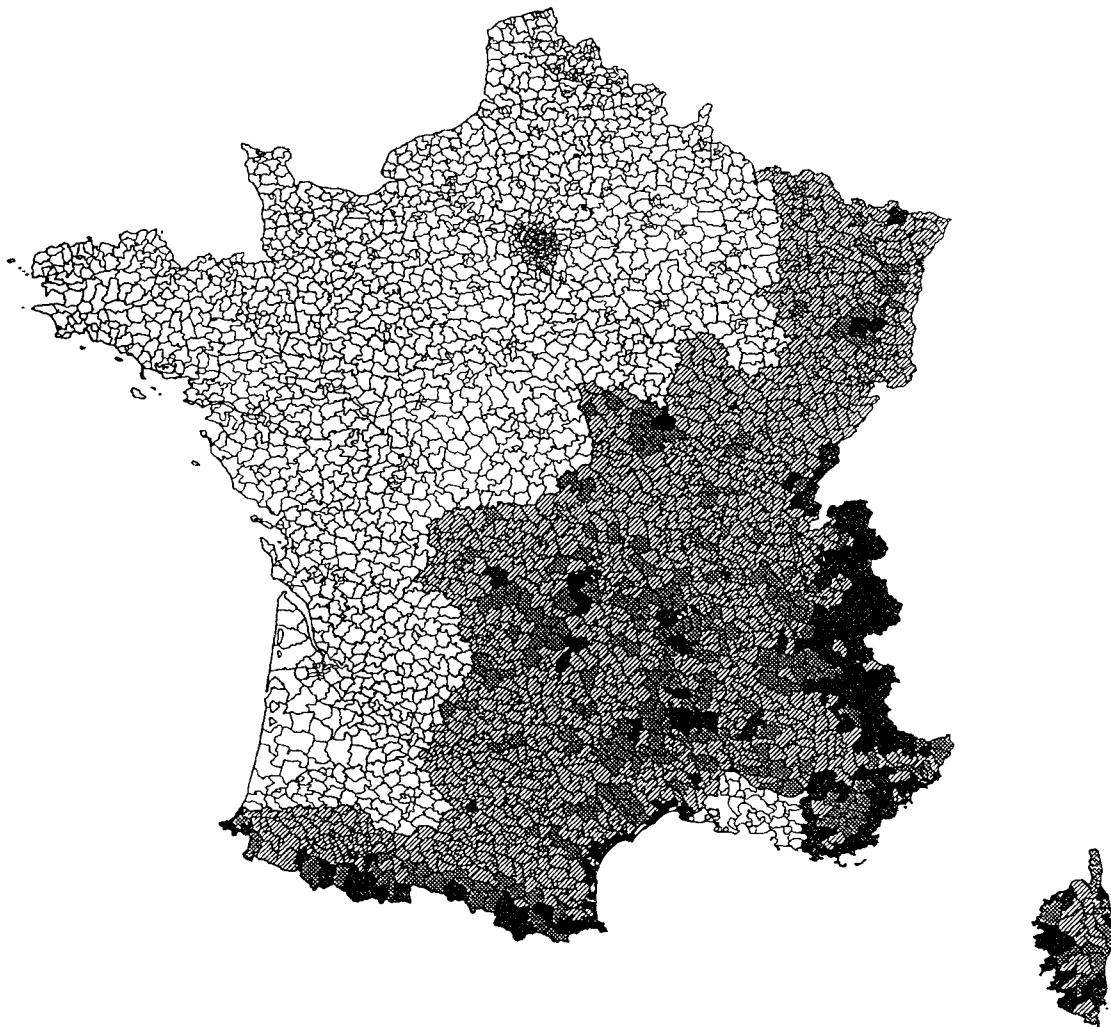
En zone de montagne la capacité touristique est par contre très importante, supérieure à la population permanente. En 1988, les résidences secondaires, les hôtels, campings offraient 4,8 millions de lits, soit en moyenne, un ratio légèrement supérieur à un lit touristique par habitant permanent [voir **Carte N° 6 : La capacité d'accueil (1988)**]. On constate également que plus de 60 % de la capacité d'hébergement correspond aux communes où se pratique le ski. En effet, dans les zones où sont pratiqués ski de fond ou ski de piste, la capacité d'accueil est évaluée à plus de 3 millions de lits.

35 % de la capacité d'accueil totale se situent dans la zone alpine.

La **carte N° 7 : La capacité d'accueil (1988) comparée à la population permanente (1982)** souligne le déséquilibre entre population touristique et population permanente dans les départements où sont pratiqués les sports liés à la neige.

Les zones où le ratio population touristique sur population permanente est supérieur à 4 se situent principalement dans les Alpes et dans une moindre mesure dans les Pyrénées. Ce ratio atteint la valeur maximale de 16 dans certaines stations de sports d'hiver.

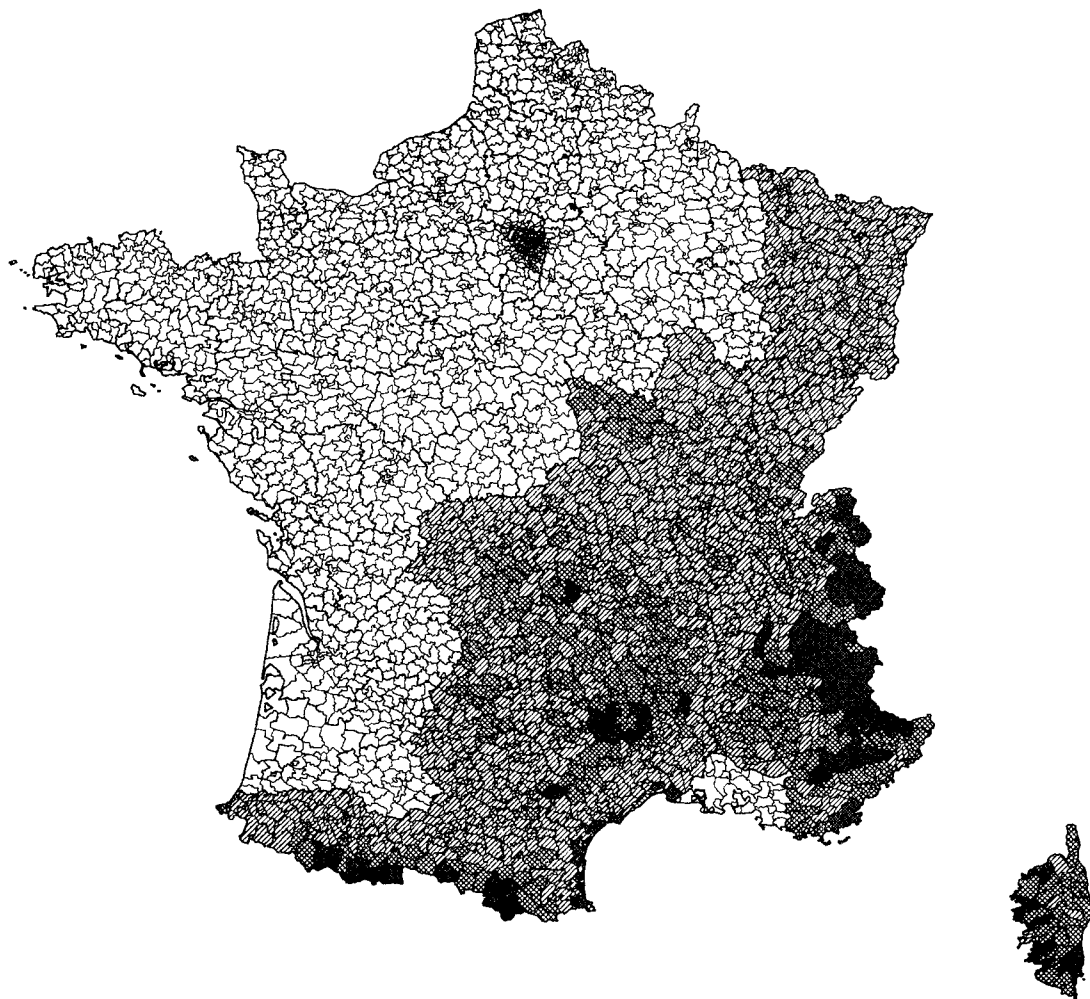
CARTE N° 6 : CAPACITE D'ACCUEIL (1988)






- supérieur à 10000 lits / cantons
- ▨ de 5000 à 10000 lits / cantons
- ▩ inférieur à 5000 lits / cantons

SOURCES: INSEE (inventaire communal 88)

**CARTE N° 7 : CAPACITE D'ACCUEIL (1988) COMPAREE A LA
POPULATION PERMANENTE (1982)**



-  strictement inférieur à 1
-  compris entre 1 et 4
-  supérieur ou égal à 4

SOURCES: INSEE (inventaire communal 88 - rgp 82)

B - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

B - IV.1 CRITERES DE QUALITE.

Les normes portent sur le rejet d'eau traitée. Pour toute station d'épuration de taille supérieure à 500 éq.hab., le rejet des eaux après traitement fait normalement l'objet d'une autorisation délivrée par l'administration chargée de la police des eaux.

Cette autorisation fait référence à des niveaux de qualité définis par la circulaire interministérielle du 4/11/1980 (voir ci-après). L'objectif tient compte des possibilités techniques de traitement et de la sensibilité du milieu récepteur.

Dans le cas le plus fréquent d'un rejet dans un cours d'eau, les principaux paramètres pris en compte sont les flux de matières en suspension (MES), de matières organiques (DCO, DBO₅) et d'azote kjeldahl (azote organique + azote ammoniacal).

Dans le cas d'un rejet dans des milieux sensibles à l'eutrophisation (lacs, retenues, certains cours d'eau) une attention plus particulière est portée à l'ensemble des composés azotés (mesure de l'azote dit "global") et aux éléments phosphorés.

La qualité bactériologique de l'effluent est prise en compte lorsque le rejet s'effectue à proximité d'établissements piscicoles, de zones de baignade, ou de prises d'eau pour l'alimentation animale ou humaine (on prendra en compte également, dans ce dernier cas, les teneurs en azote minéral).

B - IV.2 LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DE HAUTE MONTAGNE EN FRANCE.

Ce bilan repose sur l'information obtenue lors d'une enquête menée pendant l'hiver 1989/1990 sur l'équipement des sites touristiques situés en zone de haute montagne.

Toutes les collectivités situées au-dessus des seuils d'altitude cités au chapitre précédent ont été contactées. Ceci a permis de recenser les stations d'épuration les concernant, quelle que soit l'altitude d'implantation de l'ouvrage. (De nombreuses stations d'épuration sont en effet implantées dans la vallée de la commune mère).

La préoccupation de la qualité de l'eau est récente et liée à l'essor touristique des années 60. Les Jeux Olympiques d'hiver de 1968 à Grenoble ont particulièrement contribué au développement du tourisme montagnard mais aussi à celui des installations d'épuration.

Les stations d'épuration recensées ont une moyenne d'âge de 12 ans. Les plus vétustes ont très souvent des problèmes de fonctionnement.

CIRCULAIRE INTERMINISTERIELLE DU 4 NOVEMBRE 1980

Niveau de qualité minimale d'un rejet à dominante domestique

----- 1er groupe -----

Niveaux de rejet pour les matières en suspension
et matières oxydables

Niveaux	Echantillon moyen						
	sur vingt quatre heures décanté				sur deux heures non décanté		
	Matières décanta- bles	MES totales (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	MES totales (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO5 (mg/l)
a	Elimina- tion (1) à 90 %						
b		Elimina- tion (1) à 80 %					
c		Elimina- tion (1) à 90 %					
d					120	(2) 120	(2) 40
e			90	30	30	120	40
f			50	15	20	80	20

Remarques : (1) dans le cas d'un effluent particulièrement dilué pour lequel l'application d'une exigence de qualité exprimée, dans les niveaux a ou c, en terme de rendement d'élimination conduirait à ce que la concentration en matières en suspension totales dans l'effluent traité soit inférieure à 20 mg par litre, on fixera l'exigence de traitement à cette dernière valeur.

(2) sur échantillon filtré.

----- 2ème groupe -----

Niveaux de rejet pour les formes de substances azotées

Azote Kjeldahl (N.K.) : azote organique - azote ammoniacal exprimés en N

Niveau N.K.1 :

50 mg par litre sur échantillon moyen de deux heures,
40 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures

Niveau N.K.2 :

15 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures,
10 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures

Niveau N.K.3 :

5 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures,
Azote global (N G L) : azote organique - azote ammoniacal + azote nitreux
+ azote nitrique exprimés en N :

Niveau N G L 1 :

25 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures,
20 mg par litre sur un échantillon moyen de vingt-quatre heures,

Niveau N G L 2 :

10 mg par litre sur échantillon moyen de deux heures.

----- 3ème groupe -----

Niveaux de rejet pour les substances phosphorées
(Phosphore total), exprimés en P.

Niveau P.T.1 :

80 p 100 d'élimination sur vingt-quatre heures ⁽¹⁾

Niveau P.T.2 :

1 mg par litre sur un échantillon moyen de deux heures

(1) : Dans le cas d'un effluent particulièrement dilué pour lequel l'application de l'exigence de qualité minimale P.T.1 exprimée en terme de rendement d'élimination conduirait à ce que la concentration en phosphore total dans l'effluent traité soit inférieure à 2 mg par litre on pourra fixer l'exigence de traitement à cette dernière valeur.

Aujourd'hui de nombreuses extensions ou des rénovations sont en projet ou même déjà réalisées. La préparation des Jeux Olympiques de 1992 à Albertville et la nécessité d'apporter au site environnant les équipements nécessaires à de telles manifestations expliquent les nombreux travaux en cours de réalisation dans les Alpes. Le programme spécifique Jeux Olympiques, établi par le Ministère de l'Agriculture, le Département de la Savoie et l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, prévoit d'augmenter la capacité de traitement des stations d'épuration de la vallée de la Tarentaise de 120 000 à 350 000 éq.hab.

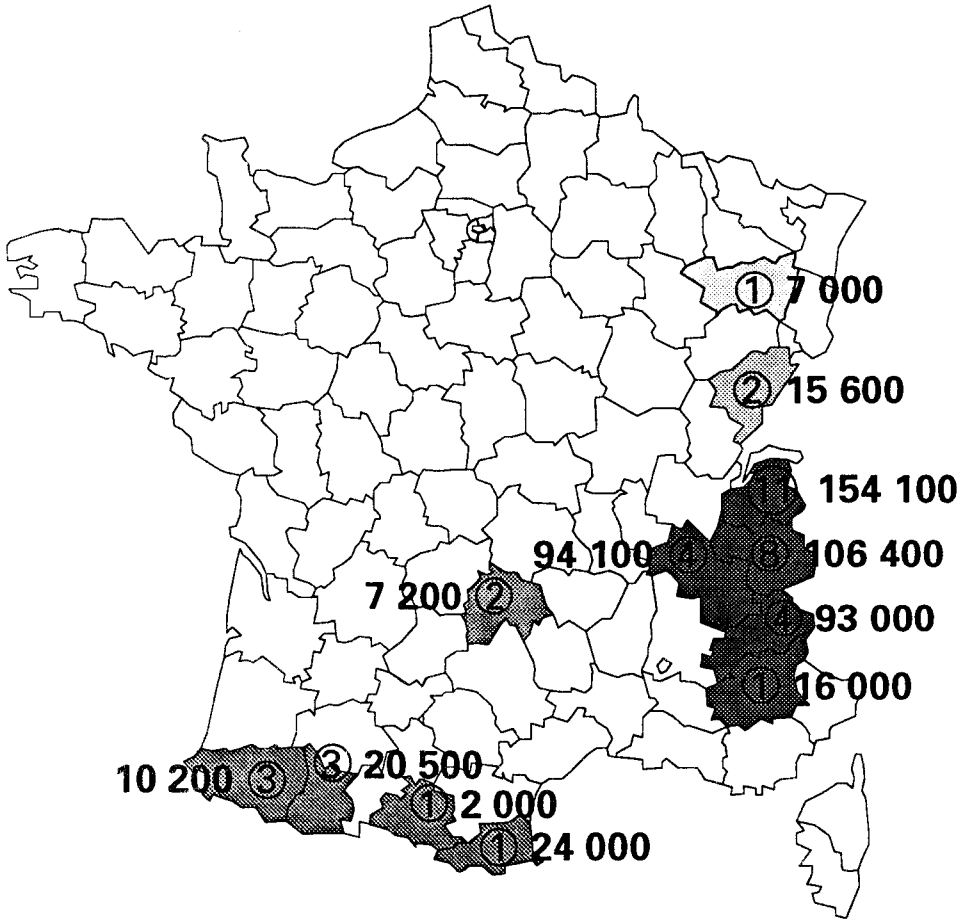
La carte N° 8 : Les stations d'épuration en zone de haute montagne montre la répartition des équipements par département et souligne l'importance des efforts entrepris en matière d'assainissement dans les Alpes. Plus de 80 % des capacités de traitement sont implantés dans ce massif.

Les premières années (de 1968 à 1978), les systèmes biologiques hérités de l'expérience acquise en plaine (Boues activées, lits bactériens...) prédominaient et ce n'est qu'à partir de 1975 que des systèmes physico-chimiques ont été construits. Les années 1980 ont été marquées par le développement des procédés mixtes associant physico-chimie et biofiltration.






Sur les 41 stations recensées :

- 17 sont du type boues activées,
- 11 sont du type physico-chimique simple.
- 6 combinent une unité physico-chimique à une unité biologique.
- 3 sont du type lits bactériens.
- 2 sont du type disques biologiques.
- 1 est du type lits bactériens et disques biologiques.
- 1 est du type décantation primaire.

CARTE N° 8 : LES STATIONS D'EPURATION EN ZONE DE HAUTE MONTAGNE (situation par départements.)



Seuil d'altitude de la haute montagne:

Vosges		> 800 m
Jura		> 1 100 m
Massif Central		> 1 200 m
Pyrénées		> 1 400 m
Alpes		> 1 600 m

② Nombre de stations d'épuration de capacité supérieure à 2 000 eq. hab.
24 000 Capacités cumulées en eq. hab.

La répartition des différentes filières en fonction de leurs capacités cumulées est illustrée ci-après par la **figure N° 3**.

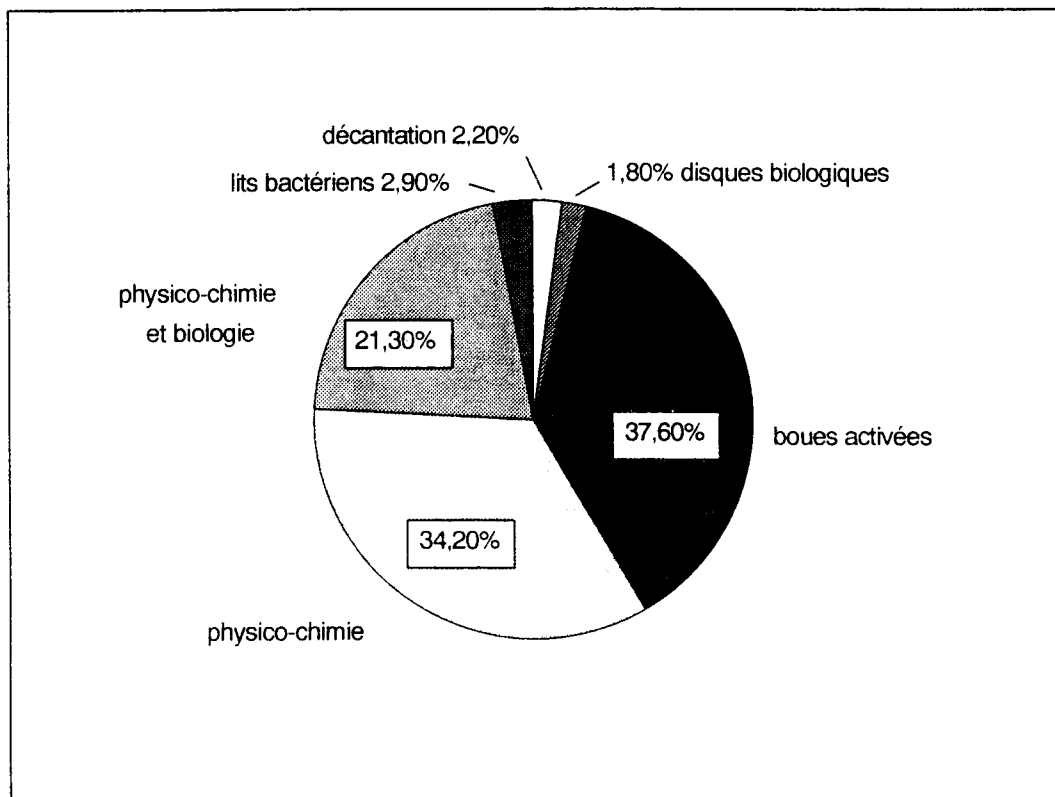


Figure N° 3 : Répartition des filières de traitement (en pourcentage des capacités de traitement).

Les procédés disques biologiques et lits bactériens sont généralement liés à de petites installations, de capacité inférieure à 5 000 éq.hab.

La capacité nominale des stations recensées varie de 2 000 éq.hab. à 50 000 éq.hab. en haute saison, la moyenne s'établissant à environ 13 000 - 14 000 éq.hab. La capacité totale est évaluée à 550 000 éq.hab.

Les rendements sont bien évidemment variables avec la filière choisie. Les meilleurs sont obtenus avec des boues activées et des procédés associant physico-chimie et biologie. Les rendements de 76 % sur la DBO₅ restent pourtant faibles du fait de la dilution importante des eaux usées et donc des faibles concentrations de celles-ci. En France, la plupart des réseaux, même réputés séparatifs, transportent des quantités importantes d'eaux parasites.

En effet, dans plus de la moitié des cas répertoriés, la proportion

$$\frac{\text{Volume des eaux parasites}}{\text{Volume admis}}$$
 est compris entre 30 et 60 %.

La notion de rendement comparant la qualité de l'effluent issu du réseau avec la qualité du rejet ne suffit pas pour caractériser l'efficacité d'une station.

Il est indispensable de connaître la qualité réelle du rejet et de la comparer avec les objectifs fixés initialement (voir paragraphe "critères de qualité").

En montagne, comme le souligne la **figure N° 4 : qualité du rejet en fonction des objectifs**, dans à peine la moitié des cas, la qualité est conforme aux objectifs définis au préalable.

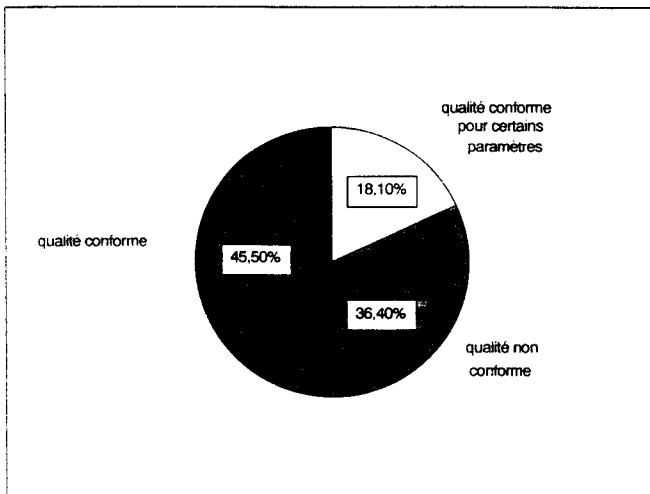


Figure N° 4 : Qualité du rejet en fonction des objectifs.

B - IV.3 LE TRAITEMENT DES BOUES.

Sauf cas particulier les boues sont épaissies pendant une courte durée, tous systèmes de déshydratation du plus simple au plus sophistiqué, sont ensuite implantés. Le choix de la technique la plus appropriée dépend le plus fréquemment de la taille de la collectivité et non pas de la nature des boues à traiter.

Le problème du devenir des boues est par contre très mal résolu. Dans la majorité des cas la solution de mise en décharge est adoptée. Les boues, dans la mesure du possible sont valorisées sur sol agricole ou pistes de ski. La technique d'incinération des boues, le plus souvent conjointement aux ordures ménagères, n'est encore que peu utilisée, mais devrait à court terme, se développer.

CONCLUSION

L'enquête menée, dans le courant de l'hiver 89/90 a permis de recenser, en zone de "haute montagne" française, 41 stations d'épuration (dont 28 dans les Alpes) traitant des effluents essentiellement domestiques rejetés par des collectivités de 2.000 éq.hab. ou plus. Cet équipement devrait, à très court terme, s'accroître en raison du déroulement des Jeux Olympiques d'hiver de 1992 en SAVOIE .

Quelle que soit la nature du réseau les eaux usées sont peu concentrées; les eaux parasites arrivent dans des proportions importantes.

Ces eaux usées sont principalement traitées par une filière boues activées (38 %); la filière physico-chimie la concurrence presque (34 %); l'association physico-chimie et biologie, déjà bien implantée (21 %), est appelée à se développer dans les années à venir.

La capacité nominale de ces stations d'épuration sur l'ensemble des zones de haute montagne française s'élève à 550 000 éq.hab. La production journalière d'un équivalent-habitant étant évaluée à 54 g de DBO₅, leur capacité nominale journalière totale exprimée par la charge organique s'élève donc à 29,7 tonnes de DBO₅.

Sur la base des données recueillies, représentatives des périodes touristiques, la charge globale journalière à traiter serait de l'ordre de 23 tonnes de DBO₅. Il apparaît que, dans ces conditions, les stations ne fonctionneraient qu'à 77 % de leur capacité organique nominale, même en période de pointe.

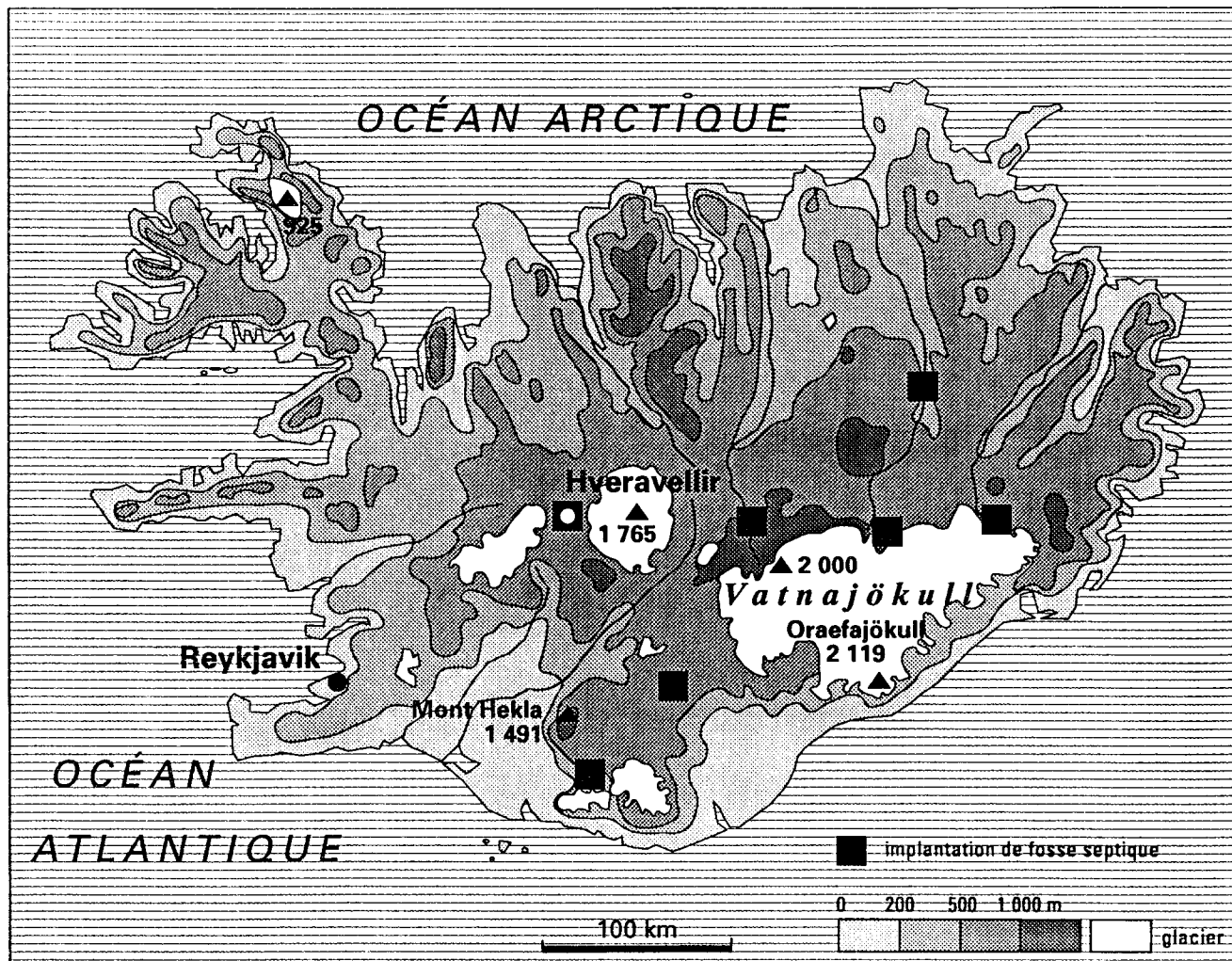
Le rendement moyen, tous procédés confondus est de 71 % sur la matière organique mesurée par la DBO₅.

Ces filières de traitement éliminent donc, en période de pointe, 16,4 tonnes de DBO₅ par jour; 6,6 tonnes sont néanmoins rejetées dans les milieux récepteurs.

Malgré les efforts entrepris pour inciter la valorisation des boues sur pistes de ski, le principal devenir de ces sous-produits reste la mise en décharge.

L'enquête n'a pas permis d'établir un bilan technique concernant les stations d'épuration de taille inférieure à 2 000 éq.hab. Les quelques renseignements obtenus tendraient à montrer que ces stations sont sujettes à de grandes difficultés. Elles seraient relativement nombreuses, une trentaine environ, et représenteraient donc une capacité de traitement maximale de 60 000 éq.hab.

CARTE N° 9 : LES ZONES DE MONTAGNE ISLANDAISE



◆ C - L'ISLANDE ◆

C - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'ISLANDE est située au milieu de l'Océan Atlantique Nord sur la Chaîne Atlantique. La superficie totale du pays est de 103 000 km². Moins de 24 000 km² sont couverts de végétation. Lors de l'établissement des Islandais sur leur île, la végétation couvrait plus de 65 % du pays. L'érosion des sols est maintenant le principal problème environnemental de l'ISLANDE. Les glaciers s'étendent approximativement sur 12 000 km², la superficie restante est composée de montagnes, de champs de lave et de déserts. (voir Carte N° 9 : La zone de montagne islandaise).

La population de l'ISLANDE est d'environ 250 000 habitants. Les régions habitées se limitent aux régions côtières et à quelques vallées intérieures.

La surface totale par tranches d'altitude se répartit ainsi :

0 à 199 mètres	24 700 km ²
200 à 599 mètres	40 560 km ²
supérieure à 600 mètres	37 740 km ²

Le bilan hydrique moyen approximatif est le suivant :

	mm/an	km ³ /an
Précipitation	2 000	200
Evaporation	310-414	35
Transport en rivière	1 586	160
Eau souterraine	33-62	5

Les ressources en eau sont globalement les suivantes :

Glaciers	4 000 km ³
Eau souterraine	300 km ³
Lacs	30 km ³
Rivières	>1 km ³

Les rivières en ISLANDE transportent chaque année vers la mer d'énormes quantités d'eau comparées au faible nombre d'habitants. De très sérieux problèmes d'eutrophisation se produisent malheureusement. Elles sont de courte longueur mais d'un débit très rapide. Couramment, l'eau met moins de trois jours pour parcourir son trajet complet de sa source à la mer.

La charge en nutriments rejetés dans la mer est estimée comme suit :

Tableau N° 4 : Origine des nutriments rejetés en mer

	Azote Tonnes/an	Phosphore Tonnes/an
Des sources naturelles	6000	5000
Eaux usées	1000	220
Industrie du poisson	3300	500
Agriculture	3400	130

Puisque la majorité de la population vit dans des villages côtiers tout autour du pays, la plupart des eaux usées sont envoyées directement dans la mer. La charge en nutriments provenant des eaux usées est insignifiante, comparée à la charge naturelle ou à la charge fournie par les activités agricoles.

C - II TRAITEMENT DES EAUX USEES EN ZONES TOURISTIQUES

Le nombre de visiteurs d'endroits touristiques populaires en zones de montagne augmente tous les ans. Ce nombre croissant de visiteurs accentue le besoin de résoudre les problèmes d'assainissement et d'envisager des solutions techniques et des équipements sanitaires dans ces zones.

Les zones touristiques populaires visitées essentiellement l'été sont généralement des endroits où se produit un phénomène naturel ou des zones totalement intactes (lieux sauvages bruts). Les hôtes visitant ces zones font un bref séjour, de un à quelques jours à chaque endroit.

Les calculs montrent que, pendant l'été, entre 10 000 à 20 000 personnes, voyageant avec l'aide d'agences de voyage, visitent les sites les plus populaires. A ce nombre, il faut ajouter ceux qui voyagent par leurs propres moyens. En hiver, les touristes locaux se rendent dans les stations de ski, installées à proximité des sites les plus peuplés.

Etant donné que la période touristique se limite à environ 2 mois pendant l'été, le nombre moyen de visiteurs est au moins de 100 à 300 par jour dans les sites les plus connus.

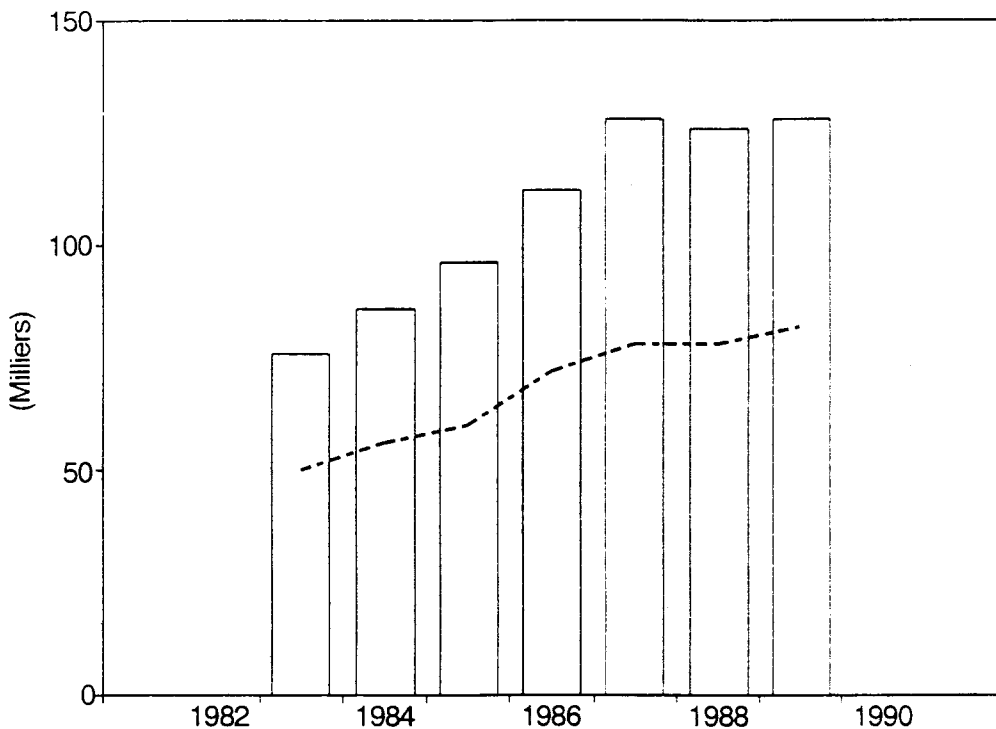


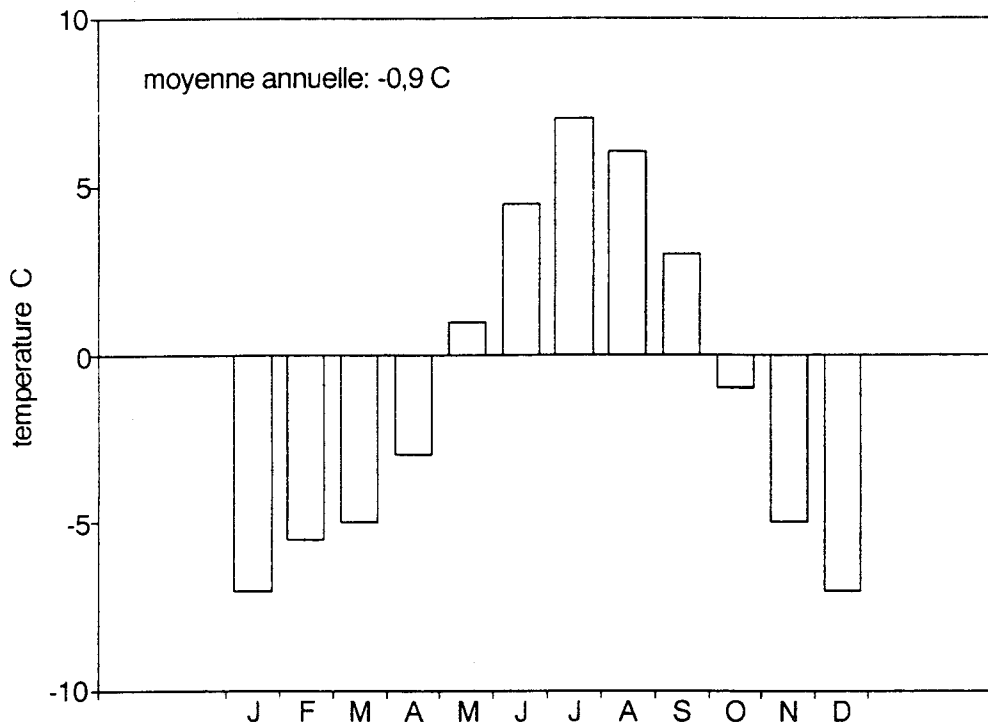
Figure N° 5 : Nombre de touristes étrangers.

La ligne brisée montre le nombre de touristes durant les mois de Mai à Août

Les principales difficultés pour résoudre les problèmes d'assainissement de ces sites sont :

- a) - très faible densité d'habitations permanentes.
- b) - courte période touristique,
- c) - faible température qui affecte l'évacuation des eaux usées.

A 600 m d'altitude, dans les montagnes d'ISLANDE, la température moyenne en juillet oscille seulement entre 7 et 8°C. Certaines de ces zones peuvent alors être qualifiées d'arctique.



**Figure N° 6 : Température à Hveravellir.
(Moyenne mensuelle 1971-1980).**

Hveravellir est situé à 641 m. d'altitude.

Habituellement, l'évacuation des eaux usées n'est pas le seul problème des lieux touristiques, mais il fait partie d'un ensemble de problèmes qui affectent l'environnement tels que :

- l'adduction en eau potable,
- l'approvisionnement en énergie,
- l'évacuation des déchets solides.

La mauvaise qualité des routes d'accès à certains sites accentue souvent la difficulté à résoudre ce problème.

Les centres touristiques, proposant un équipement de confort minimum, ont besoin d'un nombre minimum de visiteurs pour bénéficier d'une légitimité économique. S'ils ne sont pas rentables, ils devraient utiliser des solutions les plus primaires et accepter d'inclure dans leur tarif le prix de la protection de ces écosystèmes très sensibles afin de garder propres et non polluées ces zones de récréation pour le futur. Cela concerne très précisément les ressources en eau ayant un long temps de séjour telles que les glaciers et les eaux souterraines.

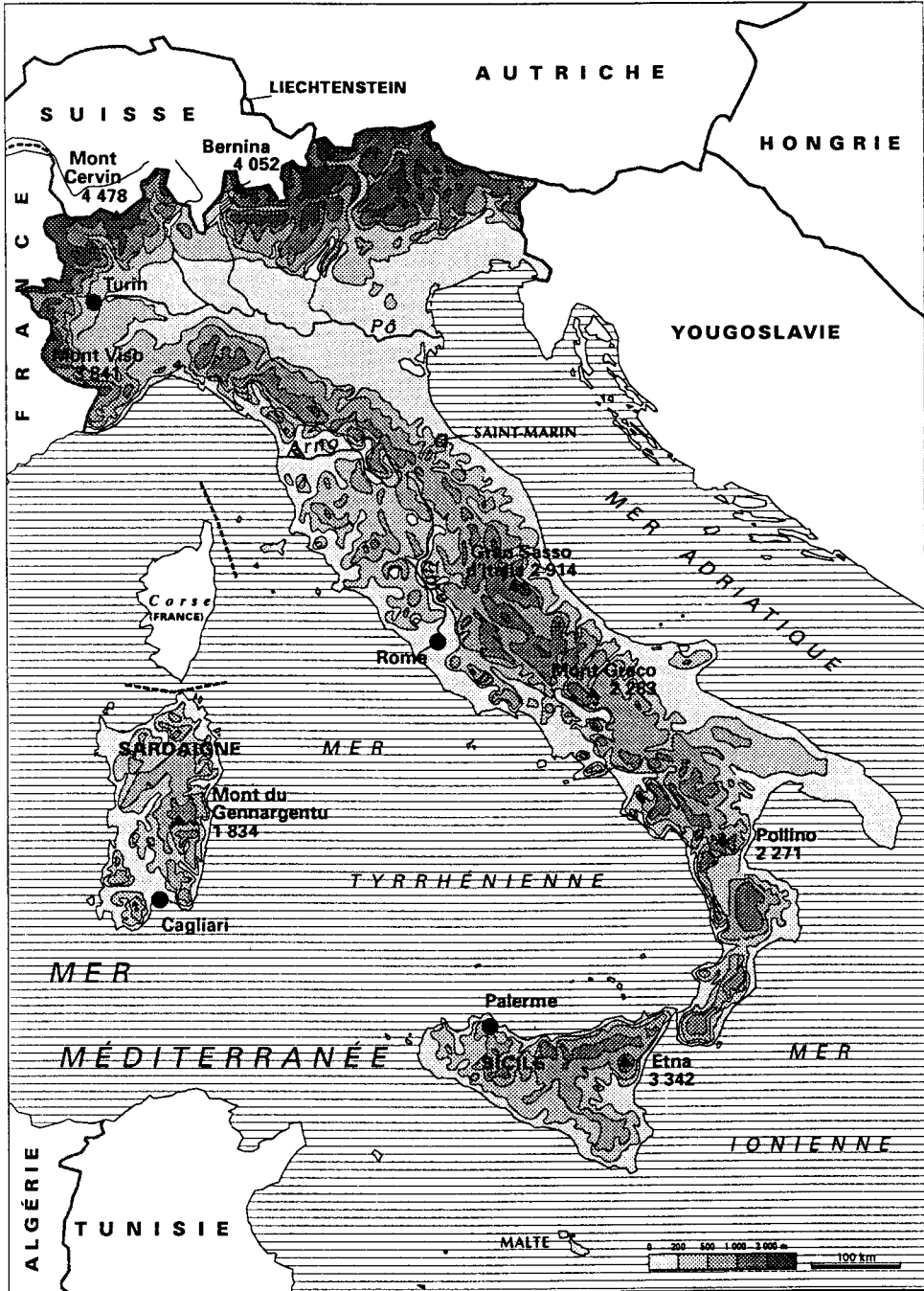
Seules des solutions techniques simples sont donc possibles. Ces solutions doivent bénéficier de quelques normes sanitaires, d'un contrôle et d'un entretien réguliers.

Le but à long terme est de construire des toilettes avec des fosses septiques suivies d'infiltration dans le sol si cela s'avère possible. Quelques installations sont déjà construites (**voir Carte N° 9 : Les zones de montagne islandaise**). Là où cette solution n'est pas envisageable ou à plus court terme, on construit en priorité des toilettes sèches avec fosse étanche.

Les solutions ne sont pas sans problèmes dans l'environnement montagneux islandais. Le problème majeur des toilettes est les faibles températures, c'est-à-dire le gel et la difficulté d'infiltration dans le sol. Quant aux toilettes sèches, les principaux problèmes sont les qualités sanitaires faibles au rejet, les problèmes d'odeur et la gestion très régulière des boues.

Le "Nature Conservation Council" est en train de travailler sur l'expérimentation de ces deux types de solutions dans le but d'améliorer la protection de l'environnement et la qualité sanitaire du rejet.

CARTE N° 10 : LA ZONE DE MONTAGNE ITALIENNE



◆ D - ITALIE ◆

L'Italie est un pays ayant deux grandes chaînes de montagne : les Alpes et les Apennins.

Les zones de montagne sont nombreuses (**voir Carte N° 10 : La zone de montagne italienne**), mais il n'existe pas de définition exacte.

La situation qui va être présentée ici concerne une région très montagneuse de l'Italie du nord : le territoire de la Province de Trento.

D - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce territoire se loge dans le secteur centre oriental des Alpes et présente une superficie de 6 217,88 km². La plus grande extension territoriale (70 %) se trouve à une altitude comprise entre 500 et 2 000 mètres, l'altitude moyenne se situant entre 1 000 et 1 500 mètres.

L'hydrographie du Trentin s'identifie à un réseau complexe qui se modifie en fonction du climat, de l'altitude et du milieu naturel.

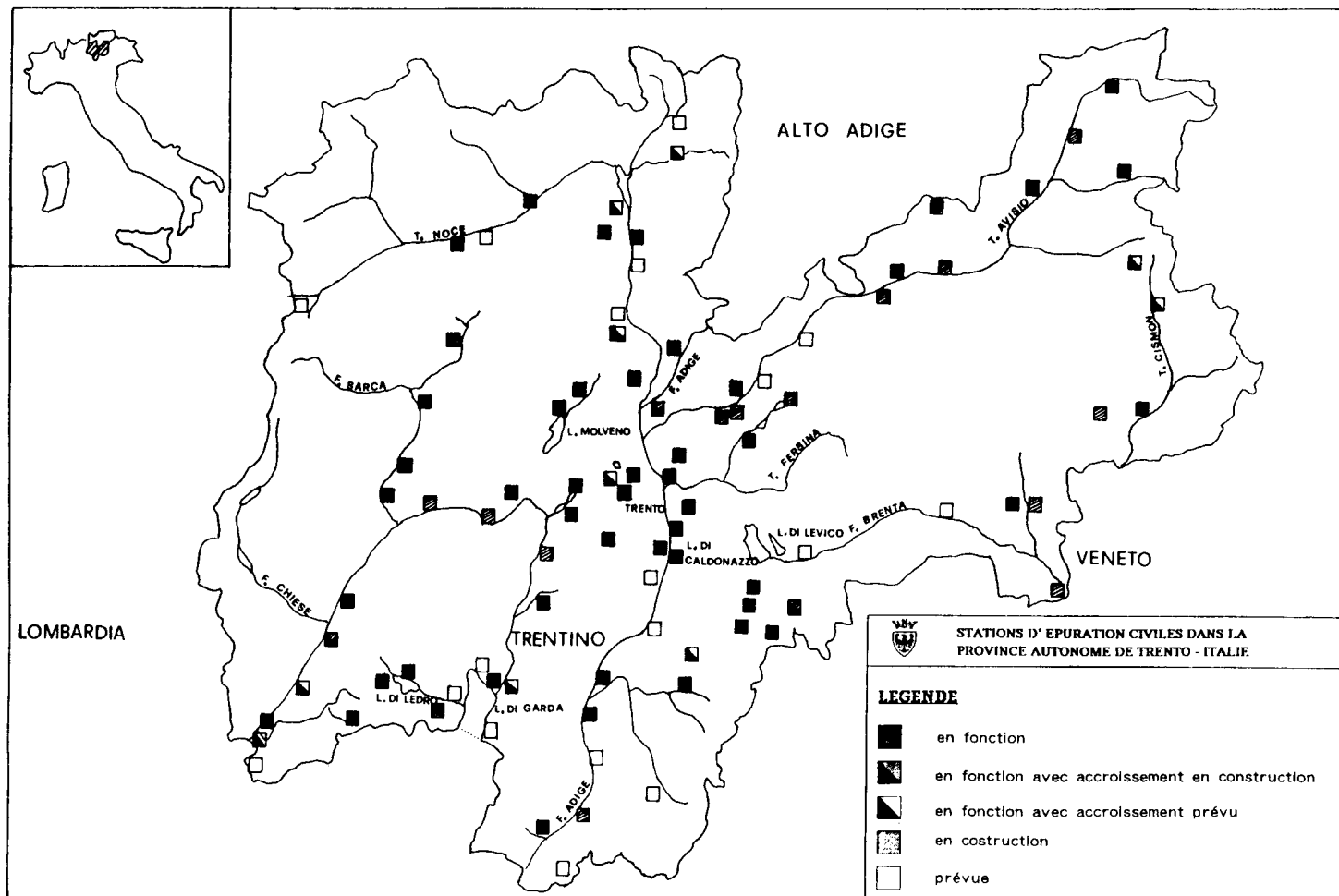
Les eaux issues des glaciers et des Alpes représentent les deux éléments distincts du système hydrographique de la province.

On compte exactement 297 lacs et 920 cours d'eau d'une longueur globale de 3 307 km.

Dans le Trentin, l'utilisation du sol est principalement axée sur une exploitation agricole et forestière (70 % de tout le territoire). L'activité industrielle est développée dans toutes les vallées principales, ou presque. Au cours de ces dernières années, le secteur touristique a, lui aussi, pris son essor. Il a connu une grande expansion, ce qui a contribué à accroître la pression humaine.

Cette pression supplémentaire, exercée sur le territoire, est encore aggravée par le tourisme limité à la journée. La forte réduction de la durée moyenne des vacances, qui a été compensée par un plus grand nombre de périodes touristiques, conduit à une plus grande fréquentation des zones touristiques, ce qui se traduit par une utilisation plus intensive des services d'hygiène.

CARTE N° 11 : LES STATIONS D'EPURATION DANS LA PROVINCE DE TRENTO



D - II SITUATION CLIMATIQUE

Sur le plan climatique, le Trentin appartient au secteur préalpin. Le mois le plus froid est le mois de janvier, avec un minimum absolu de - 25°C, le mois le plus chaud étant Juillet avec un maximum absolu de 39°C.

Les précipitations annuelles totales varient de 800 mm à 1 500 mm. C'est durant l'hiver que l'on enregistre le minimum saisonnier des précipitations, alors que les autres saisons sont assez pluvieuses. Dans certaines zones, on rencontre deux maxima relatifs au printemps et à l'automne.

D - III LEGISLATION SUR LA PROTECTION DES EAUX EN ITALIE ET DANS LA PROVINCE DE TRENTO

En Italie, la protection des eaux contre la pollution relève de la loi du 10 Mai 1976, N° 319. Cette loi est fondée sur l'application rigide et uniforme de valeurs limites qui sont imposées aux eaux de nature domestique; l'assainissement est renvoyé aux niveaux régionaux. La loi spécifie les critères en vue d'une utilisation rationnelle et correcte des eaux de façon à en favoriser l'économie et les processus de recyclage et de récupération des substances dispersées; elle détermine des normes techniques générales; elle adapte les standards d'émission des déchets industriels aux directives de la CEE et les modifie en fonction des nouvelles acquisitions scientifiques et technologiques.

La pollution à traiter émise par l'ensemble des résidents (430 000), des touristes et de quelques industriels est évaluée à 1,6 millions d'équivalents habitants.

La province autonome de Trento a approuvé, en 1987, le Plan Provincial d'assainissement des eaux, un plan qui est pour l'instant en phase d'ajournement et qui met en évidence la situation suivante (**Carte N° 11 et Tableau N° 5 : Les stations d'épuration dans la province de Trento**).

a) on a réalisé, ou on a augmenté la capacité de traitement durant l'année 1989, de :

- 62 stations d'épuration biologique provinciales, ayant une capacité pouvant varier de 400 - 500 éq.hab. à 100 000 - 125 000 éq.hab.; le plus grand nombre de stations se situe dans la tranche de capacité comprise entre 10 000 et 20 000 éq. hab. Dans quatre cas seulement on atteint ou on dépasse le seuil des 50 000 éq. hab. L'ensemble a la possibilité de traiter la moitié des besoins globaux d'épuration. Comparés à la seule population permanente, les équipements sont capables de traiter 66,3 % des besoins.

Tableau n° 5 : Les stations d'épuration dans la province de Trento

ANNEE MISE EN SERVICE	NOM DE LA STATION	NOMBRE DE COMMUNES DESSERVIES	ALTIUDE m	TRAITEMENT EAUX		TRAITEMENT BOUES		CAPACITE DE LA STATION			COUVERTURE NON COUV.	TYPE DE GOUT	TYPE D'EAUX USEES	MILIEU RECEPTEUR	FONCTIONNEMENT				
				STADES	METHODES	TRAITEMENT	EVACUATION	DEBIT MOYEN Vs	eq. hab.	DBO ₅ kg/j					APPORT (/eq. hab./)	% ABATTEMENT			
																DBO ₅	DCO	NH ₄ ⁺	P
1981	CAVARENO	6	960	B	BA	DM - T	D	23	10000	600	NC	S	MI	CE	200	94	92	97	70
1990	FAI PAGANELLA	1	950	B	BA	DM	D	17	5200	312	C	PS	M	CE	280	86	85	91	48
1987	MEZZANA	4	900	B	BA	DM	D	50	13500	810	C	PS	MI	CE	320	95	92	88	70
1982	CAMPITELLO FASSA	2	1400	B	BA	DM	D	37	20000	1200	C	PS	M	CE	160	94	93	89	69
1982	CASTELLO FIEMME	5	820	B	BA	L - DM	D	37	16000	960	NC	PS	MI	CE	200	91	88	92	60
1987	MOENA	2	1120	B	BA	DM	D	50	13500	810	C	PS	M	CE	320	97	94	95	79
1990	S. PELLEGRINO	1	1800	B	BA	T	D	1,4	1000	60	C	PS	M	CE	250				
1981	VIOTTE	1	1540	B	BA	T	IC	0,7	200	12	C	S	M	CE	200				
1982	PASSO ROLLE	1	1900	B	BA	T	D	1,4	600	36	C	S	M	CE	200	91	89	65	62
1983	SAN MARTINO DI C.	2	1400	B	BA	LT	D	12	4000	240	C	PS	M	CE	250	94	92	85	58
1988	BASELGA DI PINE	1	900	B	BA	DM	IC	29	10000	600	NC	S	M	CE	240	92	87	97	64
1981	CARBONARE	1	1050	B	BA	T	D	5	3000	180	C	S	M	CE	150	95	90	92	44
1985	FOLGARIA	1	1010	B	BA	DM	D	44	13500	810	C	S	M	CE	280	92	93	96	62
1989	TERRAGNOLO	1	850	B	BA		D	1,7	600	36	C	PS	M	CE	320				
1987	ANDALO	1	1020	B	BA	DM	D	32	10000	600	C	S	M	CE	280	96	94	96	60
1983	MAD. CAMPIGLIO	2	1430	B	BA	DM	D	46	20000	1200	C	PS	M	CE	200	97	96	90	78
1987	MOLVENO	1	830	B - C	BA	DM	D	32	10000	600	C	S	M	L	280	94	93	94	82
1987	TREMALZO	1	1400	B	BA	T	D	1,1	600	36	C	S	M	CE	160	88	84	85	61
1982	LAVARONE	1	1100	B	BA	T - L	D	17	10000	600	C	S	MI	CE	150	96	96	93	55
1989	PIEVE TESINO	2	810	B	BA	DM	D	17	4500	270	C	PS	M	CE	320	34	31	19	9

LEGENDE

eq. hab. = équivalent habitant
DBO = demande biochimique
en oxygène

NIVEAUX DEPURATION

M = mécanique
B = biologique
C = chimique (3e stade)

METHODES DEPURATION

F = Fossees IMHOFF
LB = Lits bactériens à
ruissellement
DB = Disques biologiques
BA = Boues actives

TRAITEMENT DES BOUES

D = Digestion anaérobie
DM = Déshydratation
mécanique
L = Lits de séchage
T = Transfert vers une autre
station

EVACUATION DES BOUES

IC = installation de
convoisement
D = Décharge déchets
urbains

TYPE DE COUVERTURE DE
STATIONS

C = Couvert
NC = Non couvert

TYPE DE RESEAU

PS = réseau pseudoéparatif
S = éparatif

TYPE D'EAUX USEES

M = Domestiques
MI = Domestiques et
industrielles

MILIEU RECEPTEUR

CE = cours d'eau
L = lac
S = sol

- 233 installations mécaniques de type "IMHOFF"* mises au service de plus de 90 000 habitants résidents et d'un nombre identique de non résidents.
 - 109 km de collecteurs intercommunaux ;
- b) on a réalisé ou restructuré des réseaux d'égouts communaux, qui, à l'heure actuelle, couvrent 90 % de l'ensemble des besoins.

Ce plan d'intervention devrait être achevé dans 5 ou 6 ans. Les fosses "IMHOFF" seront progressivement remplacées. L'équipement définitif sera constitué de 121 stations d'épuration et 205 fosses "IMHOFF" réservées aux petites agglomérations, ainsi que 360 km de collecteurs principaux.

D - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES. ETAT DE L'ASSAINISSEMENT

La norme provinciale exige la nitrification des éléments azotés. En effet, elle établit que la concentration en azote ammoniacal dans l'effluent doit se limiter à 3 mg/l, au moins dès que les températures deviennent supérieures à 15°C.

Cette requête a évidemment orienté le travail de conception des stations dans la Province de Trento. C'est ainsi que le choix s'est, en général, arrêté sur des procédés à "boues activées" de type :

- aération prolongée, pour les communautés comptant jusqu'à 10 000 éq.hab.,
- à faible charge massique, pour les communautés plus importantes.

Lors de la phase de projet, on n'adoptera jamais, conformément aux récentes données, une valeur de charge massique en boue supérieure à 0,16. De cette manière, la nitrification de l'ammoniaque, à une température supérieure à 15°C, est garantie.

* une fosse "IMHOFF" est un modèle déposé de décanteur-digesteur

Tableau N° 6 : Dimensionnement des boues activées

INSTALLATIONS A AERATION PROLONGEE	
charge massique de la boue	0,07 kg DBO ₅ /kg MES x jour
concentration en boues en aération	4,50 kg/m ³
concentration des boues en recirculation	8,00 kg/m ³
indice de stabilisation des boues : âge de la boue (j) x température (°C)	300

INSTALLATIONS A FAIBLE CHARGE MASSIQUE	
charge massique de la boue	0,15 kg DBO ₅ /kg MES x jour
concentration des boues en aération	3,50 kg/m ³
concentration des boues en recirculation	8,00 kg/m ³
indice de stabilisation des boues : âge de la boue (j) x température (°C)	300

En général, la typologie des installations prévoit des systèmes à schéma simplifié dotés :

- d'un grillage grossier à l'entrée suivi éventuellement d'une grille plus fine,
- d'un compartiment de dessablage et déshuilage,
- du traitement secondaire formé de bassins d'aération-nitrification, de décan-tation finale,
- le cas échéant d'une stabilisation aérobie des boues non épaissies.

Des expériences menées dans les petites stations (500 -2 000 éq.hab.) sur les lits bactériens à ruissellement de type traditionnel ne se sont pas révélées fort positives en raison des importants problèmes causés par la formation de glace dans le filtre en hiver, mais aussi à cause du manque de souplesse du système face à des fortes variations hydrauliques (pointes ou sous-charge).

A propos de la position en altitude des sites (**Figure N° 7 : L'altitude des stations d'épuration**) il faut faire remarquer qu'à l'heure actuelle,

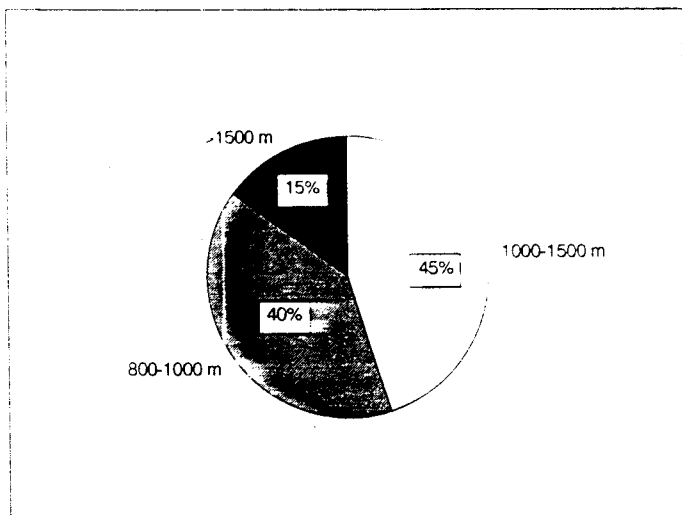


Figure N° 7 : L'altitude des stations d'épuration.

- 25 des 62 stations d'épuration en fonctionnement dans la province se situent au-dessous de 500 mètres d'altitude.
- 25 d'entre elles sont comprises entre 500 et 1 000 mètres d'altitude.
- 9 entre 1 000 et 1 500.
- 3 se trouvent entre 1 500 et 2 000 mètres d'altitude.

Couverture

Les stations d'épuration situées à plus de 1 000 mètres d'altitude sont toutes couvertes. Parmi celles qui sont entre 500 et 1 000 mètres, 11 sont couvertes (ce qui représente 44 % du total). Au-dessous de 500 mètres d'altitude, 4 stations d'épuration seulement sont protégées complètement par une couverture.

Ces derniers temps, on a de plus en plus tendance à s'orienter vers une couverture complète des stations d'épuration situées au-delà de 800 mètres d'altitude, zones assimilées à des endroits "de montagne".

Toutes les constructions se trouvant à cette altitude sont sujettes à une détérioration accélérée et, par conséquent, à des problèmes de gestion beaucoup plus importants. Mais, même pour des altitudes intermédiaires, on adopte très souvent le compromis de couvrir (et dernièrement de désodoriser) les compartiments de prétraitement (dégrillage, dessablage, déshuilage) et les compartiments de traitement final des boues (épaississeur, déshydratation mécanique, stockage temporaire). Ce sont en effet les niveaux de traitement qui connaissent les plus importants risques de blocage avec le gel et/ou d'émissions malodorantes. Dans ces cas bien précis, seuls les bassins d'aération-nitrification, de décantation et de désinfection sont maintenus à l'extérieur.

Canalisation des débits

Malgré l'adoption générale du système d'égouts séparatifs, on enregistre la présence constante d'un débit supplémentaire provenant des eaux de surface et/ou des nappes phréatiques. Ces eaux claires diluent la concentration des eaux usées, tout en intensifiant, bien souvent, les phénomènes de pointe durant les fortes précipitations ou lors du dégel du printemps. Toutes les stations ont donc été équipées de déversoirs d'orage, ces dispositifs ont été tarés pour recevoir un flux correspondant, au maximum, à trois fois le débit moyen journalier sur 24 heures (conformément à la norme provinciale). De cette façon, les stations d'épuration ont considérablement amélioré leurs performances.

Adaptation aux débits de pointe

Face aux phénomènes d'augmentation importante des eaux usées lors de la saison touristique, on a réussi à trouver une solution grâce au caractère modulaire des stations. En fait, la plupart des stations d'épuration (58 %) sont dotées, actuellement, d'au moins deux lignes complètes de traitement qui fonctionnent en parallèle. Au-delà de la frange des 800 mètres d'altitude, quatre stations fonctionnent sur 3 chaînes de traitement ou plus en parallèle.

Ce choix permet non seulement d'obtenir une adaptation graduelle selon les variations de charges, mais aussi d'enregistrer une amélioration considérable de la fiabilité globale en cas d'entretien et de pannes.

Déshydratation des boues

Aujourd'hui, on réalise la déshydratation finale des boues au moyen de filtres à bandes presseuses ou de filtres-presses à plateaux. Cette technique est désormais employée dans la plupart des stations d'épuration.

Le vieux système de lits de séchage a très vite été abandonné. En effet, cette technique présentait de très mauvais résultats quand elle était adoptée dans des conditions climatiques défavorables. Dans un certain nombre de stations, ces lits de séchage ont quand même été conservés pour affronter le cas échéant, d'éventuelles situations d'urgence ou pour faire face à la nécessité de stockage temporaire des boues qui proviennent des concentrateurs rudimentaires des communautés voisines.

Autres caractéristiques d'exploitation

Un des aspects dont il a fallu tenir compte pour assurer le fonctionnement régulier des stations, du moins dans la Province de Trento, a été la nécessité de pallier d'éventuelles interruptions dans la distribution de l'énergie électrique dans le réseau (et qui sont assez fréquentes sur les lignes périphériques). On est en train de parer à cet inconvénient en installant progressivement des groupes électrogènes d'urgence à branchement automatique.

En ce qui concerne le fonctionnement courant, les données fournies par les analyses de gestion signalent que les eaux usées en entrée dans les stations d'épuration présentent, en règle générale, des concentrations en DBO₅ comprises entre 220 mg/l et 400 mg/l (avec une importante dispersion, toutefois), des concentrations en DCO comprises entre 400 mg/l et 800 mg/l et de NTK (organique + ammoniacal) comprises entre 20 mg/l et 50 mg/l.

Pour de très nombreuses stations, la température moyenne de travail est vraiment très basse. Ainsi, en 1989, dans 21 stations sur les 47 à boues activées, à schéma simplifié, et soumises à enregistrement permanent, on a noté dans le bassin d'aération une température inférieure à 12°C; dans les autres cas, la température moyenne se situait entre 12 et 17°C, mais en aucun cas, on n'a enregistré une température supérieure à 17°C. Par conséquent, les conditions nécessaires pour réaliser le processus de nitrification sont très sévères. Et pourtant, ce ne fut que très rarement que l'azote ammoniacal en sortie ne dépassa le seuil des 3 mg/l (seuil fixé comme valeur de référence).

Le rendement d'abattement des matières en suspension, des DBO₅ et des DCO se situe, généralement, au-dessus du seuil de 90 %, et il en est de même pour le rendement de nitrification de l'azote ammoniacal.

L'abattement du phosphore, en employant la méthodologie physico-chimique de la "précipitation simultanée", est pratiqué dans des stations pour lesquelles le milieu récepteur le réclame.

D - V CONTRAINTES ET PROBLEMES RENCONTRES

La quantité de boues en excédent qui est produite par les stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines dans la Province Autonome de Trento se monte à environ 35 000 m³/an.

En règle générale, les boues sont soumises à un traitement final de déshydratation mécanique qui est réalisée au moyen de filtres à bandes presseuses ou de filtres-presses à plateaux. Cette technologie ne peut toutefois assurer un degré de minéralisation suffisant, répondant aux contraintes sanitaires permettant l'utilisation directe des boues en agriculture.

A l'heure qu'il est, la méthode d'évacuation la plus répandue dans la Province Autonome de Trento est celle de la mise en décharges contrôlées (déchets solides urbains). Elles sont au nombre de 7 et reçoivent environ 23 000 m³/an (65 %). Les boues sont incorporées aux déchets solides dans les proportions de 1 pour 3. L'évacuation des boues nécessite donc une place importante. L'emprise au sol, les émanations malodorantes, mais aussi le problème d'épuisement des sites disponibles, ont imposé la nécessité de rechercher des méthodes alternatives comme le compostage et le séchage.

Sur des installations expérimentales de compostage, les perspectives sont bonnes.

CONCLUSION

Actuellement, les efforts d'étude portent plus précisément sur les milieux récepteurs sujets à l'eutrophisation. Sur la base des résultats obtenus, on procédera à l'introduction de traitements de déphosphatation et/ou de dénitrification sur les stations concernées.

Les modifications proposées aujourd'hui sur les nouvelles stations concernent un traitement de finition par filtration. Cette démarche est vivement encouragée car elle contribue à réduire les principaux paramètres caractéristiques de la pollution ainsi que la turbidité du rejet final.

◆ - E LE ROYAUME-UNI ◆

E - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

La carte N° 12 : La zone de montagne au ROYAUME-UNI montre que le ROYAUME-UNI comprend l'ANGLETERRE, le Pays de GALLES, l'ECOSSE et l'IRLANDE DU NORD.

Cette même carte fait apparaître, les principales zones d'altitude élevée :

- I : LA PENINSULE DU SUD-OUEST, EN PARTICULIER COMTE DE DEVON.
- II : LE PAYS DE GALLES
- III : LA CHAINE DES "PENNINES" IMPLANTEE DU CENTRE VERS LE NORD DE L'ANGLETERRE.
- IV : LA ZONE ANGLAISE DU "LAKE DISTRICT",
- V : L'ECOSSE

Tableau N° 7 : Les points culminants du ROYAUME-UNI

Nom	Localisation	Altitude
SNOWDON	PAYS DE GALLES	1 085 m
SCAFELL	ANGLETERRE	979 m
BEN NEVIS	ECOSSE	1 343 m

La plupart de ces hauts plateaux sont proches de la mer, les hauteurs minimales avoisinent le zéro et les altitudes moyennes sont même seulement de 200 à 300 m.

La carte N° 13 : Les précipitations n'est qu'une carte des précipitations mais elle fait très bien apparaître les zones intéressantes. En effet, les zones recevant une précipitation annuelle supérieure à 1 200 mm correspondent tout à fait aux zones de hauts plateaux touristiques. En ECOSSE, cependant, cette correspondance sous-estime quelque peu, côté Est, l'étendue de la partie touristique.

La surface totale du ROYAUME-UNI est de 244 000 km².

CARTE N° 12 : LA ZONE DE MONTAGNE DU ROYAUME-UNI



Il n'y a pas de définition anglaise de la zone de montagne. Il est communément accepté de retenir toutes zones d'altitude supérieure à 3 000 pieds soit environ 1 000 m. Mais si cette définition était retenue alors l'ANGLETERRE n'aurait plus de montagne. La surface de montagne d'altitude supérieure à 1 000 m est vraiment minuscule.

Dès que l'altitude dépasse 300 m, l'activité économique principale consiste en de l'élevage peu intensif de moutons. On y trouve aussi des forêts. Ces zones de hauts plateaux sont appréciées des touristes.

Puisqu'il n'existe pas de définition précise de la zone de montagne, il est difficile d'en délimiter une surface. Pourtant environ 20 % de la surface totale soit 50 000 km² peuvent être considérés comme zone de hauts plateaux.

E - II SITUATION CLIMATIQUE

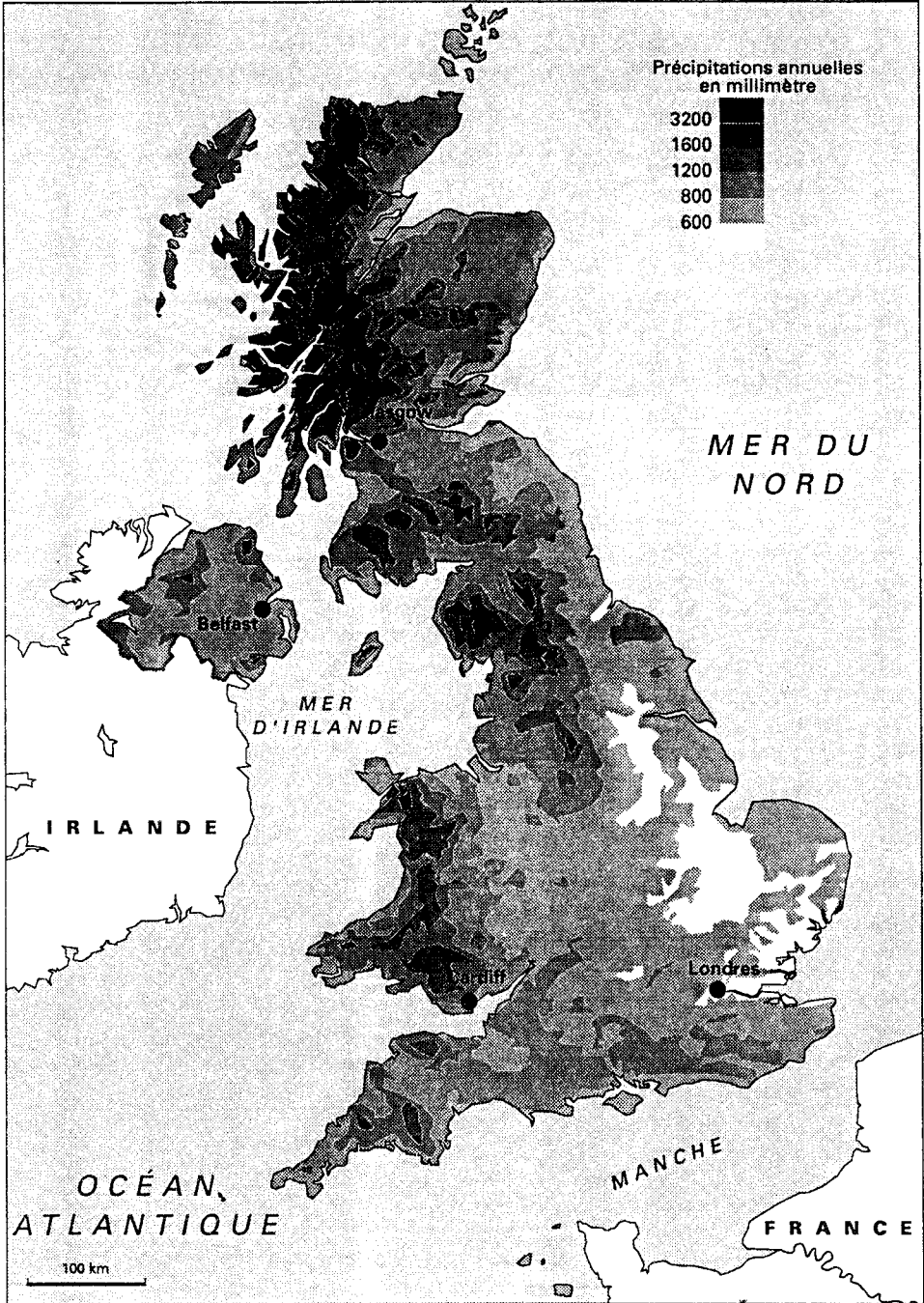
Toutes ces températures sont mesurées à 300 m d'altitude. Elles chutent d'environ 1°C par gain d'altitude de 150 m.

Tableau N° 8 : Les températures au ROYAUME-UNI

TEMPERATURES	°C
Maximum moyen journalier (juillet)	18
Maximum moyen journalier (janvier)	0
Moyenne annuelle	7
Moyenne en été	13
Moyenne en automne	7
Moyenne en hiver	1
Moyenne au printemps	6

Il n'existe pas de données concernant le gel. Les conditions d'enneigement sont très variables. Comptons qu'en moyenne le sol est blanc 50 jours par an. Cette valeur peut atteindre 100 jours pour le nord de l'ECOSSE.

CARTE N° 13 : LES PRECIPITATIONS



E - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

L'ensemble de la population anglaise s'élève à 55 millions.

Il est difficile de connaître la population de la zone de montagne puisque cette dernière n'est pas définie clairement.

Peut-être 2 à 3 millions d'habitants vivent en altitude: pourtant le nombre d'habitants permanents qui vivent au-dessus de 300 m ne représente qu'une très faible proportion.

L'estimation des variations de population est encore plus difficile à réaliser. Dans les zones fortement touristiques telles que DEVON, SNOWDONIA et le "LAKE DISTRICT", un rapport population estivale sur population permanente atteignant un facteur de 3 n'est pas rare. Sur quelques sites accueillant un grand nombre de touristes pour une journée seulement, ce facteur de variation est parfois supérieur.

Au ROYAUME-UNI, la variation de population est le plus souvent estivale. Les principales activités touristiques sont les visites de monuments, la marche, l'escalade et la pêche. Les sports induits par la présence d'eau se pratiquent seulement dans certains lacs.

Dans la région "CAIRNGORM" en ECOSSE, un grand nombre de touristes pratiquent les sports d'hiver.

E - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

E - IV.1 CRITERES DE QUALITE

Il y a longtemps, par consensus général, on avait retenu que les concentrations du rejet en DBO₅ et MES devaient rester inférieures à 20 mg/l et 30 mg/l. Il y a un peu plus de quinze ans, la notion de rendement a été acceptée : on devait atteindre 95 % d'abattement.

Il a été réalisé, par la suite, qu'il n'était pas raisonnable d'atteindre de tels niveaux pour la majorité des petites installations souvent éloignées de tout. C'est tout à fait le cas des installations implantées sur les hauts plateaux. La qualité attendue du rejet est alors de 40 mg/l pour la DBO₅ et 60 mg/l pour la DCO. En ce qui concerne les très petites installations, de taille inférieure à 200 éq.hab., on se limite à une description physique du rejet. Ce dernier est déclaré de qualité satisfaisante si, sur simple inspection visuelle, il a été clarifié et n'est plus porteur de matières en suspension en grande quantité.

Plus récemment, de nouveaux critères, basés sur la nature et l'usage du milieu récepteur, ont été édictés. Quelques stations d'épuration, se rejetant dans une rivière poissonneuse, doivent respecter les valeurs suivantes :

- 10 mg/l pour la DBO₅
- 10 mg/l pour les MES
- 1 mg/l pour l'Azote Ammoniacal.

Dans quelques endroits particulièrement sensibles tels que le "DISTRICT LAKE" des normes concernant l'Azote total ou le Phosphore total sont en cours d'élaboration.

E - IV.2 FILIERES DE TRAITEMENT

Les informations sont sommaires. En zone de hauts plateaux, on peut estimer à environ 500 le nombre de petites stations d'épuration possédant une capacité maximale de 1 000 éq.hab. Les communautés de plus grande taille s'approchent des zones de haut plateau sans pourtant y être intégrées.

Néanmoins, on peut estimer qu'il existe environ 50 stations de 10 000 éq.hab. (Cette valeur maximale correspond à la pointe touristique et intègre les arrivées d'eaux claires).

La grande majorité des installations sont de petits lits bactériens, certains même sont très vieux. Quelques-unes de ces installations sont composées de décantation primaire conventionnelle par fosse septique.

Depuis les années 1970, s'installent progressivement des filières compactes de deux types : les disques biologiques et les boues activées. Ces dernières fournissent généralement de mauvaises performances du fait des pertes de boues pendant les périodes de fort débit.

Les chenaux d'oxydation se sont développés pour les populations de taille égale ou supérieure à 2 000 habitants. La décantation secondaire a lieu soit dans un ouvrage séparé soit dans des zones qui deviennent calmes lors de l'aération séquentielle.

Un peu plus de 5 % de la population des hauts plateaux n'est pas raccordée à un réseau. La filière typique de traitement des eaux usées est alors la fosse septique suivie d'une infiltration souterraine. Un petit nombre utilise un traitement secondaire.

En période touristique estivale, la population s'accroît le plus souvent d'un facteur au moins supérieur à 3. Pour les campings et les caravanings, le ratio population estivale sur population permanente est très élevé.

L'effluent est généralement à dominante domestique. Quelques très rares stations reçoivent des quantités significatives de rejets provenant de cours de ferme, d'abattoirs ou de tanneries. Cet effluent est fortement dilué par des eaux d'infiltration. Plus de 50 % du débit nocturne moyen journalier mesuré à partir du débit est de l'eau d'infiltration. Par temps humide, il n'est pas rare de voir le débit moyen journalier augmenter d'un facteur 12.

Les rejets des stations se font le plus souvent en surface, dans une rivière; dans quelques cas, il y a rejet dans une nappe phréatique.

Généralement, les critères de performances correspondent à ceux décrits pour la qualité du rejet (voir IV 1). Le plus souvent on utilise un abattement de 95 %.

E - IV.3 COUT DE TRAITEMENT

Les coûts de fonctionnement de ces petites installations sont de 0.06 £ par m³ pour l'énergie et de 0,10 £ par m³ pour la main-d'oeuvre.

Les boues sont parfois utilisées localement en agriculture. Le plus souvent, elles sont envoyées vers de plus grandes stations d'épuration où il est alors possible de les traiter et de les évacuer. Les coûts de telles opérations dans cette région sont de 20 à 40 £/tonne de matières sèches traitées soit 1 à 2 £ par m³ de boues liquides.

Les coûts d'investissement sont spécifiques à chaque site. Dans les hauts plateaux, les coûts sont vraiment très élevés. Un coût de 1 000 £ par personne, en cas de station d'épuration très isolée, n'est pas rare (en comparaison avec un coût de 100 £ par personne pour une grande collectivité).

E - V CONTRAINTES ET PROBLEMES RENCONTRES

Les problèmes majeurs dans les régions touristiques des hauts plateaux du ROYAUME-UNI sont :

- * le degré de variation de la population,
- * les eaux parasites (par infiltration ou drainage).

Les valeurs extrêmes du climat n'affectent que quelques rares sites très élevés en altitude. Les grandes quantités de pluies ont une influence sur les volumes d'eaux infiltrées.

Un rejet de très bonne qualité (10 mg/l pour la DCO, 50 mg/l pour le MES, 5 mg/l pour l'Azote sous sa forme $N-NH_4^+$) n'est pas possible à obtenir pour de très petites collectivités. L'idée de transférer les effluents vers une plus grosse station est très attrayante mais installer des pompes dans un terrain d'une topographie mouvementée est aussi un réel problème. Au ROYAUME-UNI, 95 % de la population sont raccordés à un réseau d'assainissement.

Demander à l'assainissement de type individuel un effluent de meilleure qualité que celui fourni par une fosse septique et un épandage souterrain est aujourd'hui à son balbutiement. Il y a un réel travail à entreprendre dans ce domaine.

La gestion des sous-produits du fonctionnement d'une petite station d'épuration (refus du dégrillage, boues) est délicate. En effet, ces petites stations ont à leur disposition une main-d'oeuvre très réduite.

Le ROYAUME-UNI n'a qu'une très faible expérience sur les technologies de traitement des eaux usées conventionnelles adaptées à recevoir de très fortes variations de charge.

CONCLUSION

Les procédés conventionnels de traitement des eaux usées sont un point de départ raisonnable pour l'assainissement des zones touristiques de montagne.

Pourtant les variations quantitatives et qualitatives de l'effluent, les températures extrêmes, la main-d'oeuvre généralement peu qualifiée, les difficultés d'accès au site et aussi parfois une grande exigence sur le niveau de traitement, tous ces éléments combinés conduisent à choisir dans certains cas des solutions imaginatives ou dans d'autres cas des nouvelles technologies de pointe.

◆ F - S U I S S E ◆

UNE REGION ALPINE : LE VALAIS

F - I GENERALITES

F - I.1 GEOGRAPHIE ET HYDROLOGIE

La Suisse, située au coeur de l'Europe, couvre une superficie de 41 300 km². Trois régions géographiques se détachent. (**voir Carte N° 14 : La zone de montagne suisse**).

- Au nord ouest, le Jura dont la frontière recoupe les chaînes calcaires (Mont Tendre 1 680 m),
- Au centre, le Plateau, région de collines couvertes de limons arrosée par l'Aar, affluent du Rhin,
- Au sud et à l'est, les Alpes qui couvrent les trois quarts du territoire avec au sud des massifs cristallins (Alpes pennines, Alpes bernoises, Alpes des Grisons) et au nord les Pré-Alpes calcaires des quatre cantons.

La Suisse peut être considérée comme le château d'eau de l'Europe, puisqu'elle possède 5 bassins fluviaux qui sont par ordre décroissant : le Rhin, le Rhône, le Pô, le Danube et l'Adige.

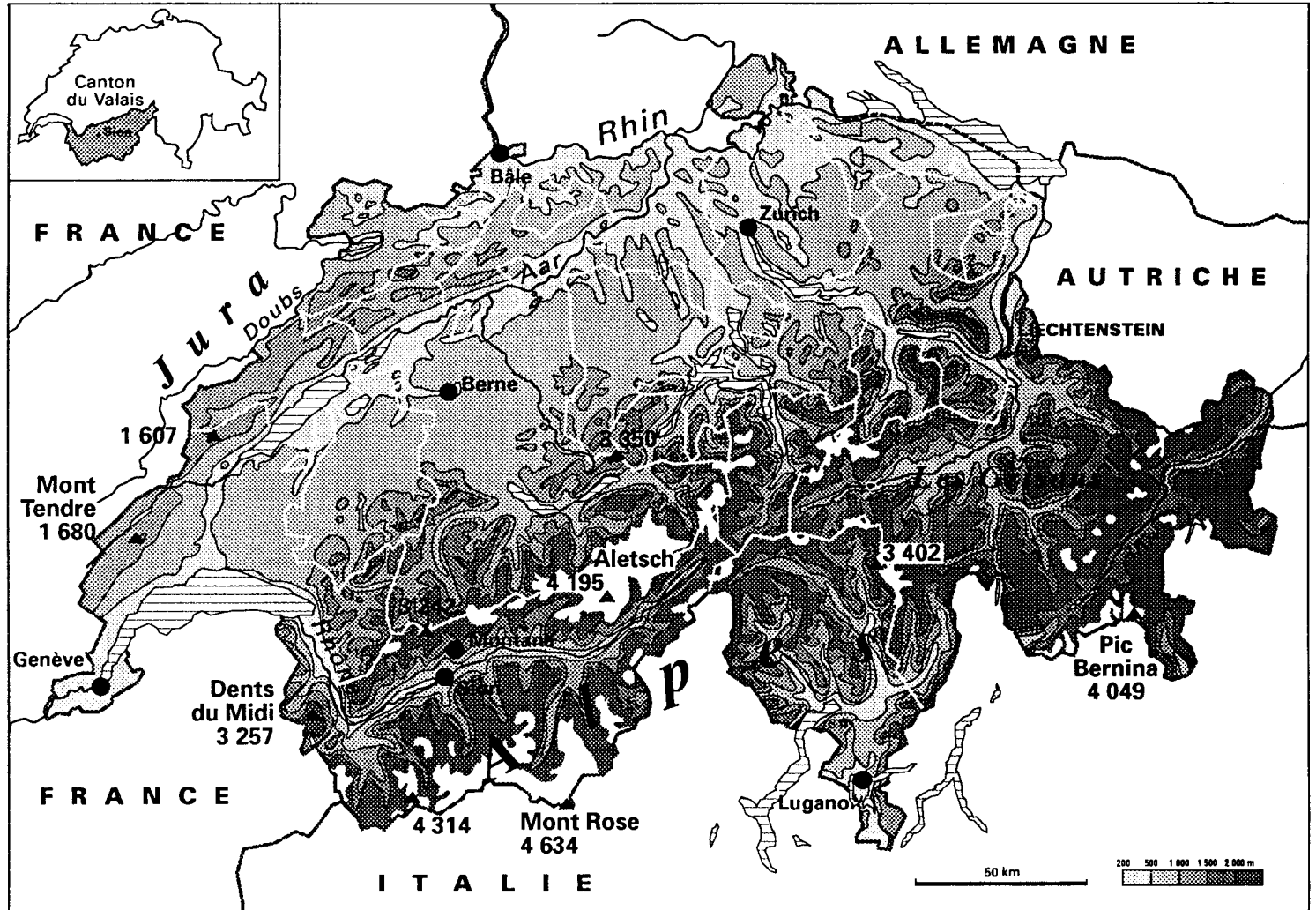
Le Rhin, formé de la réunion du Vorderrhein et de l'Hinterrhein, arrose la Suisse sur 373 km par un bassin s'étendant sur 19 cantons et collecte 67,5 % des eaux du pays. Il possède de nombreux affluents dont l'Aar, seule rivière entièrement suisse qui forme un sous-bassin occupant les 2/3 de celui du Rhin.

Le Rhône, qui sort du glacier au pied du col de la Furka, draine 18 % des eaux suisses. Il occupe un bassin qui s'étend du Valais aux abords du Léman auquel s'ajoute une partie suisse du bassin du Doubs.

Le Pô n'est pas un fleuve suisse, mais par la Diveria (au pied du Simplon) et le Tessin, il amène vers l'Adriatique 9 % des eaux suisses.

Le Danube et l'Adige (non suisses) reçoivent respectivement l'Inn (5 % des eaux suisses) et le Rom (0,5 %).

CARTE N° 14 : LA ZONE DE MONTAGNE SUISSE



La Suisse est aussi le pays des lacs. Sur un total de 1 484 lacs naturels, elle en possède cinq dont la superficie dépasse 100 km².

A ces lacs naturels s'ajoutent les nombreuses retenues artificielles couvrant en général une superficie de 1 à 4 km², exception faite du lac de Gruyère (9 km²). Mentionnons également les glaciers au nombre de 140 où se forment les principaux cours d'eau helvétiques. Le grand glacier d'Aletsch (115 km²) est le plus grand d'entre eux.

F - I.2 STRUCTURE ADMINISTRATIVE

L'état est une fédération à démocratie pluraliste et régime parlementaire, basée sur la constitution de 1848, révisée en 1874. La Confédération suisse regroupe 26 cantons qui exercent tous des droits et bénéficient d'une véritable autonomie.

Chaque canton dispose d'un gouvernement qui lui est propre, son pouvoir s'exerce plus particulièrement sur l'instruction publique, la justice, l'aménagement du territoire, la gestion des eaux, les routes, la culture, la santé, etc.

La population s'élève à 6,5 millions d'habitants répartis sur 3 006 communes. Plus de 45 % de la population est regroupée dans des villes de plus de 10 000 habitants.

La Suisse a quatre langues officielles :

- Allemand (70 %),
- Français (20 %),
- Italien (9 %),
- Romanche (1 %).

Chaque canton présente de grandes différences sur le plan de sa superficie, topographie, population, structure, industrie, etc.

Le plus petit canton est Bâle-Ville avec une surface de 37 km² et 210 000 habitants, alors que le plus grand, les Grisons, couvre 7 110 km² avec 166 000 habitants. Le plus peuplé est celui de Zurich avec 1,13 millions d'habitants.

Ceci montre la différence des problèmes qui se posent d'un canton à l'autre et notamment pour tout ce qui touche à la gestion des eaux.

F - I.3 LEGISLATION

La législation abordée ici ne concerne que la partie eau d'alimentation et l'assainissement.

Les grands principes de la réglementation sur la pollution des eaux sont contenus dans la loi fédérale sur la protection des eaux contre la pollution du 8 Octobre 1971, actuellement en révision.

Elle s'applique sur toutes les eaux superficielles et souterraines, naturelles et artificielles, publiques et privées, ainsi que sur les sources. Son but est de protéger les eaux contre la pollution et de remédier aux pollutions, afin que :

- la santé de l'homme et des animaux soit sauvegardée,
- l'approvisionnement en eau potable et d'usage industriel soit assuré par les eaux souterraines, de source et superficielles,
- les eaux puissent être destinées à l'irrigation ou à l'arrosage des cultures,
- les eaux puissent servir au bain,
- les eaux où vivent les poissons soient sauvegardées,
- les constructions ne soient pas dégradées,
- le paysage ne soit pas enlaidi.

Ceci peut être atteint grâce à l'application de mesures telles que :

- l'interdiction de déversement direct ou indirect de matières pouvant polluer les eaux,
- la construction de réseaux de collecte des eaux usées et de stations centrales de traitement,
- l'obligation d'être relié à un réseau de collecte,
- le contrôle et la réglementation du transport, du stockage et de l'élimination de certaines substances polluantes,
- la protection de zones servant au captage des eaux pour l'alimentation,
- le contrôle et la réglementation du transport, du stockage et de l'élimination de certaines substances polluantes,
- le subventionnement par la Confédération et les cantons d'ouvrages d'épuration des eaux et d'élimination des déchets construits par les communes.

Les principales ordonnances d'application de la loi sont les suivantes :

- ordonnance sur la protection des eaux contre leur pollution par des liquides pouvant les altérer (OPEL) du 19 Juin 1972,
- ordonnance sur le déversement des eaux usées du 8 Décembre 1975,
- ordonnance sur les boues d'épuration du 8 Avril 1981.

F - II LE CANTON DU VALAIS

F - II.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

La zone étudiée dans ce cas se situe au sud-ouest de la Suisse, en plein massif alpin. Elle représente la partie amont du bassin versant du Rhône, de sa source au lac Léman, c'est le canton du Valais. Les trois quarts de cette région se situent à plus de 1 500 m d'altitude avec de nombreux sommets à 4 000 mètres.

Tableau N° 9 : Les zones de montagnes suisses

	SUISSE	VALAIS
surface du pays (km ²)	41 300	5 226
zones de montagnes (km ²) > 1 500 m d'altitude	18 000	4 000
altitude (m)		
max : pointe du Four (sommets du mt Rose)	4 634	4 634
mini :	204	372
commune :	VERA	PORT-VALAIS

F - II.2 SITUATION CLIMATIQUE

Tableau N° 10 : Le climat suisse

	SUISSE	VALAIS (MONTANA 1 510 m)
TEMPERATURES :		
* Maximum (°C)		31
* Minimum (°C)		- 24
* Moyenne (°C)	10	5,5
Jours de gel/an	80	140
Jours de neige/an		64

Les variations saisonnières de températures, mesurées à SION (550 m) sont illustrées par la **figure N° 8 : Température moyenne**

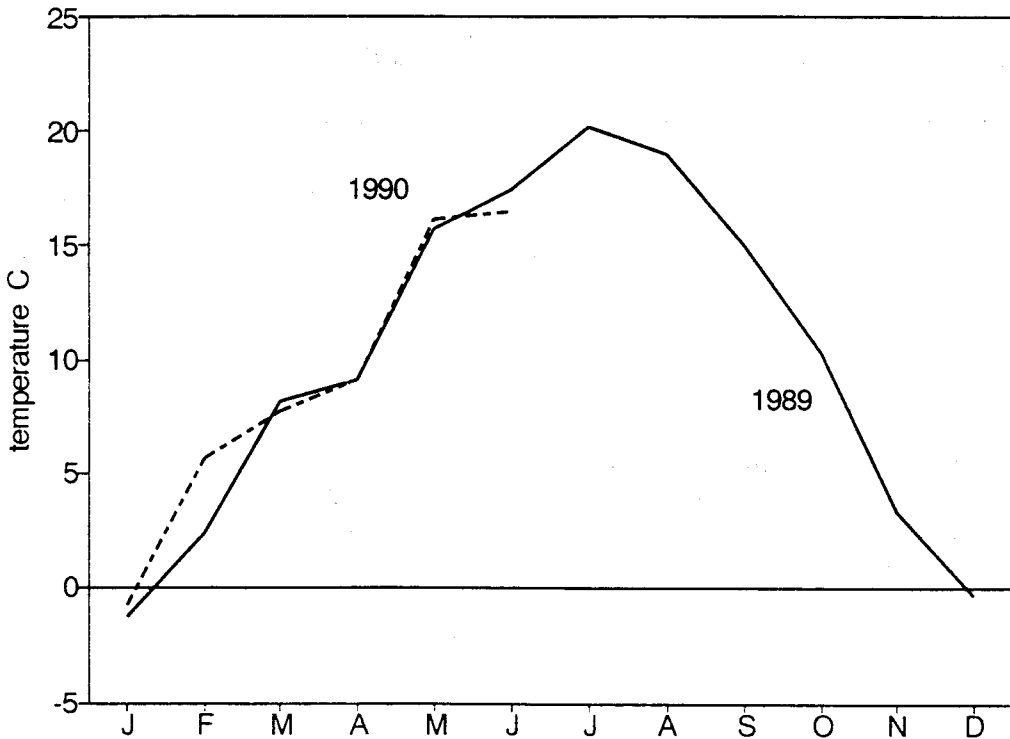


Figure N° 8 : Température moyenne

F - II.3 SITUATION DEMOGRAPHIQUE

Tableau N° 11 : La population en montagne

	SUISSE	VALAIS
population totale	6 674 000	243 000
résidents en montagne > 1 000 m > 1 500 m		61 500 10 500
fluctuations saisonnières Nombre de lits touristiques (hôtels, chalets, etc.) Nombre de nuitées par an Période hiver (Nov. - Avril) Période été (Mai - Oct.)	73 000 000	330 000 13 200 000 7 400 000 5 800 000

Tableau N° 12 : Les fluctuations de population

	STATIONS	RESIDENTS	LITS TOURISTIQUES	FACTEUR MULTIPLICATEUR
Max.	Riederalp	110	3 880	35
	Ayent/Anzère	300	7 830	26
	Verbier	1 560	19 760	13
Min.	Naters/Blatten	6 780	5 300	0,8
Moyenne sur 27 stations		39 000	180 000	4,6

Sur les 27 stations étudiées, on peut estimer à 40 % le taux moyen d'occupation annuel des lits touristiques.

F - II.4 TRAITEMENT DES EAUX USEES

Tableau N° 13 : Critères de qualité

PARAMETRES	EAUX EPUREES (mg/l)	RENDEMENT (%)	DANS LE MILIEU RECEPTEUR APRES DEVERSEMENT (mg/l)
MES	< 20		< 4
DBO ₅	< 20	85	< 2
DCO	< 15	85	
Ptot	< 0,8	80	
NH ₄ ⁺			< 0,5 (en N)

Tableau N° 14 : Stations d'épuration par types

TYPE	NOM DE LA STEP	POPULATION RESIDUANTE	RACCORDEE SAISONNIERE	% RACCORDEE	CAPACITE éq.hab.	COMPOSITION DES EAUX			
						DOMEST	PARASIT	AUTRE	
A						%	%	%	
2D1+DP +2BA	RP	SIERRE/NOES (MONTANA)	26020	30000	90	50000	65	25	10
2D1+DP +2BA	RP	BRIG (BETMERALP)	21200	15900	90	40000	45	50	5
2D1+DP +2BA	RP	GRANGES (CRANS)	9300	3930	90	22000	55	35	10
2D1+DP +2BA	LM	ZERMATT	4000	1950	90	22000	70	30	
2D1+DP +2BA	RM	SAASTAL	2860	16650	85	21900	60	40	
2D1+DP +2BA	RP	NENDAZ/BIEUDRON	4580	16500	90	20000	75	20	5
2D1+DP +2BA	LM	I FLUKERBAD	1280	7620	90	16000	40	60	
2D1+DP +2BA	LM	VERBIER	1560	19760	80	*15000	75	25	
2D1+DP +2BA	RM	BRUNNI/FIESCH	2090	10360	85	**12000	60	30	10
2D1+DP +2BA	LM	TROIS TORRENT	2900	6900	85	**11500			
2D1+DP +2BA	RM	BRIGGERMATTE/RANDA	950	2650	90	4000	55	40	5
1D1+DP +3BA	LM	TORGON	150	1700	95	2000	80	20	
B									
2BA+DP	RP	SION/CHANDOLJ (THYON)	5610	7210	95	26000	80	10	10
C									
1BA+DP	LM	CHAMPERY	950	6940	85	3000	80	10	10
1BA	LM	UNTERBACH	370	1870	90	1000	75	20	5
1BA	LM	AYENT/ANZER	300	5000	80	700	85	15	
D									
1D1+1LB	LM	RIEDERALP	110	3880	90	*2250	90	10	
2D1+2LB+ FI	LM	GRAECHEN	1180	5470	90	9450	75	20	5
E									
1F +DL +4BF	RM	BAGNES	4300	25000	95	**17000			
	LM	VAL D'ILLIEZ	1250	3800	90	**6500			

DESIGNATION DU TYPE DE TRAITEMENT DES EAUX

D1 = Décanteur primaire

DP = Déphosphatation

BA = Bassin aération (boues activées)

LB = Lit bactérien

F = Flocculateur avec déphosphatation

DL = Décanteur lamellaire

BF = Biofiltre

FI = Filtration

TYPE D'INSTALLATION

RP = Régionale située en plaine

RM = Régionale située en montagne

LM = Locale de montagne

TYPE	NOMBRE DE STEP	POPULATION RESIDANTE	RACCORDEE SAISONNIERE	% RACCORDEE	CAPACITE éq.hab.	COMPOSITION DES EAUX		
						DOMEST	PARASIT	AUTRE
A						%	%	%
2D1+DP +2BA	12	76890	133920	90	236400	52,3	31,6	4,9
B								
2BA	1	5610	7210	95	26000	80	10	10
C								
1BA	3	1620	13810	85	4700	79,7	12,9	7,4
D								
D1+LB	2	1290	9350	90	11700	60,6	16,2	4,0

* : Installation devant subir un raccordement en plaine

** : Construction en cours

Tableau N° 15 : Bilan de fonctionnement et destination des rejets

TYPE	NOM DE LA STEP	REND. EPURATION		CONC. SORTIE		MILIEU RECEPTEUR	DESTINATION BOUES	
		DBO ₅	P tot	MES	DCO			
A		%	%	mg/l	mg/l			
2D1+DP +2BA	RP	SIERRE/NOES (MONTANA)	88	91	7	8	CANAL IRR	AGRI
2D1+DP +2BA	RP	BRIG (BETMERALP)	84	82	11	7	RHONE	AGRI
2D1+DP +2BA	RP	GRANGES (CRANS)	80	88	8	6	CANAL IRR	AGRI
2D1+DP +2BA	LM	ZERMATT	91	94	7	7	TORRENT	INCINE
2D1+DP +2BA	RM	SAASTAL	80	85			TORRENT	AGRI + DEC
2D1+DP +2BA	RP	NENDAZ/BIEUDRON	85	83	9	9	RHONE	AGRI
2D1+DP +2BA	LM	LEUKERBAD	78	81	7	4	TORRENT	AGRI + DEC
2D1+DP +2BA	LM	VERBIER	89	79	7	11	TORRENT	AGRI + DEC
2D1+DP +2BA	RM	BRUNNI/FIESCH	85	84	19	19	RHONE	AGRI
2D1+DP +2BA	LM	TROIS TORRENT					TORRENT	
2D1+DP +2BA	RM	BRIGGERMATTE/RANDA	85	88	6	9	TORRENT	AGRI + DEC
1D1+DP +3BA	LM	TORGON	79	70	10	7	TORRENT	AGRI
B								
2BA+DP	RP	SION/CHANDOLI (THYON)	92	96	5	8	CANAL IRR	AGRI
C								
1BA+DP	LM	CHAMPERY	78	83	11	8	TORRENT	AGRI
1BA	LM	UNTERBACH	55	21	44	18	TORRENT	AGRI
1BA	LM	AYENT/ANZER					TORRENT	AGRI
D								
1D1+1LB	LM	RIEDERALP					TORRENT	AGRI + DEC
2D1+2LB+ FI	LM	GRAECHEN	85				TORRENT	AGRI + DEC
E								
1F +DL +4BF	RM	BAGNES					TORRENT	
	LM	VAL D'ILLIEZ					TORRENT	

**DESIGNATION DU TYPE DE
TRAITEMENT DES EAUX**

- D1 = Décanteur primaire
- DP = Déphosphatation
- BA = Bassin aération (boues
activées)
- LB = Lit bacterien
- F = Flocculateur avec
déphosphatation
- DL = Décanteur lamellaire
- BF = Biofiltre
- FI = Filtration

TYPE D'INSTALLATION

- RP = Regionale située en plaine
- RM = Regionale située en
montagne
- LM = Locale de montagne

Coût des installations de traitement

Construction

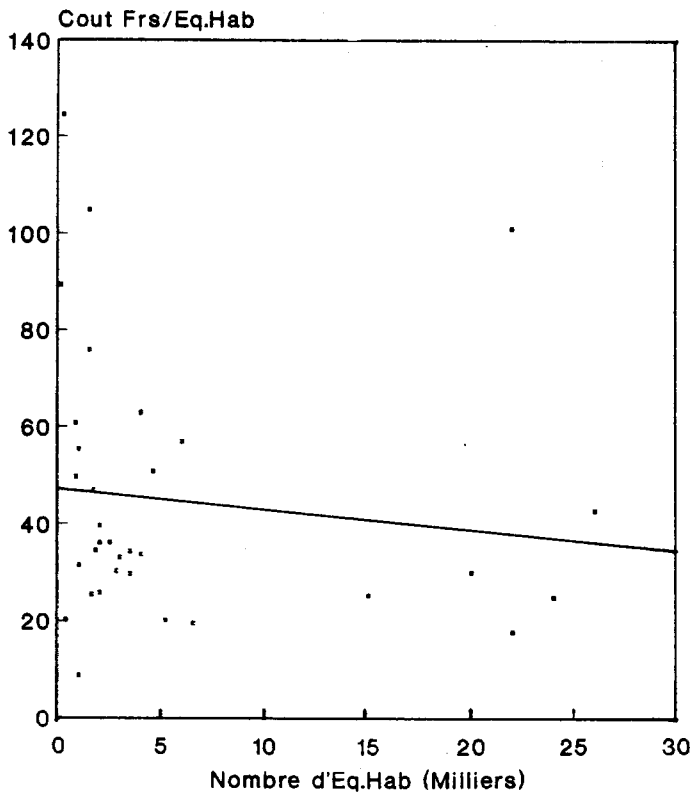
Pour les dernières réalisations ou celles en cours, le coût varie de 580 FrS à 1 500 FrS par équivalent habitant.

1 équivalent-habitant représente 350 l/j et 75 g de DBO₅/j.

Exploitation

Les prix varient de 15 à 120 FrS/an par habitant. L'estimation usuelle se situe autour de 30 à 40 FrS/an par habitant, soit 0,20 à 0,30 FrS le m³ d'eau traité (0,40 FrS/m³ pour la station de Zermatt).

Ces coûts d'exploitation comprennent le personnel de gardiennage, les frais divers d'assurance, produits consommables, l'énergie, l'évacuation des déchets.



Données 1988 (Etat du Valais).

Figure N° 9 : Coût d'exploitation

CONCLUSION

Pour faire face aux fortes variations de charges polluantes des eaux usées, les solutions suivantes peuvent être proposées :

- transport des eaux usées vers les agglomérations de plaine, afin de diminuer les fluctuations de charge,
- chaînes de traitement dédoublées (parallèles),
- traitement physico-chimique complémentaire.

La qualité du réseau d'assainissement a une influence directe sur le fonctionnement des stations d'épuration. La construction devra se faire préférentiellement selon le système séparatif en veillant à éliminer les eaux parasites.

Afin de lutter contre le froid et la neige, les ouvrages d'entrée devront être couverts.

Pour éviter de retrouver des déchets dans les boues, des dégrilleurs fins ou tamis installés sur les ouvrages d'entrée s'avèrent largement efficaces.

Une attention particulière devra être prise quant au rejet dans le milieu récepteur. Celui-ci devra être d'un débit tel qu'il permette une bonne dilution des eaux épurées.

Le stockage et le traitement des boues devront être suffisants pour une valorisation ou une élimination correcte. Après la déshydratation, un traitement complémentaire, comme le compostage, permettra d'améliorer la qualité de ces boues et de faciliter leur utilisation.

Les installations supérieures à 5 000 éq.hab. pourront s'équiper de systèmes de digestion des boues avec valorisation du biogaz sous forme d'énergie.

Le turbinage des eaux usées tamisées peut s'avérer rentable sur des collecteurs situés sur de longs tronçons à forte dénivellation.

II - 2 PAYS DONT LES EQUIPEMENTS SONT EN COURS D'ADAPTATION

- LA REPUBLIQUE DE TCHECOSLOVAQUIE

(voir descriptif page 89)

- L'UNION DES REPUBLIQUES SOVIETIQUES SOCIALISTES

(voir descriptif page 97)

◆ G - LA TCHECOSLOVAQUIE ◆

G - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les principales montagnes tchécoslovaques se situent dans deux classes géomorphologiques :

- Le quadrilatère bohémien, délimité par les Monts Métallifères, la Forêt de Bohême, le plateau de Bohême Moravie, et les Monts des Géants,
- la région des Carpates où sont les Carpates et les Tatras,

Les altitudes varient de 94 à 2 655 mètres. L'altitude moyenne des montagnes tchèques du quadrilatère bohémien est de 490 m. Celle des Carpates de l'Ouest est de 520 m.

La superficie totale du pays est de 127 900 km².

Les zones de plaine, d'altitude inférieure à 200 m couvrent 14 % de la surface totale de la Tchécoslovaquie; la zone de moyenne montagne, de 201 à 500 m d'altitude s'étale sur la moitié du territoire.

Les montagnes, d'altitudes comprises entre 501 m et 1 000 m couvrent 32 % de la surface. Quant aux sommets d'altitude supérieure à 1 000 m, ils ne couvrent que 4 %.

La zone de montagne tchécoslovaque couvre donc 36 % du territoire total. (voir Carte N° 15 : La zone de montagne tchécoslovaque).

Les coordonnées géographiques de ce pays sont :

- 47°44' à 51°03' latitude Nord
- 12° à 22°34' longitude Est.

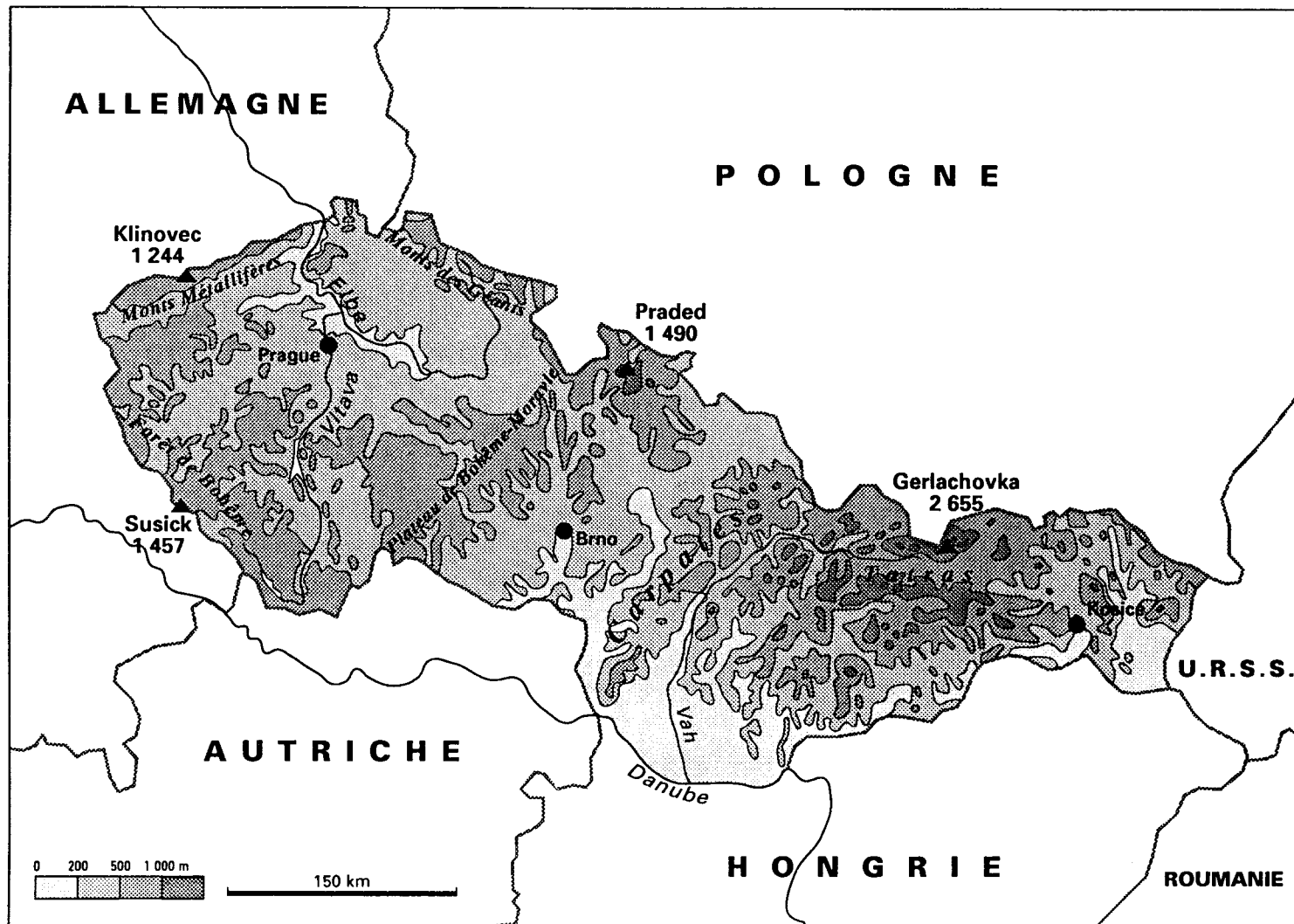
G - II SITUATION CLIMATIQUE

La température moyenne annuelle est de 6°C.

- en été	au mois de juin	elle est de 17'3°C
	de juillet	elle est de 19'2°C
- en hiver	au mois de décembre	elle est de 1,8°C
	de janvier	elle est de 0,0°C
	de février	elle est de 0,5°C

Dans la montagne Krkonose (dans les Monts des Géants) au mois de janvier la moyenne est à - 8,0 °C.

CARTE N° 15 : LA ZONE DE MONTAGNE TCHECOSLOVAQUE



G - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

Dans la zone de montagne, il existe plus de 25 000 résidences de divers types :

- refuges simples de montagne,
- cabanons rudimentaires de montagne,
- cabanes de week-end,
- résidences de vacances,
- hôtels,
- villages montagnards,
- immeubles isolés.

Ces divers logements accueillent des résidents permanents ou touristiques.

L'occupation est estimée à 500.000 nuits par an.

Plus de 80 % de ces logements sont des endroits touristiques isolés. Les eaux usées sont recueillies dans des fosses étanches ou des fosses septiques. Dans 15 % des cas, les eaux usées subissent un traitement biologique. Le restant (5 % des cas) n'est traité que mécaniquement.

G - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

G - IV.1 VOLUME ET COMPOSITION DES EAUX USEES

En zone touristique de montagne, on emploie couramment le terme de "petites stations d'épuration". Cette dénomination correspond à une station d'épuration traitant les eaux usées d'une collectivité de moins de 5 000 éq.hab. soit un débit de temps sec inférieur à 1 000 m³/j.

La capacité générale de telle petite station d'épuration ne diffère pas d'un point de vue technique ou agencement des solutions préconisées pour des grandes villes.

La différence porte seulement sur la taille et la faculté des stations à réduire les problèmes écologiques causés par les évolutions culturelles et de niveau de vie des communautés. Cependant quelques spécificités existent :

- a) Le collecteur des petites collectivités est généralement de type unitaire. Il est irréaliste en zone de montagne de construire un réseau pluvial séparé d'un réseau d'eaux usées. En effet, plus tard, d'autres habitants se raccorderont et seront susceptibles d'introduire dans le réseau, dit jusque-là séparatif, des eaux de pluie et des eaux d'infiltration.

b) La quantité - et jusque dans une certaine limite la qualité - de la pollution émise dépend surtout de la nature du logement et non pas de la taille de la population. Une autre différence a été mise à jour à la suite des études menées sur la qualité et la quantité des eaux usées en zone de montagne. Il a été prouvé que la qualité et la quantité de la pollution émise, par équivalent habitant, sont vraiment plus faibles que les normes tchécoslovaques et les valeurs internationales.

Dans 50 % des cas, la production est inférieure à 150 l/habitant x jour; dans 70 % des cas, elle est inférieure à 230 litres/habitant x jour. La même constatation peut être faite pour la DBO₅.

Dans 75 % des cas, elle est inférieure à 54 g/habitant x jour, et dans 85 % des cas elle ne dépasse pas 60 g/habitant x jour.

La concentration moyenne des eaux usées émises par les petites collectivités est de :

- 276 mg/l pour la DBO₅.
- 513 mg/l pour la DCO.
- 184 mg/l pour les MES (matières insolubles).

Un habitant rejette une charge polluante journalière 34 g de DBO₅. Le débit de temps sec est de 125 l/habitant x jour. Le débit est sujet à peu de variations journalières. Par exemple, pour une population de 300 éq.hab. le coefficient d'uniformité horaire est de 2; pour des populations supérieures de 500 à 2 000 habitants, il est estimé à 1,7.

c) Chaque source de pollution d'origine agricole ou industrielle marque de manière sensible les eaux usées domestiques.

La dernière différence résulte du faible nombre de raccordements à un réseau dans le cas des petites collectivités. De très petites sources de pollution de caractères autres que domestique peuvent modifier fortement la nature domestique des eaux usées. Il est nécessaire au préalable d'équilibrer soigneusement les divers polluants admis dans le réseau.

Généralement la quantité d'eaux usées à traiter est seulement estimée.

Il faudrait préparer des supports d'information sur le traitement des eaux usées séparant le cas des habitations privées et le cas des structures touristiques ou sportives.

Dans le cas de zones urbaines permanentes, il est techniquement plus facile de concevoir un réseau séparatif et de l'y maintenir. Lors de la construction d'un tel réseau, il sera nécessaire d'éviter au mieux les erreurs qui conduiraient à une pénétration d'eaux claires dans le réseau par infiltration ou drainage.

En ce qui concerne les stations d'épuration des zones de tourisme soumises à de fortes variations qualitatives et quantitatives de pollution, il est nécessaire de choisir uniquement des procédés extensifs c'est-à-dire, des systèmes présentant un maximum de flexibilité de fonctionnement ou de structures vis-à-vis des charges hydrauliques.

Les stations d'épuration dans les zones récréatives de montagne ou pour les structures individuelles de récréation et de tourisme ne peuvent pas être construites uniquement sur les bases suggérées par la législation ou les directives. Il est nécessaire d'utiliser au maximum l'information disponible issue des études locales ou des documents spécialisés et traitant seulement du problème du traitement des eaux usées en zone récréative montagnaise.

Dans notre pays, l'expérience montre qu'il est plus avantageux de traiter les eaux des habitations individuelles à l'aide d'un grand collecteur débouchant sur une grande station plutôt que de construire de nombreuses petites unités.

Cette réflexion ne repose pas uniquement sur le coût du m³ d'eau traitée. Sur les petites stations, il n'est pas toujours possible de disposer d'opérateurs qualifiés. Voilà pourquoi, en cas de sources diverses de pollutions, nous cherchons en priorité d'autres solutions et si c'est nécessaire nous repompons les eaux usées vers une station plus grande.

G - IV.2 SELECTION DE FILIERES CONVENABLES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES PETITES COLLECTIVITES

Ce choix tient compte de la fiabilité du procédé tout au long de l'année mais aussi de la qualité recherchée pour le rejet.

Toute petite station d'épuration est constituée de 3 niveaux principaux :

- prétraitement - protection des ouvrages électromécaniques.
- filière de traitement des eaux,
- filière de traitement des boues.

Les ouvrages à installer en tête de station d'épuration de la filière la plus simple à la plus complète, sont les suivants :

- un limiteur de débit et un dégrillage manuel,
- un limiteur de débit, un dégrillage manuel, et un dégraisseur.
- un bassin de rétention des eaux de pluie, un dégrillage manuel suivi d'un dégraisseur à flux vertical ou horizontal.

Pour la filière de traitement des eaux nous suggérons les associations suivantes :

- a) - un décanteur primaire et un lit bactérien.
- b) - un décanteur primaire et des disques biologiques.
- c) - un décanteur digesteur, un lit bactérien et un décanteur secondaire.
- d) - un décanteur digesteur, une boue activée et un décanteur secondaire.
- e) - un chenal d'oxydation et un décanteur secondaire.
- f) - une boue activée et un décanteur secondaire.
- g) - une boue activée compacte.
- h) - un régulateur de débit à l'entrée de la station qui permettrait à un unique bassin d'assurer en alternance un rôle de bassin d'aération ou de décanteur.
- i) - autres combinaisons possibles.

Pour le traitement des boues, nous suggérons :

- a) - accumulation dans une fosse septique d'une boue primaire dont la stabilisation anaérobie n'est que partielle; soutirage des boues afin de les utiliser localement.
- b) - accumulation dans un décanteur-digesteur des boues mixtes dont la stabilisation anaérobie sera complète; lit de séchage et valorisation agricole intéressante.
- c) - digesteur indépendant, silo de stockage et lits de séchage.
- d) - les diverses variantes techniques évoquées ci-dessus mais combinées à une extraction directe des boues liquides vers une unité centralisée de déshydratation.
- e) - stabilisation aérobie des boues en excès dans le bassin de boues activées et lits de séchage.

G - IV.3 EXPERIENCE

Nous bénéficions d'une expérience dans les divers procédés cités pour le dimensionnement et la construction des petites stations d'épuration dans les zones de récréation en montagnes et en forêt.

prétraitement, protection des ouvrages

- a) - une condition préalable nécessaire pour bénéficier d'une maintenance correcte et d'un fonctionnement satisfaisant est de séparer les eaux de pluie des eaux usées; il est nécessaire de prévoir une vidange simple et fiable du bassin de rétention des eaux de pluie.
- b) - les dégrillages manuels devraient, en principe, avoir un écartement large entre dents.
- c) - les dégraisseurs de type vertical permettent un entretien aisé des pompes d'aération.

filière de traitement des eaux

- a) - une station d'épuration entièrement mécanisée ou complètement préfabriquée ne nécessite pas de faire appel à de grandes compétences en matière de construction.
- b) - les procédés de type cultures fixées sont essentiellement des lits bactériens. Ils sont remplis uniquement d'un garnissage plastique.
- c) - nous suggérons d'utiliser, pour l'aération des bassins de boues activées, les techniques suivantes par ordre de préférence :

- aérateur à fines bulles (sous pression)
- aérateur à moyennes bulles (sous pression)
- brosses horizontales
- turbines verticales.

filière de traitement des boues.

- a) - les boues issues des lits bactériens posent le moins de difficultés. Elles sont en faible quantité. Il est possible de stabiliser ces boues dans un décanteur-digesteur et de les y stocker.
- b) - dans les boues activées, la quantité de boue produite de 0,7 à 0,8 kg par kg de DBO₅ éliminé est légèrement supérieure à celle produite par un lit bactérien.
- c) - au bout d'un certain temps, ces boues se mettent en anaérobiose. Il est nécessaire de les stocker dans la station d'épuration c'est-à-dire de les épaisir, puis de les transporter vers leur destination finale.

Dans le cas des zones touristiques de montagne il est intéressant d'implanter la station d'épuration sous les constructions liées à l'accueil des touristes.

Si ce n'est pas le cas, si la station n'est pas enterrée, il est conseillé de prévoir une zone de protection entre la station d'épuration et les premières habitations. Cette zone, dont le rayon varie de 25 m à une centaine de mètres devrait bénéficier des dispositifs de sécurité suivants :

- plantation d'espèces végétales isolées, généralement des pins ou des arbres à feuillage persistant,
- l'aménagement du paysage ainsi que la plantation d'arbres et d'arbustes se feront en accord avec les caractères locaux et les biotopes spécifiques du milieu environnant,
- les stations d'épuration sont à implanter sur des aires vierges et non construites,
- on ne pourra installer dans cette zone que des locaux non habitables. Le terrain disponible pourra être utilisé en agriculture.

Les nuisances induites par la station pourront être réduites :

- d'un point de vue sanitaire, en limitant la dispersion d'aérosol par le recouvrement d'une partie de la station d'épuration,
- d'un point de vue sonore, par l'installation de couvertures amovibles des aérateurs, des compresseurs ou des pompes.

◆ H - L ' U.R.S.S. ◆

H - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

La surface totale du pays est de 22 403 000 km². La zone montagneuse s'étale sur environ le tiers du pays. Cette zone couvre, en effet, 8 116 000 km².

L'altitude moyenne de la montagne est de 2 000 m. Les altitudes minimale et maximale sont respectivement de 200 m et de 7 495 m (**voir Carte N°16 : La zone de montagne en U.R.S.S.**).

La zone de montagne est découpée en 3 classes :

- de 200 m à 800 m, nous sommes en plaine,
- de 800 m à 2 000 m, c'est la moyenne montagne,
- au dessus de 2 000 m, on est en haute montagne.

H - II SITUATION CLIMATIQUE

Le climat est très variable.

Les risques de gel sont présents sur les glaciers.

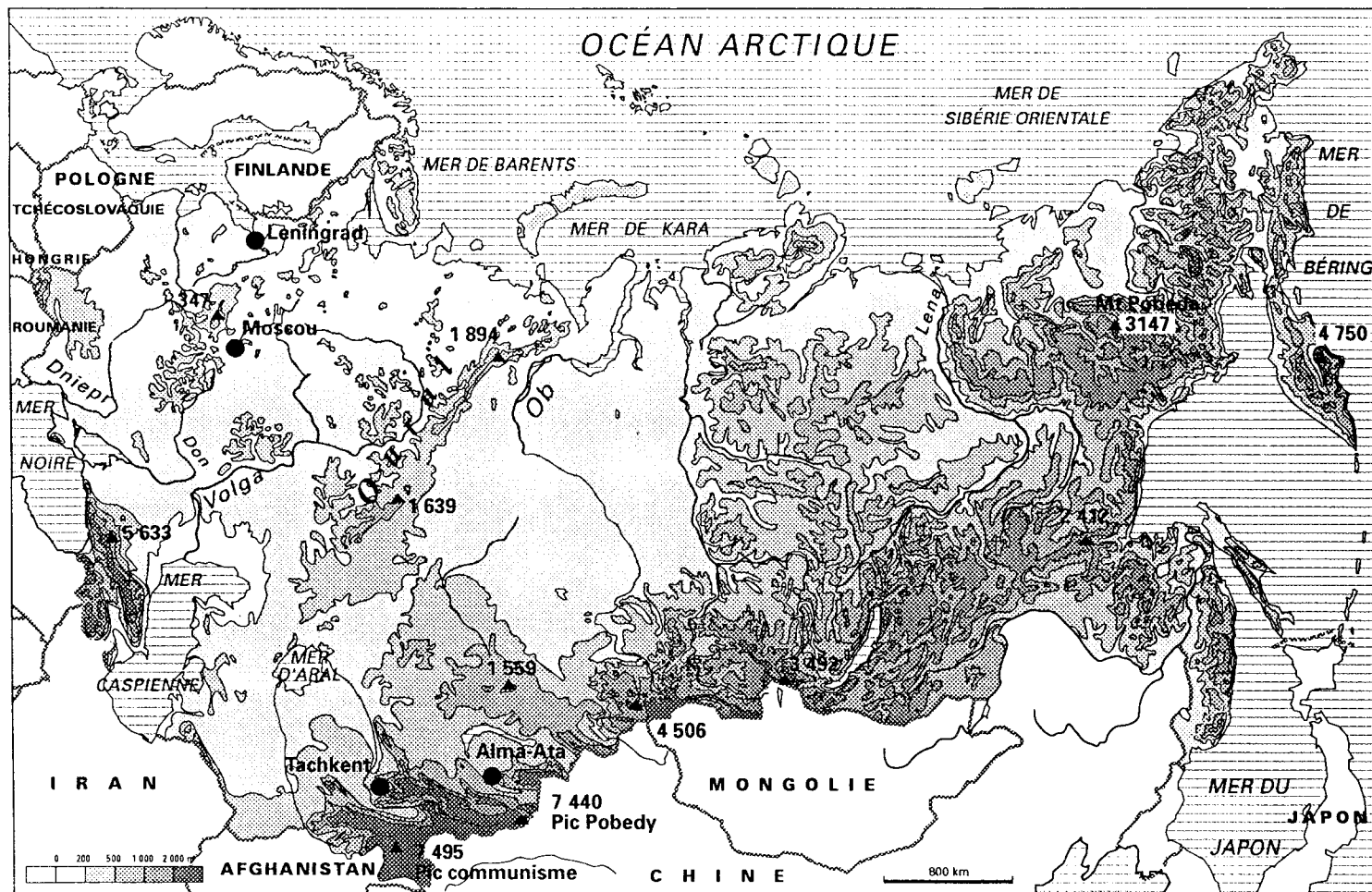
Les surfaces sont enneigées pendant 5 mois.

H - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

Le pays compte au total 288,6 Millions d'habitants. Il n'existe pas de données spécifiques sur la densité d'habitants en zone de montagne.

Des données précises concernant les variations de population liées au tourisme, dans de telles zones ne sont pas disponibles : ce facteur de variation peut pourtant être estimé à plus de 100.

CARTE N° 16 : LA ZONE DE MONTAGNE EN U.R.S.S.



H - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

H - IV.1 CRITERES DE QUALITE

La loi n° N 4630-88 sur la protection des eaux de surface contre la pollution définit les règles sanitaires et les valeurs seuils mesurées dans le milieu récepteur. Les données chiffrées sont résumées dans le tableau ci-après.

Tableau N° 16 : Critères de qualité dans le milieu récepteur

	Valeur minimale	Valeur maximale	Commentaires
pH	>6,5	<8,5	
sels minéraux		<1000 mg/l dont 350 mg/l pour Cl ⁻ et 500 mg/l pour SO ₄ ⁻⁻	au débit de temps sec
O ₂ dissous	>4 mg/l		tout au long de l'année
DBO ₅		<6,0 mg/l	à 20° C
DCO		<30 mg/l	
MES	accroissement inférieur à 0,75 mg/l		
Flottants	aucun à la surface de l'eau		
Entero bactéries lactose +	<5 000 u/1 000 ml		
Coliphages	<1 000 UFP/1 000 ml		
Oeufs viables de vers intestinaux (Ascaris, Trichuris, Toxocara, Fasciola etc.) Ténia Kystes viables de protozoaires intestinaux	pas de détection dans 1 000 ml		
TEMPERATURE	La température du milieu récepteur ne devrait pas excéder de plus de 3°C la température moyenne mensuelle du mois le plus chaud pendant les 10 dernières années.		

La qualité du rejet de la station est définie de sorte que la qualité du milieu récepteur reste conforme aux valeurs seuils définies dans cette norme.

H - IV.2 TRAITEMENTS MECANQUES : LES CARACTERISTIQUES SANITAIRES DES EQUIPEMENTS ET LEUR MAINTENANCE

Des dégrillages sont installés sur toutes les stations d'épuration. Ce nettoyage est manuel quand le volume de déchets recueillis est inférieur à $0,1 \text{ m}^3/\text{jour}$. Ce nettoyage devient donc automatique dans le cas contraire. Les déchets sont compactés puis envoyés dans un canal à l'amont du dégrillage, ou dans une fosse prévue à cet effet.

Dans les grands centres touristiques où les débits à traiter sont supérieurs à $100 \text{ m}^3/\text{jour}$ sont installés des dégrillages appropriés répondant aux normes de fonctionnement et aux normes sanitaires. Les déchets sont compactés en particules d'une taille de 10 mm. Ces particules sont ensuite introduites au niveau du décanteur.

Les dessableurs, dont le but est de séparer les impuretés minérales des eaux usées, facilitent à l'aval les conditions de maintenance de la chaîne de traitement c'est-à-dire des décanteurs. En même temps que les matières minérales de diamètre supérieur à 0,2 mm, de la matière organique est piégée dans le dessableur dans des proportions n'excédant pas 15 à 20 %. Le rayon hydraulique de ces particules organiques est proche de celui du sable.

Lors du suivi de ces prétraitements, on surveillera plus particulièrement les débits à l'aide d'un flotteur ou par ajout d'indicateurs colorés . Dans le cas d'un dessableur à flux longitudinal, les vitesses seront de 0,15 à 0,3 m/s. Dans le cas d'un dessableur à flux vertical les vitesses seront de 0,03 à 0,04 m/s. A de telles vitesses, la matière organique se dépose en quantités suffisamment faibles pour que les risques de mise en fermentation anaérobie des dépôts soient minimes.

Les sables sont ensuite transportés à l'aide d'un hydroélévateur. Dans certains cas, pendant la saison morte, quand le volume recueilli n'excède pas $0,5 \text{ m}^3/\text{jour}$, le nettoyage des dessableurs peut s'effectuer manuellement.

Le but des décanteurs est de retenir 70 à 90 % de la matière organique en suspension.

Ces décanteurs sont de deux types :

- a) - Décanteurs dont le rôle unique est de retenir la matière organique.
- b) - Décanteurs dans lesquels la matière organique est piégée et transformée (fosse septique, décanteur digesteur).

Actuellement, dans les centres touristiques, on utilise prioritairement des décanteurs-digesteurs.

Avec un entretien correct, le rendement sur les matières en suspension varie de 40 - 50 % à 65 - 75 % en fonction du type de station. Le rendement de la décantation primaire atteint 70 - 90 % sur les oeufs d'helminthes.

H - IV.3 LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE : LES CARACTERISTIQUES SANITAIRES DES EQUIPEMENTS ET DE LEUR MAINTENANCE

Le but du traitement biologique ou biochimique est de dégrader, le plus souvent par oxydation, la matière organique colloïdale ou en suspension qui n'a pu être piégée mécaniquement.

Dans le cas du traitement biologique par boues activées l'aération se fait par insufflation. La puissance de l'aérateur, le volume du bassin et le temps de séjour de l'effluent dépendent du degré de pollution de l'effluent et du niveau de traitement fixé par les conditions locales. Un décanteur secondaire sépare les boues de l'eau épurée.

Le paramètre le plus important à surveiller, dans le cas du traitement biologique, est sa condition de charge réelle comparée à celle du dimensionnement.

En laboratoire, on détermine l'efficacité de l'aération par mesure de la DBO_5 .

Le degré d'oxydation de l'effluent peut être aussi estimé grâce à l'évolution des composés azotés. En cas d'oxydation complète, la majorité des ions NH_4^+ évolueront en NO_3^- , la forme NO_2^- étant en très faible quantité.

Le nombre de bactéries diminuera brusquement (abattement de 90 - 98 %). Pourtant la réduction complète des bactéries pathogènes ne peut être effective qu'après désinfection. En ce qui concerne les oeufs d'helminthes, 95 % d'entre eux sont piégés dans les décanteurs.

H - IV.4 DESINFECTION DES EAUX USEES

Pour désinfecter la règle générale consiste à utiliser du chlore liquide; cependant dans les petits centres touristiques on peut employer de l'eau de javel.

Le chlore est produit sur place, par électrolyse du sel commun (NaCl) sur une anode de graphite. Ce procédé offre l'intérêt de ne pas avoir à transporter ou à stocker le produit toxique qu'est le chlore liquide.

La dose de chlore actif est déterminée par la demande en chlore de l'eau usée après traitements primaire et secondaire.

En accord avec la législation sur la protection des eaux de surface contre la pollution (N 4630-88), les eaux usées sont désinfectées de sorte que le taux de coliformes présents soit inférieur à 1 000 UFC/1 000 ml et le taux de coliphages présents inférieur à 1 000 UFP/1 000 ml. La teneur en chlore résiduel sera inférieur à 1,5 mg/l tandis que la durée du contact sera supérieure à 30 minutes.

H - IV.5 LE TRAITEMENT DE BOUES : ASPECTS SANITAIRES

Toutes les méthodes de traitement des boues comportent une partie déshydratation et digestion. Pour la phase de digestion, on utilise des fosses septiques, des bassins de stabilisation aérobie, ou des digesteurs anaérobies.

Afin de réduire la contamination par voie aérienne les bassins de stabilisation ont été couverts. Aujourd'hui, lors de constructions neuves ou de modifications de stations existantes, la filière de traitement des boues choisie est une digestion par voie anaérobie.

Dans des conditions d'anaérobiose, le nombre de bactéries pathogènes, de virus et d'oeufs d'helminthes décroît de manière spectaculaire. On note une réduction de 40 à 50 % de la masse de matière organique par décomposition et transformation en gaz, eau et éléments chimiques solubles.

Lors de la maintenance, on surveillera particulièrement la digestion anaérobie. Cette technologie dépend premièrement de la température de digestion mais aussi de la période de mise en route (dose d'alimentation). Le suivi du fonctionnement du digesteur se basera sur les teneurs des boues à traiter et la composition des gaz obtenus.

La loi sur la protection des eaux de surface contre la pollution interdit de rejeter les boues même après neutralisation dans tout cours d'eau ou sur toutes surfaces gelées.

Les données concernant les coûts d'investissement et de fonctionnement ne sont pas disponibles.

H - V STATIONS D'EPURATION EXISTANTES

- 65 stations ont été recensées,
- 37 sont des boues activées,
- 9 sont des décanteurs primaires,
- 3 sont des disques biologiques,
- 10 sont des procédés physico-chimiques,
- 6 combinent physico-chimie et biologie.

Les milieux récepteurs de ces 65 stations sont les suivants :

- | | |
|---------------------------|--------|
| - cours d'eau | 47 cas |
| - lacs | 10 cas |
| - pas d'émissaire naturel | 3 cas |

Dans 5 cas, le milieu récepteur n'est pas connu.

CONCLUSION

Nous n'avons abordé que le cas particulier des zones touristiques de montagne.

Il sera utile dans le futur de s'intéresser aux problèmes suivants :

- traitement des eaux d'origine industrielle. (réglementation des rejets des diverses branches : industries métallurgiques, pâtes à papier, drainage agricole,),
- évaluation de la possibilité de décantation des composés chimiques d'un effluent industriel,
- évaluation, en fonction de la nature de l'eau à traiter, de procédés biologiques sur les composés chimiques.

II - 3 PAYS DONT LES EQUIPEMENTS SONT PREVUS

- I - ALBANIE,

(voir descriptif page 105)

- J - BULGARIE,

(voir descriptif page 111)

- K - ROUMANIE,

(voir descriptif page 114)

◆ I - LA REPUBLIQUE DE L'ALBANIE ◆

I - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

La République de l'ALBANIE se situe à l'Ouest de la Péninsule des Balkans. Elle se trouve entre les coordonnées géographiques :

- 39°38' - 42°39' latitude Nord, et
- 19°16' - 21° 4' longitude Est.

Au nord et au nord-est, l'ALBANIE est limitée par la YOUGOSLAVIE et, au sud et au sud-est, par la GRECE. A l'ouest et au sud-ouest, elle est baignée par les mers Adriatique et Ionienne.

L'ALBANIE est constituée par 26 districts administratifs (**voir Carte N° 17 : La zone de montagne albanaise**).

Sa superficie est de 28 748 km².

L'ALBANIE est un pays essentiellement montagneux. 76,6 % de son territoire sont formés de montagnes et de collines. La hauteur moyenne de l'ALBANIE (708 mètres) est à peu près deux fois supérieure à celle de l'Europe.

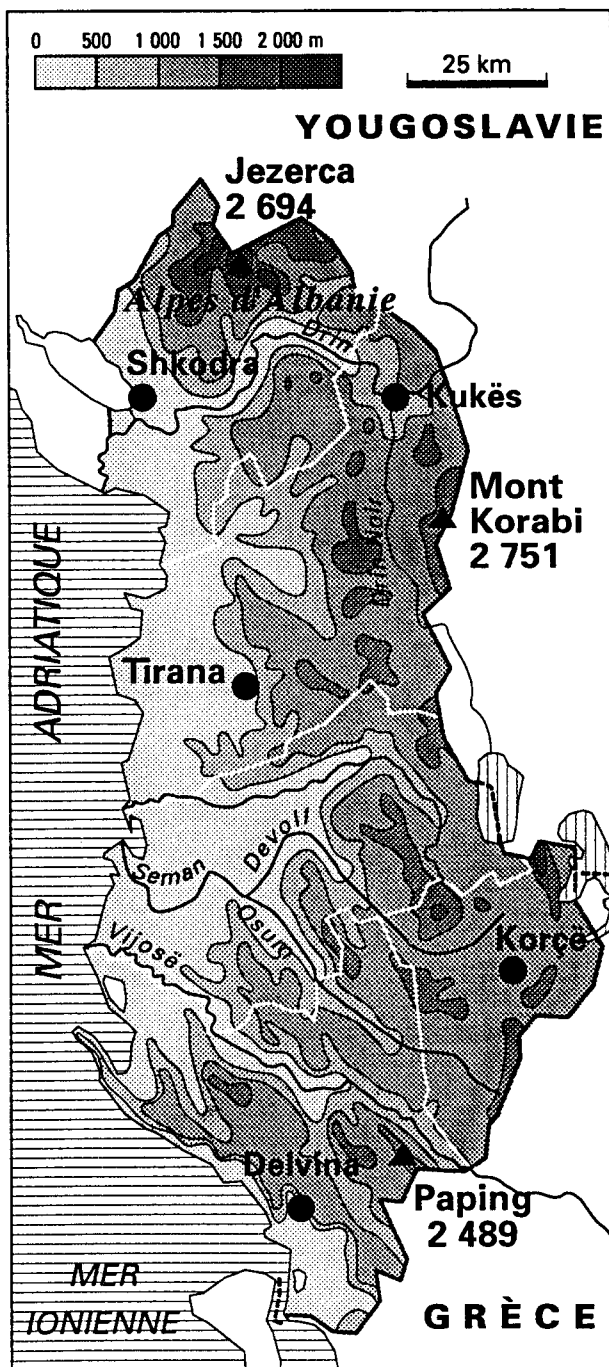
En se basant sur les caractéristiques géologiques du territoire et la formation du relief, on distingue quatre régions naturelles bien typiques :

- les Alpes d'ALBANIE,
- la Région Montagneuse Centrale,
- la Région Montagneuse Méridionale,
- la Dépression Occidentale.

La plus grande partie des Alpes s'élève à plus de 2 000 mètres (le plus haut sommet étant celui de JEZERCA avec 2 694 mètres). Ce qui frappe dans les Alpes du Nord, c'est le grand contraste entre les montagnes ayant les formes de pyramides et les vallées profondes, qui ont l'aspect de défilés étroits ou de dépressions (vallée de THETHI, la dépression de BOGE, etc).

Un réseau routier traverse ces vallées et pénètre jusqu'au centre des ALPES. Du point de vue naturel, ces montagnes constituent une importante région touristique, aux paysages typiquement alpins. Les principales ressources économiques de cette région sont les hautes forêts avec leurs alpages.

CARTE N° 17 : LA ZONE DE MONTAGNE ALBANAISE



La région montagneuse centrale qui est comprise entre la vallée du DRIN, au nord, et les vallées du DEVOLL moyen et du Bas OSUM, au sud, offre un autre aspect. Ce relief est moins accidenté. Les montagnes de la région montagneuse sont couvertes de forêts épaisses tout comme les Alpes. KORABI est la montagne la plus haute avec 2 751 mètres d'altitude.

La région montagneuse méridionale, au sud de la région montagneuse centrale, présente un profil tectonique encore plus régulier. La plupart des monts s'élèvent à plus de 2 000 mètres d'altitude et il y a même des sommets qui atteignent 2 500 mètres (sommets de PAPING 2 489 mètres); mais il y a aussi des vallées qui descendent jusqu'au niveau de la mer (le bassin de DELVINA). Vers l'ouest, les chaînes de la région montagneuse s'inclinent jusqu'au bord de la mer IONIENNE, où commence la rivière albanaise.

Dans la partie occidentale du territoire, le long de l'ADRIATIQUE, s'étend la dépression occidentale; elle s'allonge sur une distance de plus de 200 kilomètres du nord au sud et, vers l'est, elle pénètre de 50 kilomètres à l'intérieur du pays. Elle se caractérise par une faible pente. Les bancs de sable forment des plages qui s'étendent sur des kilomètres le long de la côte où l'on trouve de nombreuses stations balnéaires comme DURRES, SHENGJIN, VELIPOJE, VLORA, SARANDA, SEMANI, DIVJALKA, PATOKU etc. Tout au long de la côte ont été plantés de nombreux boisements qui empêchent le mouvement des sables, devenant ainsi de grands parcs nationaux.

La surface totale de l'ALBANIE est de 28 748 km². Cette surface, en fonction de l'altitude sur le niveau de la mer est divisée :

<u>Altitude (m)</u>	<u>Surface (km²)</u>
0 à 100	4 661
100 à 300	3 940
300 à 600	5 000
600 à 1 000	6 601
1 000 à 1 500	5 821
1 500 à 2 000	2 069
supérieur à 2 000	340

La surface d'altitude supérieure à 600 m, est appelée "zone montagneuse". Elle couvre 14 831 km² et représente donc 52 % de la surface totale.

La zone de montagne est divisée en deux parties :

- la première est intitulée : "**zone montagneuse basse**"

- la deuxième "**zone montagneuse haute**".

La zone montagneuse basse est divisée en zone du nord et en zone du sud, tandis que la zone montagneuse haute est divisée en 4 sous parties : nord, est, sud-est, sud.

L'altitude moyenne de la zone montagneuse est 1 150 m et l'altitude minimale de cette zone est 600 m.

I - II SITUATION CLIMATIQUE

La température moyenne de l'ALBANIE est 14°C, la température maximale est 44°C et la température minimale est -26°C.

Les températures moyennes mensuelles minimales et maximales de la zone montagneuse sont les suivantes :

Tableau N° 17 : Températures moyennes mensuelles

MOIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOYENNE												
* MIN.	-18	-15	-13,8	-6	-1	3	5	6	0	-5	-11	-15
* MAX.	15	19,3	22,7	24,1	23,9	31,2	35,3	34	30,8	24,4	20,5	15,8

La température moyenne minimale de la zone montagneuse est - 18,6°C et la température moyenne annuelle est de 10°C.

On a d'autres données climatiques sur chaque zone de la surface montagneuse :

Tableau N° 18 : Le climat en Albanie

LA ZONE MONTAGNEUSE BASSE	NORD		SUD	
	MOYENNE	LOCALEMENT	MOYENNE	LOCALEMENT
temp. moyenne annuelle	10 à 11		9.5 à 10	
temp. moyenne de janvier	-2 à -3		0,5 à 2	
temp. minimale absolue	-10 à -12	-18 à 25	-10 à -12	-25 à -28
Jours de neige	35 à 40		25 à 30	
Jours de gel	80 à 100		85 à 100	

LA ZONE MONTAGNEUSE HAUTE	NORD		EST	
	MOYENNE	LOCALEMENT	MOYENNE	LOCALEMENT
temp. moyenne annuelle	7 à 11	4 à 6	7 à 10	2 à 6
temp. moyenne de janvier	-2 à -3	-7 à -8	-2 à -3	-8 à -10
temp. minimale absolue	-10 à -13	-23 à -27	-10 à -15	-30
Jours de neige	60 à 100	130 à 160	60 à 80	90
Jours de gel	100 à 130	150 à 170	120 à 150	180 à 220
	SUD-EST		SUD	
	MOYENNE	LOCALEMENT	MOYENNE	LOCALEMENT
temp. moyenne annuelle	7 à 10	3 à 6	6 à 10	12
temp. moyenne de janvier	-1 à -2	-5 à -6	-1 à -2	-4
temp. minimale absolue	-10 à -13	-22 à -26	-15 à -22	-13 à -16
Jours de neige	50 à 60			
Jours de gel	110 à 140	150 à 200		

I - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

L'ALBANIE a une population de 3 000 000 d'habitants.

Les données sur les résidences de montagne ou sur la fluctuation de la population ne sont pas disponibles.

I - IV LE TRAITEMENT DES EAUX USEES

L'ALBANIE n'a pas de stations de traitement des eaux usées à l'exception de quelques stations industrielles.

L'Institut d'Etude et de Projection des Oeuvres Communales a commencé à étudier et à projeter quelques stations urbaines de traitement. Ce travail est à peine entamé.

◆ J - LA BULGARIE ◆

J - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

La Bulgarie est formée de trois régions naturelles bien individualisées :

- au nord, un large plateau s'élève de la Vallée du Danube au Mont Balkan,
- à l'est et au centre-est se trouve une large plaine du bassin versant de la Maritza,
- les zones montagneuses sont situées dans le centre et le sud-ouest du Pays. Elles entourent la large plaine de la Maritza.

Les massifs les plus anciens sont situés au centre du pays. Appelés soit "Mont Balkan", soit "Stara Platina", ils dressent une barrière entre la frontière yougoslave et la mer Noire. Le point culminant du pays (2 925 m) est dans un massif montagneux localisé plus au sud dénommé "Monts Rhodope" (**voir Carte N° 18 : La zone de montagne bulgare**).

La surface totale du pays est de 110 990 km². La surface des montagnes, d'altitude supérieure à 600 m couvre environ le tiers du pays, soit une superficie de 30 630 km²

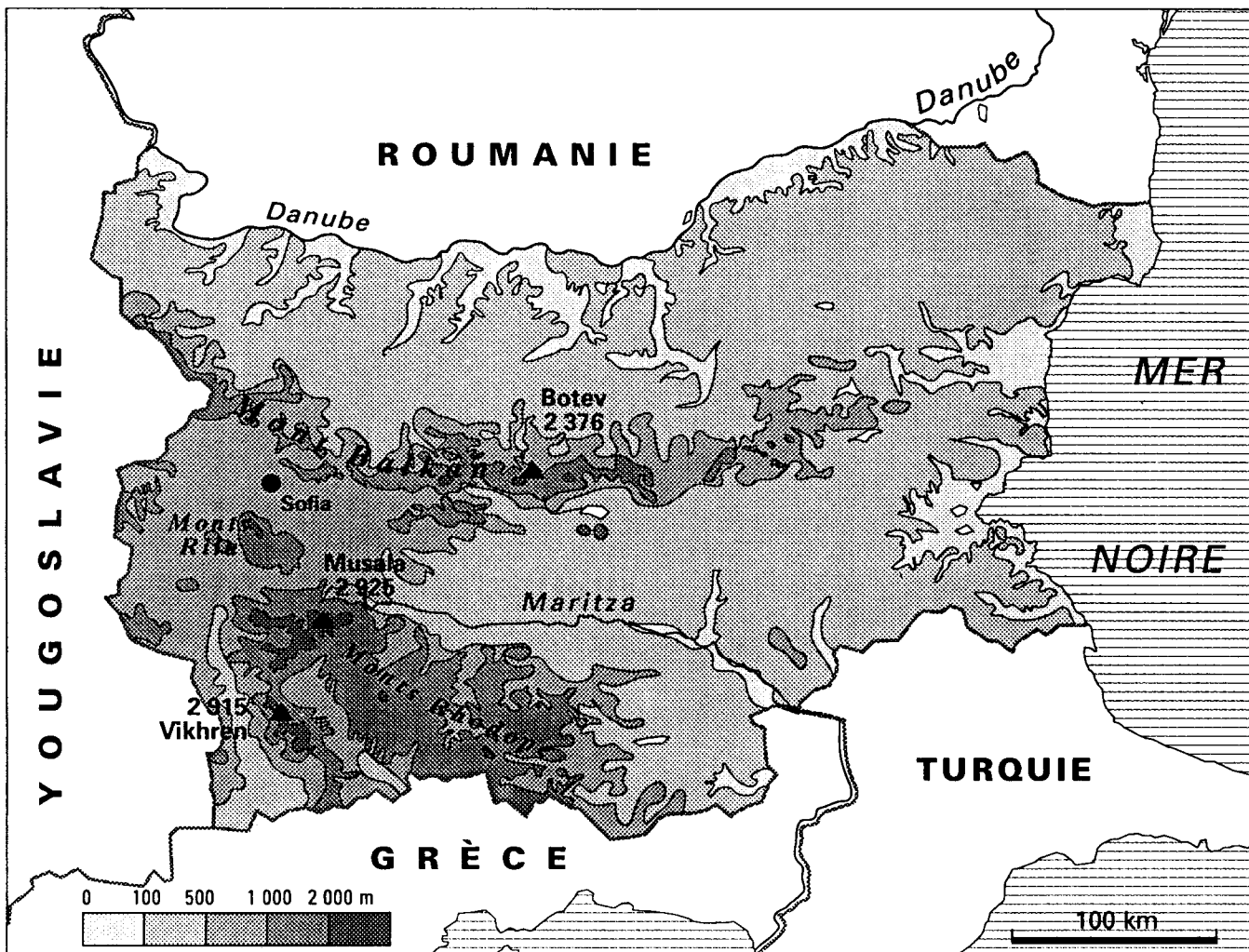
J - II SITUATION CLIMATIQUE

Les variations saisonnières de la température sont importantes d'une région à l'autre.

J - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

La population totale est de 8 948 000 habitants. Les données concernant la population permanente ou touristique en zone de montagne ne sont pas disponibles.

CARTE N° 18 : LA ZONE DE MONTAGNE BULGARE



J - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

Dans les résidences secondaires et les chalets, les eaux usées sont envoyées dans une fosse septique. Elles s'écoulent, après désinfection, dans la rivière la plus proche.

Il existe, dans le massif du Balkan, plus précisément sur le massif du Mont Rila deux stations d'épuration pour les villes de Borovetz et Malyovitza. Dans le massif de "Stara Platina", le complexe touristique de "Pamporova" et de "Rhodopa" bénéficie d'un assainissement.

Les niveaux de qualité des rejets sont divisés en trois classes en fonction de leur destination définitive.

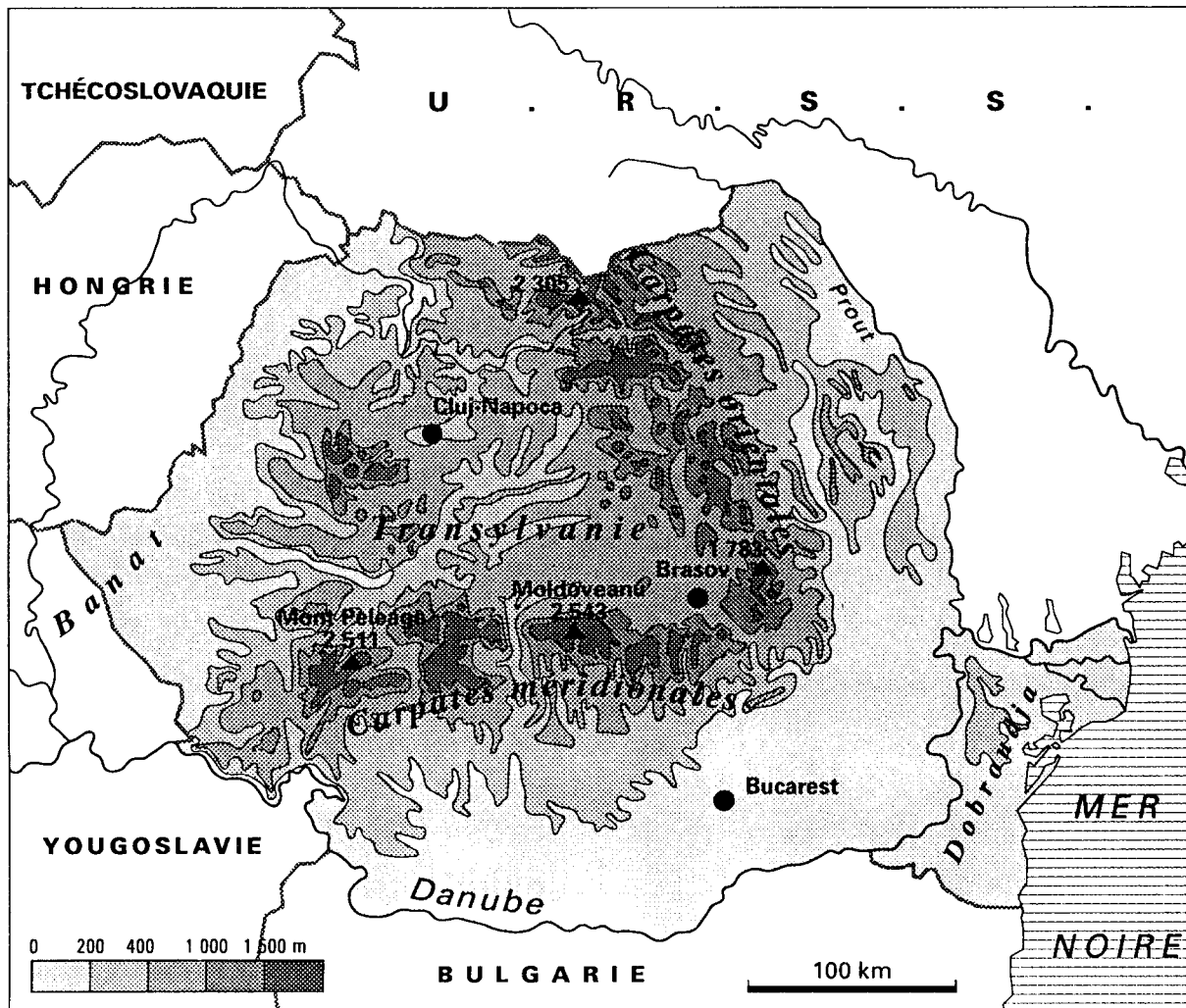
CONCLUSION

En zone touristique de montagne, la construction de stations d'épuration se heurte parfois à des difficultés techniques liées à la nature rocheuse du sol.

Le problème majeur est la désinfection de l'eau traitée préalablement.

La Bulgarie accepte tous nouveaux concepts et technologies pour bénéficier d'une épuration plus poussée en zone touristique de montagne.

CARTE N° 19 : LA ZONE DE MONTAGNE ROUMAINE



◆ K - LA ROUMANIE ◆

K - I SITUATION GEOGRAPHIQUE

La ROUMANIE est une république de l'est de l'EUROPE. 42 comtés structurent administrativement ce pays.

Au niveau du relief, la ROUMANIE est traversée par la chaîne des CARPATES dans l'axe nord-sud. Elle dévie vers l'est et prend une forme concave marquée vers cette direction. (voir Carte N° 19 : La zone de montagne roumaine)

Les principales subdivisions géographiques sont la TRANSYLVANIE, le BANAT et le DOBROUDJA.

La surface totale du pays est de 237 000 km². Les montagnes correspondent à tous massifs d'altitude supérieure à 750 m. En moyenne, l'altitude s'élève à 1 000 m. Le point culminant roumain domine à 2 544 m.

Les zones de montagne sont classées en 4 sections :

- la haute montagne,
- la moyenne montagne,
- la montagne de faible altitude
- les dépressions et les vallées.

L'ensemble de cette zone de montagne couvre 66 303 km² soit 28 % de la surface totale du territoire.

K - II SITUATION CLIMATIQUE

Le nombre moyen de jours de gel est évalué, au maximum, à 250 jours/an en zone de haute montagne.

Pour l'enneigement, le nombre moyen de jours de neige est de 200 jours/an en zone de haute montagne.

K - III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

La population du pays est d'environ 23 millions d'habitants. En zone de montagne vit seulement 10 % de la population totale. On estime en effet à 2 millions le nombre d'habitants permanents dans cette zone.

Les variations annuelles de population seraient de 400 000 personnes, dont 50 000 personnes qui se déplaceraient essentiellement pour skier.

K - IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

K - IV.1 LES CRITERES DE QUALITE

En ROUMANIE la qualité des eaux de surface et leurs exigences en matière de normalisation de rejet sont régulièrement révisées : la dernière normalisation date de 1988.

Les diverses ressources en eau de surface telles que les cours d'eau naturels, les lacs naturels et les réservoirs de stockage relèvent d'une classification fonction de leur usage. Il existe trois grandes classes :

Classe I : Ce sont les eaux destinées à la consommation humaine et animale, ou réservées à quelques industries agro-alimentaires particulièrement sensibles. Les eaux d'irrigation arrosant quelques produits spécifiques font partie de cette classe ainsi que les eaux de salmoniculture. Les eaux de piscines en font également partie.

Classe II : Ce sont les eaux dans lesquelles les poissons (excepté le saumon) ont la possibilité de se reproduire ou de se développer (piscicultures naturelles ou artificielles). Ces eaux sont utilisées pour certaines industries et peuvent avoir un but de récréation et d'aménagement urbain.

Classe III : Ce sont principalement les ressources utilisées à des fins agricoles. Dans les centrales hydro-électriques, les circuits de refroidissement ou de lavage transitent des eaux de cette classe.

La qualité de l'eau utilisée en agriculture doit être en accord avec d'autres normes qui tiennent compte des teneurs en éléments toxiques dans l'eau, des risques infectieux, des teneurs en sel, des types de sol et de la nature de la culture.

L'eau de surface pour ces trois classes définies plus haut doit répondre aux divers paramètres suivants :

Tableau N° 19 : Qualité des eaux des ressources naturelles

	Classe I	Classe II	Classe III
pH	6,7	-	8,5
DBO ₅ (maxi en mg/l)	5	7	12
DCO (maxi en mg/l)	10	20	30
NO ₂ ⁻ (mg/l)	maxi = 1	maxi = 3	pas de seuil
NO ₃ ⁻ (mg/l)	maxi = 10	maxi = 30	pas de seuil
Cyanures (CN - maxi en mg/l)		0,01	
Coliformes totaux (nbre probable / l)	maxi = 105	pas de seuil	pas de seuil

Un décret, établi en 1979, a fixé les valeurs admissibles des principaux polluants contenus dans le rejet des eaux usées. Les valeurs sont fonction du degré de dilution. Le degré de dilution se définit comme étant le rapport ci-dessous :

Le plus petit débit mensuel de l'année (mesuré dans 95 % de cas)

Le débit du rejet

Tableau N° 20 : Principaux indicateurs de pollution

Degré de dilution	1	50	100
pH	6,5	-	8,5
MES (mg/l)	2,5	100	200
DB0 ₅ (mg/l)	15	60	100
H ₂ S (mg/l)	0,1	1	2
Détergents anioniques (mg/l)	0,5	15	30

En ROUMANIE, il n'existe pas de données centralisées précises sur les stations d'épuration implantées en zone touristique de montagne. Des investigations seront menées ultérieurement.

Pourtant l'expérience tirée à partir d'environ 50 sites touristiques implantés entre 400 et 600 m montre qu'il existe des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration. On utilise des fosses septiques, des décanteurs-digesteurs et souvent des traitements mécaniques et biologiques.

Un exemple de cette dernière catégorie est la station d'épuration de SINAIA. La capacité de traitement est de l'ordre de 30 000 équivalent-habitants et consiste en un étage mécanique (dégrillage, dessablage, décantation primaire) et un étage biologique par boues activées avec insufflation d'air. Au début de son fonctionnement, en 1990, les mesures montraient un abattement de 73 % sur la DCO, 87 % sur les graisses (substances extractibles au chloroforme) et 83 % sur les détergents.

Il est indispensable de citer aussi l'existence de la filière décanteur-digesteur suivi d'un épandage souterrain qui assure le traitement biologique.

La recherche et les maîtres d'oeuvre s'orientent maintenant vers les procédés utilisant des mécanismes naturels de dégradation des eaux usées qui présentent l'intérêt d'être très simples et peu consommateurs d'énergie. Ce sont les techniques d'infiltration dans le sol, d'irrigation en forêt ou d'épandage sur herbe, etc.

On cherche aussi à réduire les consommations d'énergie des autres types d'équipements. Il existe plusieurs équipements standardisés pour des débits d'eaux usées variant de 0,5 à 3 l/s. Ce sont :

- des bassins de boues activées, aérées par des turbines (de conception roumaine),
- des bassins combinés (bassin d'aération et bassin de décantation),
- disques biologiques.

Aujourd'hui, on cherche à développer ces procédés sous une forme préfabriquée.

On espère étendre cet équipement de collecte et de traitement des eaux usées aux zones touristiques de montagne roumaines et réduire ainsi la pollution par la matière organique émise par les habitants permanents, les touristes sans oublier le bétail. L'ensemble, tout compris, est évalué à 1,10 kg de DBO₅/jour.

Etant donné l'actuelle crise économique en ROUMANIE, toute aide financière internationale permettant de chercher et de résoudre le problème du traitement des eaux usées et des déchets en montagne serait particulièrement bien accueillie.



III LE TRAITEMENT DES EAUX USEES

Dans un premier chapitre, le cas général du traitement des eaux des collectivités sera abordé. Sur chaque filière de traitement, sera mis en évidence l'essentiel des éléments de conception et d'exploitation spécifiques aux cas des zones touristiques de montagne, en commençant par les procédés biologiques aérobies puis les procédés physico-chimiques puis l'association des deux types.

Le cas particulier des eaux issues d'un habitat marqué par un très grand isolement sera exposé dans un deuxième chapitre, les solutions à mettre en oeuvre étant très différentes.

III - 1 FILIERES DE TRAITEMENT DES EAUX DES COLLECTIVITES

Les filières de traitement adaptées aux zones touristiques de montagne sont multiples.

III - 1 - 1 PRETRAITEMENTS

Les prétraitements, dégrilleur, dessableur, dégraisseur, seront installés comme sur toute station d'épuration. Ils ne présentent pas de particularité marquée.

A l'amont de toute filière, on pourra rencontrer parfois des ouvrages hydrauliques assurant une régulation des débits. Comme il a été signalé au chapitre I, les eaux usées sont caractérisées par de fortes variations qualitatives et quantitatives. L'installation d'un bassin tampon régulateur de débit n'exclut bien sûr pas de limiter au maximum les introductions d'eaux claires.

III - 1 - 2 LES PROCÉDES BIOLOGIQUES AÉROBIES

Les procédés biologiques font appel à l'activité de micro-organismes (bactéries principalement) qui transforment les différentes formes de substrat, présentes dans les eaux résiduaires, en particules facilement séparables de l'eau rejetée dans le milieu naturel.

Les populations bactériennes sont définies sous les appellations de :

- cultures libres, lorsqu'elles sont maintenues en suspension, alimentées et aérées dans un bassin prévu à cet effet : cas des boues activées ;
- cultures fixées, lorsqu'elles adhèrent à un support fixe (lit bactérien, biofiltres) ou mobile (disques biologiques).

Le niveau de traitement dépend de l'intensité de l'activité bactérienne, elle-même fonction des paramètres caractéristiques des eaux résiduaires.

III - 1 - 2 - 1 TECHNIQUES DES BOUES ACTIVEES

Ce procédé, largement répandu en plaine, offre des performances épuratoires élevées et des facilités d'adaptation. La transposition de cette technologie en zone de montagne nécessite des précautions particulières pour garantir un bon fonctionnement :

- la conception modulaire des bassins d'aération, voire des ouvrages de décantation, en vue d'adapter la station aux besoins réels d'épuration,
- la mise en place d'aérateurs de surface nécessite impérativement la couverture du bassin d'aération. En revanche, le choix d'une aération par insufflation d'air limite le refroidissement du bassin qui, dans ce cas, n'est pas obligatoirement couvert,
- la couverture du local, des prétraitements et des décanteurs, est conseillée afin de se prémunir contre d'éventuels problèmes climatiques,
- l'installation d'une résistance électrique chauffante sous le chemin de roulement pour éviter les problèmes de gel entraînant le blocage du pont racleur des décanteurs,
- la détermination des paramètres de fonctionnement des boues activées dans le domaine de la faible charge massique ($< 0,1 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.jour}$).

Actuellement, les potentialités épuratoires des boues activées sont élevées lorsque les installations sont bien conçues et la qualité de l'effluent normale.

Tableau N° 21 : Potentialités épuratoires d'une boue activée

PARAMETRES	DCO	DBO ₅	MES	N*	P**	DETERGENTS ANIONIQUES
rendement	> 85 %	> 90 %	90 %	25-30 %	20 %	> 90 %

Toutefois, ces procédés sont souvent sujets à des déséquilibres biologiques qui génèrent des difficultés de décantation et limitent les capacités hydrauliques de traitement (foisonnement des boues ...). Pour pallier ces difficultés, l'exploitation devra être suivie avec vigilance (surveillance des réglages, gestion des boues, adaptation des paramètres en fonction des conditions d'alimentation).

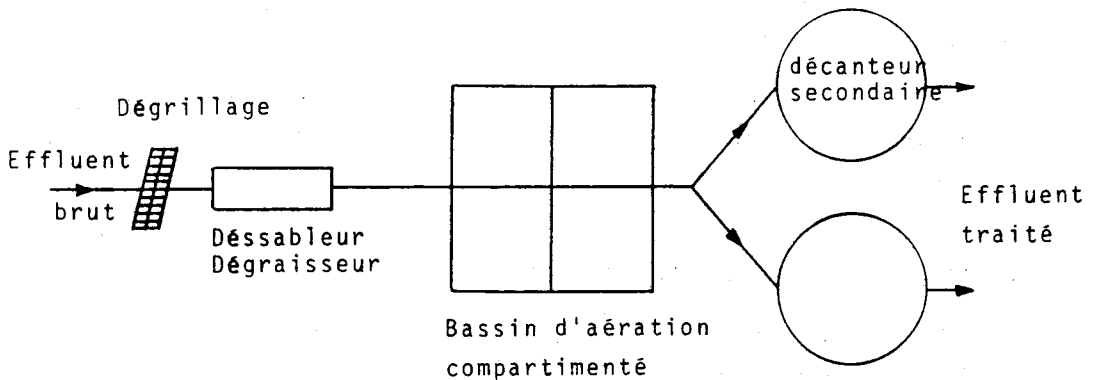


Figure N° 10 : Traitement des eaux usées par boues activées.

Remarque : On notera que les eaux usées transitent directement dans le bassin d'activation après prétraitement sans décantation primaire préalable. Par ailleurs, il convient d'utiliser des décanteurs secondaires circulaires tels que le ratio rayon/profondeur soit < 5 pour obtenir les meilleures performances au plan hydraulique.

* : 90 % si nitrification.

** : peut être amélioré par adjonction de réactifs (sel de fer) dans le bassin d'aération.

III - 1 - 2 - 2 LES CULTURES FIXEES

Il y a peu de temps, les techniques d'épuration par cultures fixées se sont enrichies d'une nouvelle filière : les biofiltres. Leurs principes seront détaillés en fin de chapitre. Au préalable, seront évoquées les technologies plus courantes que sont les lits bactériens et les disques biologiques.

LITS BACTERIENS

Ils sont de deux types :

- faible charge (0,2 kg de DBO₅ de l'eau décantée/m³ de matériau.jour),
- forte charge (0,8 kg de DBO₅ de l'eau décantée/m³ de matériau.jour).

Un lit bactérien à faible charge offre un effluent de très bonne qualité et permet d'obtenir une dénitrification. Par contre, la charge volumique étant faible, les risques de gel du matériau sont à prendre en compte en zone de montagne. Il faudra prendre des précautions particulières pour se prémunir contre ces risques et prévoir une couverture mais aussi une ventilation appropriée du système.

Les lits bactériens à forte charge sont moins sujets à ces risques de gel et mieux adaptés aux variations de charge que les lits à faible charge du fait de la présence indispensable d'un décanteur secondaire.

Il importe de vérifier l'homogénéité du matériau de remplissage et de protéger les sprinklers contre d'éventuels colmatages.

Lorsque les eaux usées sont peu concentrées, cette technique fournit des résultats d'épuration d'un bon niveau :

DCO	:	< 90 mg/l
DBO ₅	:	< 30 mg/l
MES	:	< 30 mg/l

Cela justifie d'ailleurs l'importance de la recirculation en tête du lit (2 à 3 fois le débit d'eau usée d'entrée) en cas d'eaux usées concentrées.

Un passage quotidien de l'exploitant est là encore indispensable pour contrôler les différents postes (rotation du sprinkler, soutirage des boues,...).

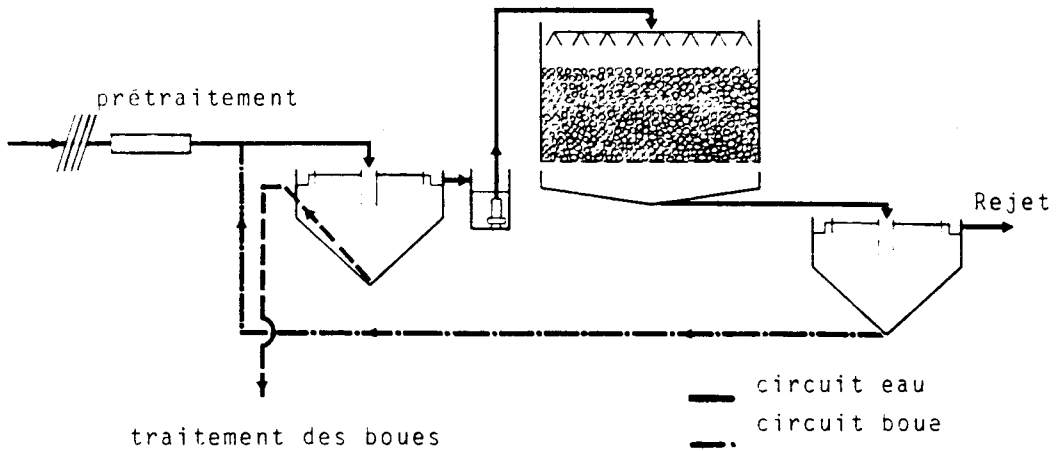


Figure N° 11 : Traitement des eaux usées par lit bactérien à forte charge.

DISQUES BIOLOGIQUES

Les disques biologiques, correctement dimensionnés ($<10 \text{ g DBO}_5$ après décantation primaire/ m^2 de disque) donnent des résultats d'épuration comparables aux boues activées. Une charge de $5 \text{ g DBO}_5/\text{m}^2$ permet même une nitrification correcte des eaux.

Plusieurs batteries de disques peuvent être placées en parallèle pour faire face aux variations de charge, il est néanmoins indispensable de disposer de deux étages de biodisques en série séparés hydrauliquement. Le procédé reste pourtant plus sensible aux à-coups hydrauliques que les lits bactériens.

En cas de défaillance d'une batterie de disques, il faut que la disposition du bâtiment permette l'évacuation et le remplacement du module (ouverture possible sur un côté ou par le toit).

Il est impératif de veiller à répartir uniformément le débit sur l'ensemble des disques (éléments verticaux notamment).

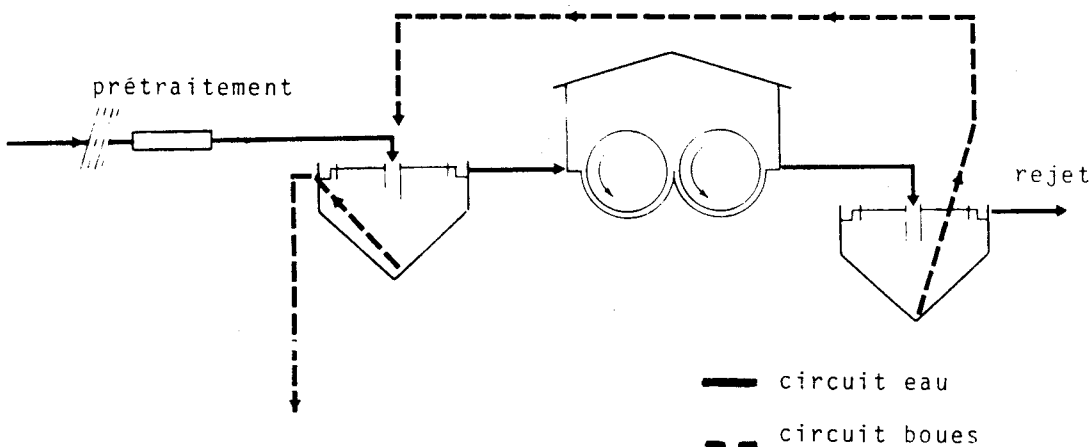


Figure N° 12 : Traitement des eaux usées par disques biologiques

En montagne, le créneau d'utilisation de ces deux procédés, lit bactérien et disques biologiques, est relativement limité. Moins sensibles aux variations hydrauliques que les boues activées, ils constituent une solution intéressante et très adaptée aux cas de collectivités de moins de 5 000 habitants.

Les deux techniques impliquent la mise en oeuvre d'un décanteur primaire. S'il est de type lamellaire, permettant ainsi un gain de place, les soutirages de boues doivent être fréquents et réalisés avec des équipements de pompage adaptés.

Ces ouvrages doivent être couverts, ventilés et protégés du froid pour pouvoir fonctionner en hiver.

Les coûts d'exploitation de ces procédés sont inférieurs à ceux des techniques par boues activées du fait d'une plus faible consommation énergétique liée à l'absence d'aérateur.

BIOFILTRES

Hérités du traitement des eaux potables, les biofiltres sont mis en oeuvre dans des bassins remplis de matériau granulaire (d'une granulométrie de 3 à 6 mm) immergé et aéré.

Le sens d'écoulement des fluides caractérise les différents types de biofiltres, comme l'illustre ci-après la **figure N° 13**.

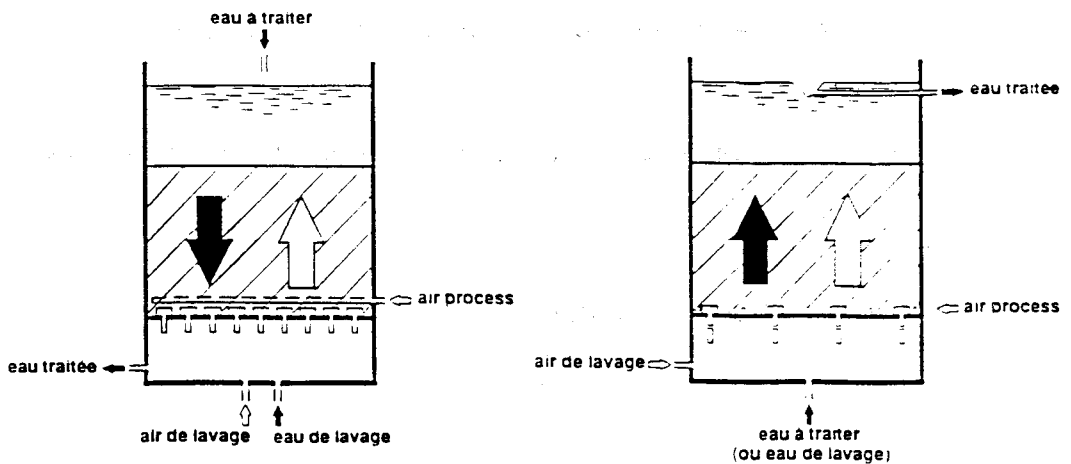


Figure N° 13 : Les biofiltres.

Le réacteur réalise deux fonctions simultanément :

- filtration mécanique avec rétention des matières en suspension,
- transformation d'une partie de la pollution dissoute par action d'une biomasse active fixée sur le matériau.

Le filtre se colmate progressivement en raison du développement du biofilm; il y a lieu de réaliser régulièrement des lavages pour régénérer le massif filtrant.

Ces procédés intensifs sont capables de piéger 60 à 70 % de la matière organique dissoute et particulaire issue du premier étage de traitement (AGENCES DE BASSIN, 1991).

La figure N° 14 ci-après décrit la filière complète de traitement

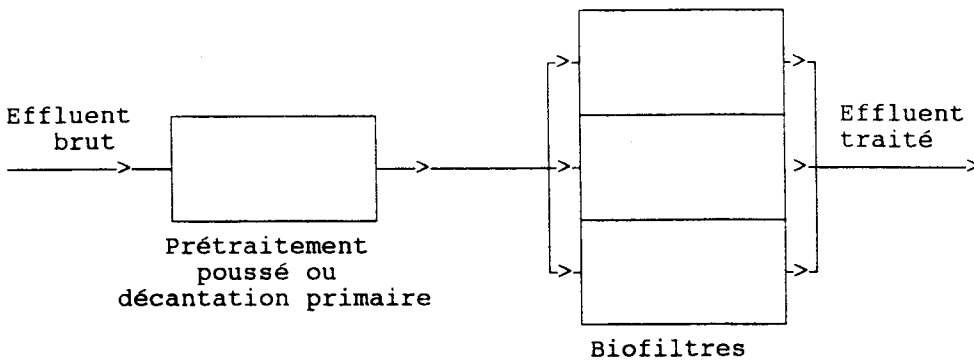


Figure N° 14 : Traitement des eaux usées par biofiltration

Les avantages principaux du procédé sont les suivants :

- compacité du fait de la forte charge appliquée (5 à 10 kg DCO/m³ matériau.),
- aspect modulaire et bonne adaptation aux variations de charge,
- absence de décanteur secondaire.

La filière a une faible emprise au sol, ce qui facilite la couverture des ouvrages.

Les contraintes pèsent davantage sur l'exploitation d'une filière complexe comportant de nombreux équipements électromécaniques. L'exploitant cherche à optimiser les coûts énergétiques très élevés liés aux lavages des filtres.

Les coûts d'investissement et d'exploitation sont également supérieurs aux autres techniques.

L'emploi d'au moins une personne à temps plein est impératif ce qui limite le domaine d'application du procédé aux installations de capacité proche ou supérieure à 10 000 habitants.

En ce qui concerne la montagne, les procédés biologiques ont parfois été écartés en raison de l'importance accordée à deux facteurs susceptibles de limiter le traitement :

- températures froides (frein à l'activité bactérienne),

- fortes variations de charge et difficulté d'adaptation des populations bactériennes qui en découlent (voir chapitre I - 5).

Les études réalisées sur sites réels (PUJOL R., 1985) montrent clairement que ces deux obstacles peuvent être surmontés sous réserve de respecter quelques règles :

- mettre en place un réseau de collecte séparatif et étanche et vérifier que les raccordements soient correctement réalisés,
- concevoir les réacteurs sous forme modulaire (bassins compartimentés,...). Cela permet de faire face aux variations qui restent malgré tout modestes comparées à celles du milieu industriel par exemple; le facteur d'accroissement ne dépasse pas 3 sur une durée de 48 heures en période de pointe hivernale.

Au niveau de l'exploitation, la conception modulaire nécessite un suivi régulier des charges à traiter et des concentrations en boues. Ce contrôle permettra d'adapter le fonctionnement de la station aux variations de charge : détermination du volume de bassin nécessaire, calage des temps d'aération, gestion rationnelle de la production de boues.

III - 1 - 3 PROCÉDES PHYSICO-CHIMIQUES

Les procédés physico-chimiques sont fréquemment utilisés en montagne pour traiter les eaux résiduaires. Leur principe repose sur l'ajout de réactifs de floculation qui déstabilisent les éléments colloïdaux présents dans les eaux usées et facilitent leur séparation par décantation (ou flottation).

Le développement de cette technique est principalement lié à sa facilité d'adaptation aux variations de charge et à la rapidité du temps de réponse. De plus, en montagne, la compacité des ouvrages rend le procédé attrayant. Les installations doivent être entièrement couvertes.

Il est aisé de concevoir des chaînes de traitement en parallèle pour limiter les coûts de fonctionnement hors période d'activité touristique.

Pour assurer un résultat d'épuration correct, il importe cependant de veiller à :

- la mise en place de modes de régulation asservissant l'apport de réactifs aux flux de pollution instantanés à traiter et non pas seulement aux débits (programmation sur horloge des heures les plus chargées, mesure de la turbidité);
- contrôler régulièrement le fonctionnement des extractions notamment en présence de décanteur lamellaire. La concentration des boues décantées ne doit pas dépasser 15 g/l.

Les procédés physico-chimiques sont particulièrement performants sur les fractions particulaire et colloïdale de la matière organique (80 à 90 % d'élimination des MES). Pour le phosphore (orthophosphates), le piégeage physico-chimique est, toutes techniques confondues, le plus efficace. On obtient ainsi un rendement d'élimination proche de 80 %. L'utilisation de la chaux comme réactif permet un abattement important sur les germes.

En revanche, la matière organique dissoute, l'azote et les détergents ne sont pour ainsi dire pas piégés par le traitement (BOEGLIN, 1984).

Généralement, les dégrillages installés en tête de filière sont très fins. Les re-fus, en grande quantité, feront l'objet d'un traitement particulier (voir chapitre IV).

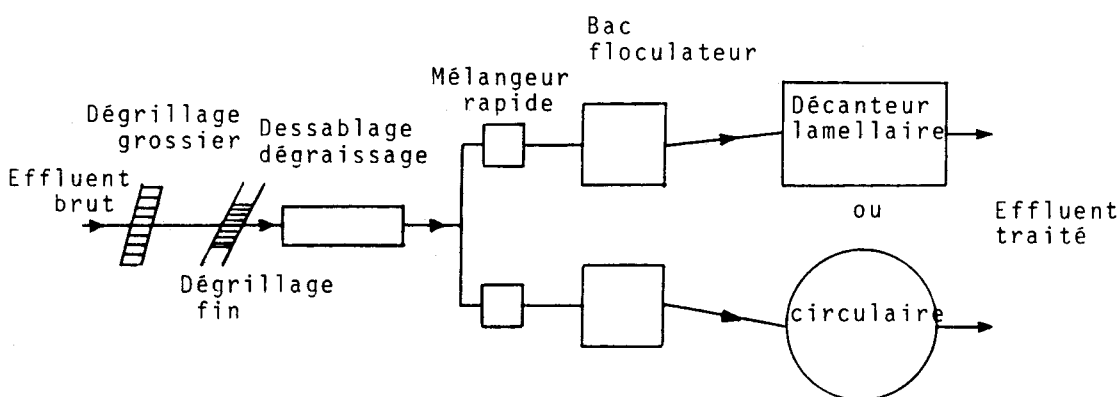


Figure N° 15 : Traitement physico-chimique des eaux usées.

L'exploitation des stations physico-chimiques est assez contraignante car elle nécessite un contrôle fréquent des dosages et des équipements assurant la régulation et l'asservissement. Dès la conception, on prévoira de gros volumes de stockage des réactifs afin de pouvoir pallier à tout problème d'à-coup de charge ou d'approvisionnement.

L'emploi d'au moins une personne à temps plein est impératif ce qui limite le domaine d'application du procédé aux installations de capacité proche ou supérieure à 10 000 habitants.

III - 1 - 4 PROCÉDES ASSOCIANT BIOLOGIE ET PHYSICO-CHIMIE

III - 1 - 4 - 1 ASSOCIATION EN PARALLELE

Les procédés physico-chimiques sont utilisés en complément des procédés boues activées. Ils permettent d'éviter un surdimensionnement des bassins d'aération et de traiter les pointes de pollution en période hivernale. Toutefois, l'expérience montre que ces systèmes, restant à l'arrêt pendant une longue période de l'année, posent problèmes lors de leur remise en route (pompes doseuses défectueuses, ...). Les contraintes d'exploitation et de maintenance limitent l'intérêt de ce couplage pourtant séduisant en théorie.

III - 1 - 4 - 2 ASSOCIATION EN SERIE

L'association en série des deux technologies, physico-chimie et biologie, semble donner davantage de satisfaction que l'association en parallèle.

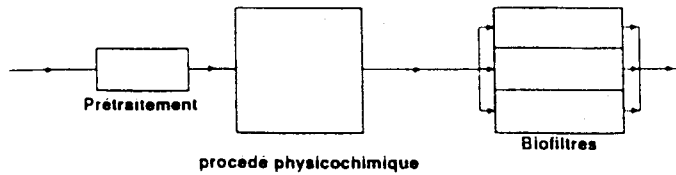
En terme d'efficacité, l'association en série agit essentiellement sur le paramètre phosphore et permet d'obtenir un effluent de meilleure qualité que celui rejeté par une boue activée seule.

Les sels de fer ou d'aluminium peuvent être introduits à divers niveaux de traitement avant, après ou au sein même du bassin de boues activées.

La filière récente, physico-chimie et biofiltration, semble très prometteuse (**voir figure N° 16**). Elle associe les avantages des procédés physico-chimique et biologique en terme de compacité et de performances épuratoires.

La filière proposée permet donc de satisfaire les exigences de plus en plus contraignantes sur la qualité des rejets en zone de montagne notamment pour la matière organique, le phosphore et l'azote. La nitrification est effectivement importante pour des charges appliquées ne dépassant pas 1 kg de DCO/m³.jour.

CAS GÉNÉRAL



TRAITEMENT DU CARBONE ET DE L'AZOTE PAR DEUX UNITÉS EN SÉRIE

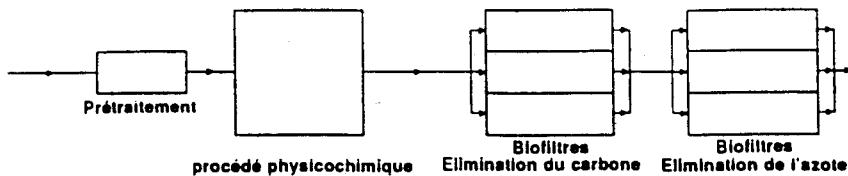


Figure N° 16 : Traitement des eaux usées par physico-chimie et biofiltration

Ce procédé, étant d'un degré élevé de technicité est réservé généralement à de grosses collectivités de taille de l'ordre de 15 000 éq.hab. et plus.

Les améliorations technologiques, la maîtrise du procédé dont l'optimisation n'est pas terminée devraient à terme rendre encore plus séduisant le couplage physico-chimie-biofiltration.

III - 2 FILIERES DE TRAITEMENT DES EAUX D'UN HABITAT ISOLE

Les sites isolés de tout, à cause de leur altitude ou d'autres caractéristiques spécifiques au terrain doivent être considérés séparément.

La quantité et la variabilité de la production des eaux usées seront fonction à la fois de la nature des habitants permanents mais aussi du type de tourisme :

- prédominance saisonnière (été - hiver),
- touristes à la journée seulement,
- touristes passant la nuit sur place.

L'habitat isolé n'est en aucun cas synonyme de faible fréquentation. Il n'est pas rare, par beau temps, de recevoir dans une journée plus de 1 000 randonneurs dans un refuge d'altitude acceptant les repas "hors sacs" à 2 500 m (PUJOL et coll., 1989).

La disponibilité en énergie et en eau potable est aussi un facteur important de même que le taux d'équipement des chambres et de la nature des sanitaires.

Le degré d'isolement est fondamental : on étudiera si le site est accessible par véhicule ou seulement à pied.

III - 2 - 1 CLASSIFICATION DES SITES TOURISTIQUES ISOLES

La classification suivante est celle adoptée par l'Autriche.

TYPE A : SIMPLE REFUGE DE MONTAGNE.

- chambre très simple,
- peu ou pas d'énergie (gaz uniquement) et disponibilité en eau potable limitée (fonte de neige uniquement),
- accès seulement à pied,
- production journalière d'eaux usées inférieure à 25 l/éq.hab.*

TYPE B : CHALET REFUGE.

- identique au type A mais, en plus, possibilité de vente de nourriture ou boisson,
- accès des touristes le plus souvent à pied bien que les commandes puissent être livrées par véhicule,
- généralement utilisé moins de 150 jours an,
- production journalière d'eaux usées inférieure à 50 l/éq.hab.*

* : La quantité d'eaux usées produites ne tient pas compte de l'introduction éventuelle d'eaux parasites. (eaux pluviales ou infiltration).

TYPE C : CHALET REFUGE OU PETITE MAISON DE VACANCES BENE- FICIAIRE D'UN GRAND EQUIPEMENT.

- ressources en électricité ou en eau potable non limitées,
- vente de boissons et de nourriture chaude ou froide,
- possibilité de cuisine proposée aux touristes,
- accès par véhicule sans la moindre difficulté,
- sanitaires modernes,
- généralement utilisé au minimum 150 jours par an et de manière équilibrée quelle que soit la saison (été-hiver),
- production journalière d'eaux usées de 150 l/éq.hab.*

TYPE D : STATION, HOTEL, VILLAGE ACCESSIBLE PAR TELEPHERIQUE.

- situation proche du type C mais avec un très haut niveau d'équipement et un accès encore plus facile,
- le nombre de visiteurs est donc très élevé. Il y a même parfois quelques employés résidant en permanence sur ce lieu,
- généralement utilisé au moins 150 jours par an, une fréquentation annuelle régulière est possible,
- production journalière d'eaux usées souvent plus grande que la normale à cause du grand degré d'aménagement (douches, piscine, ...) : - 150 - 300 l/éq.hab.*

TYPE E : IMMEUBLE ISOLE.

Les habitations sont souvent occupées à la fois par des résidents permanents et des touristes. Ce sont par exemple des exploitations agricoles. Généralement, ces résidences sont équipées de fosses septiques. La quantité d'eaux usées émises est très variable.

* : La quantité d'eaux usées produites ne tient pas compte de l'introduction éventuelle d'eaux parasites. (eaux pluviales ou infiltration).

III - 2 - 2 TRAITEMENT DES EAUX.

Pour le traitement des eaux usées des habitats isolés, deux options sont à envisager :

- transfert vers un site plus adapté,
- traitement sur place.

Le transfert des eaux usées sera recherché en priorité. On envisagera un traitement sur place, seulement dans le cas où les effluents ne peuvent pas être transférés à l'aval. Il ne sera réalisé que si le site répond, au point de vue géologique à des conditions strictes explicitées au chapitre III-2-2-2.

En cas de création de nouveaux centres touristiques il sera indispensable de définir clairement les objectifs de qualité à atteindre et les risques sanitaires induits par les premières pollutions émises à l'amont d'un bassin versant. Ce projet de création pourra être remis en cause si les objectifs imposés par l'environnement ne sont techniquement pas réalisables.

III - 2 - 2 - 1 TRAITEMENT DIFFERE A L'AVAL

TRANSPORT PAR COLLECTEUR

Le transfert des eaux usées d'un site touristique isolé par collecteur vers une station d'épuration centralisée ou simplement vers un endroit plus favorable est souvent la solution la plus appropriée. Ces travaux menés de front avec d'autres équipements, tels que l'apport d'énergie électrique, peuvent pourtant présenter des risques de développement non maîtrisables de l'activité touristique.

Apparemment simple, cette solution est souvent techniquement difficile à cause du terrain accidenté, des conditions extrêmes de climat et des difficultés d'accès. Les matériaux doivent être résistants à la tension, les raccords étanches de même que les regards de ventilation. Même si ces conditions sont techniquement réalisables, elles conduisent à proposer un équipement très coûteux.

La mise hors gel du réseau n'est pas toujours possible. Il existe quelques techniques spécifiques qui permettent de pallier parfois ce problème :

- utilisation d'un réservoir de stockage avec envoi contrôlé des eaux usées par à-coups,
- pose des tuyaux thermiquement isolés dès leur fabrication,
- introduction de fils chauffants,
- ventilation d'air chaud,
- envois par chasse, d'eau chaude ou de vapeur d'eau.

L'utilisation de bassin de stockage et d'envoi d'eaux usées par à-coups prévient, dans un réseau gravitaire, tout dépôt de sables et d'autres matériaux.

Les systèmes gravitaires sont à utiliser de préférence, mais le recours à un système de pompage n'est pas forcément à écarter. L'utilisation de réseau sous pression peut être aussi considérée comme une alternative intéressante pour le transport des eaux usées.

TRANSPORT PAR VEHICULE

Le transport des eaux usées par véhicule est à préconiser pour les sites isolés mais implantés sur un terrain peu accidenté.

Dans des situations extrêmes (par exemple vidange d'une fosse septique ou d'une fosse étanche installée en haut d'un télésiège) même les hélicoptères ou les téléphériques assurent le transport des eaux usées ou des boues résultant d'une décantation préliminaire.

Cette solution engendre une grande manutention des eaux usées et ne doit être adoptée que lorsque les risques sanitaires sont réduits au minimum. Assurer le transport par véhicule des eaux usées conduit à avoir des systèmes de collecte parfaitement conçus.

L'ensemble collecte et transport doit bien sûr être très organisé.

Les eaux usées transportées sont le plus souvent déversées à l'amont d'un prétraitement, dans une station d'épuration dont le dimensionnement doit avoir intégré ces apports supplémentaires. Le véhicule peut aussi évacuer son chargement dans un collecteur, facile d'accès, et plus proche que la station d'épuration.

III - 2 - 2 - 2 TRAITEMENT SUR PLACE.

Dans le cas d'un traitement sur place, des mesures tant administratives que techniques seront utilisées pour réduire au maximum la consommation d'eau.

Pour ces collectivités isolées, il est indispensable que les techniques d'épuration soient simples puisque les stations sont généralement exploitées par un personnel n'ayant pas de formation spécialisée en épuration (gardien de refuge par exemple).

Dans le cas des collectivités bénéficiant d'un niveau de standing élevé, l'implantation des procédés conventionnels est aussi à envisager.

La description par type des collectivités isolées (peu d'électricité, conditions rudimentaires d'équipement parfois) souligne la nécessité d'utiliser des procédés rustiques.

LES PROCEDES CONVENTIONNELS

Ce sont des procédés biologiques de type cultures fixées ou libres déjà évoqués dans le chapitre III - 1 :

- les lits bactériens,
- les disques biologiques,
- les boues activées.

LES PROCEDES RUSTIQUES

Les technologies offertes sont peu nombreuses. Elles se caractérisent par un fonctionnement possible sans apport d'énergie extérieure.

Elles ne sont qu'au nombre de quatre et sont des procédés biologiques de type cultures fixées.

En vue de leur filtration et d'une dégradation de la matière organique par les microorganismes fixées, les eaux usées prétraitées sont envoyées sur :

- un support en place (épandage),
- ou un support rapporté (lit d'infiltration).

Si le support est planté de végétaux aquatiques, la filière s'appelle des filtres plantés de roseaux. Le quatrième procédé est la technique lit bactérien déjà décrite précédemment au chapitre III-1. Avec l'utilisation d'un réservoir de chasse, il est possible de bénéficier d'un écoulement gravitaire tout au long du traitement et de ne pas faire appel à une source d'énergie extérieure.

En zone de montagne, il est rare que le sol en place présente des caractéristiques indispensables au bon fonctionnement d'un épandage. Généralement la hauteur de matériau perméable est le premier facteur limitant. On est donc le plus souvent conduit à rapporter du sable ou du gravier afin de créer un massif filtrant sur une hauteur minimale de 40 cm.

Le maintien du filtre dans des conditions d'aérobiose est le facteur indispensable pour obtenir un bon fonctionnement du filtre.

On obtient une bonne aération du substrat par divers moyens :

- envoi des eaux usées par chasse,
- utilisation de plusieurs plateaux permettant de ménager des temps de repos nécessaires à la réoxygénation.

Avant leur envoi sur ces filtres, les eaux usées doivent être prétraitées afin de limiter au mieux les risques de colmatage (fosse septique ou décanteur digesteur). On veillera à ce que ces ouvrages puissent être vidangés facilement, par système gravitaire, et donc si possible sans pompage.

En cas d'utilisation de filtres plantés de roseaux, le prétraitement ne s'avère plus indispensable. Des essais en altitude d'un tel procédé sont actuellement menés en Allemagne et en Autriche.

Bien qu'un traitement biologique le plus complet possible soit à rechercher en priorité, les conditions locales sont telles que son implantation n'est pas toujours techniquement réalisable ou fonctionnelle. Dans quelques cas très précis, on ne pourra prévoir qu'un traitement mécanique rudimentaire des eaux vannes.

TRAITEMENT DES EAUX VANNES

La solution de traitement sur place des eaux vannes seules ne sera retenue que si l'ensemble des quatre conditions suivantes est réuni :

- faible quantité d'eau à traiter,
- très grande difficulté d'accès et peu d'énergie disponible,
- contexte hydrogéologique favorable,
- contamination tolérable d'un aquifère sans contamination de l'eau destinée à la consommation humaine (présence non détectable de coliformes fécaux).

Si l'une de ces conditions vient à manquer, il est indispensable de prévoir un complément de traitement de type biologique ou d'envisager un traitement différé.

Les traitements mécaniques des eaux usées dont les descriptions suivent s'adressent aux situations du genre refuge simple (types A et B), le cas de l'immeuble isolé (type E) pourra parfois y être intégré .

Les plus grands risques sanitaires sont induits par les eaux issues des WC et les germes transportés essentiellement par les matières fécales.

Quelques technologies s'adressent spécifiquement aux eaux vannes et permettent de localiser les matières fécales. Les procédés évoqués par la suite assurent essentiellement un traitement mécanique des eaux c'est-à-dire qu'ils retiendront une bonne part des matières décantables ou en suspension. Les matières dissoutes ne sont généralement pas transformées. Seul un traitement biologique complémentaire pourrait pallier les inconvénients induits par la nature même du rejet.

- fosse étanche (CLUB ALPIN SUISSE, 1987) elle est constituée d'un simple trou. Les déchets ne se transportent pas. Lorsque la fosse est pleine, on la recouvre avec des matériaux localement disponibles. On aménage par la suite une autre fosse. Cette technique associée bien sûr aux toilettes sèches est la plus rudimentaire qui soit.

- fosse étanche vidangeable (CLUB ALPIN SUISSE, 1987) : Comme précédemment, cette fosse constitue un volume de stockage pour les matières fécales et éventuellement quelques déchets domestiques. La fosse ne résout pas les problèmes d'épuration. Elle n'est valable que si son contenu peut être évacué sans dommage pour l'environnement vers une station d'épuration conçue pour recevoir de telles matières.

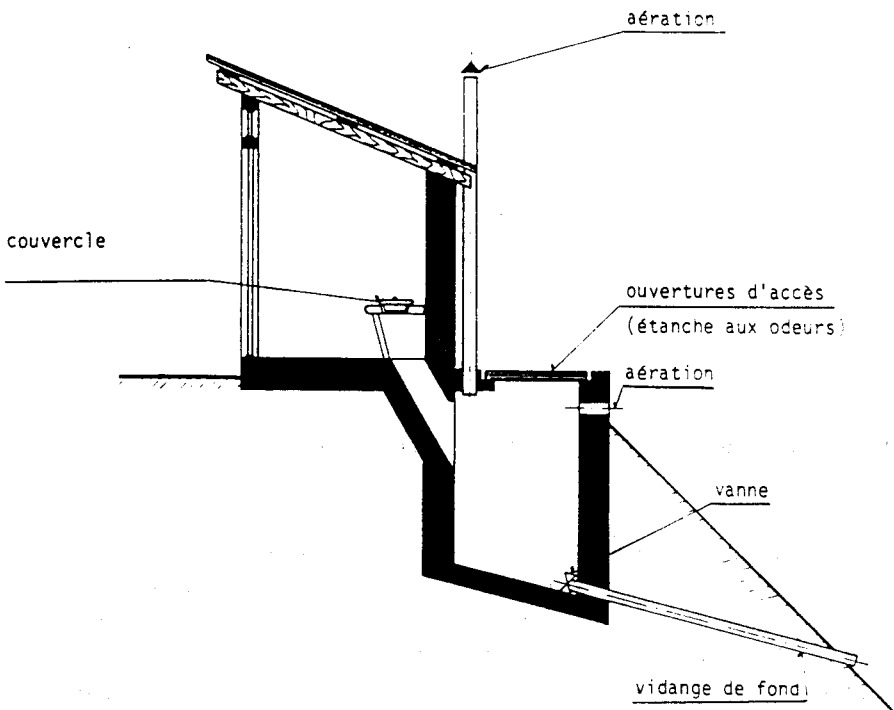


Figure N° 17 : Fosse étanche vidangeable (d'après CLUB ALPIN SUISSE, 1987)

- fosse à compostage (CLUB ALPIN SUISSE, 1987). Cette technique transforme en compost ou en matériau humique les matières fécales et les déchets de cuisine. La couche de tourbe retient les urines, la couche de paille active les réactions de décomposition. L'utilisation de panneaux solaires permet de maintenir la température à un niveau optimisé. On veillera à ce que l'ensemble soit bien ventilé pour limiter les problèmes d'odeur. Lorsque le compost arrive à maturité, après plusieurs années, il peut être épandu localement.

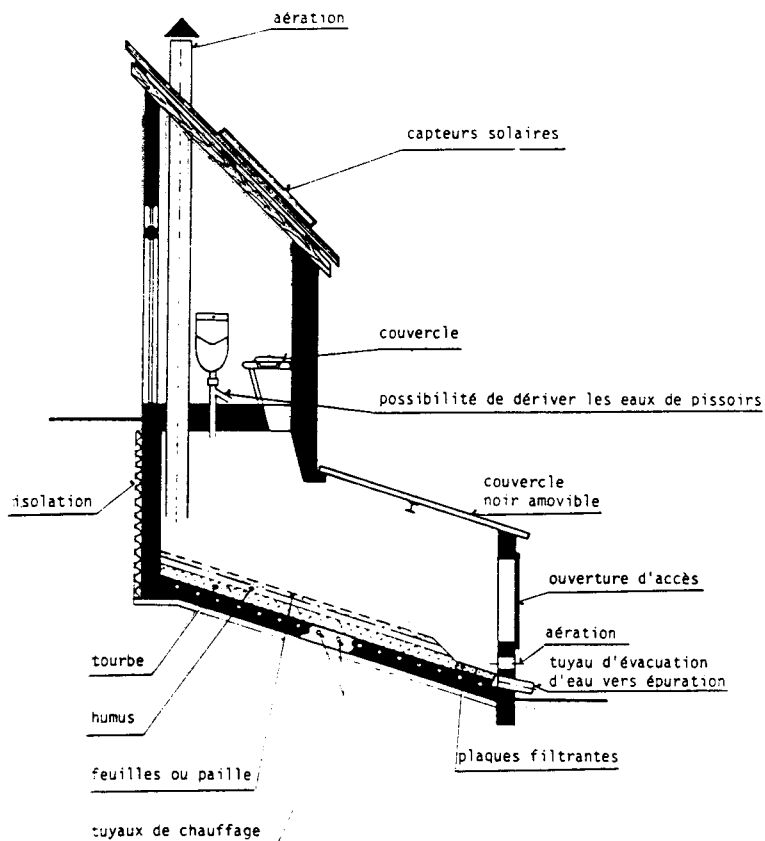


Figure N° 18 : Fosse à compostage (d'après CLUB ALPIN SUISSE, 1987)

- sacs filtrants (INGERLE K., 1986) : Le principe consiste à recueillir les matières fécales dans des sacs filtrants en géotextile. Le taux de réduction des matières en suspension est très élevé. Après séchage à l'air, les sacs filtrants peuvent être évacués en plaine. L'inconvénient de cette technique repose sur la manutention de sacs qui soulève des problèmes d'hygiène non négligeables.

- décanteur - digesteur (CLUB ALPIN SUISSE, 1987) : L'intérêt de ce procédé réside dans le fait qu'il peut recevoir toutes les eaux usées et non seulement des eaux vannes.

Les fonctions de décantation et de digestion des boues sont séparées; la partie de digestion des boues est située sous le compartiment de décantation. Les deux ouvrages se dimensionnent donc séparément.

Si les eaux usées ne sont traitées que par cette technique, le compartiment de décantation sera dimensionné pour retenir 75 % des matières décantables et des matières flottantes. Quant à la partie digestion, elle sera conçue pour n'être vidangée qu'une fois par an. On retiendra un volume minimum de 1 m^3 ou un dimensionnement de 100 à 200 l/ég.hab.



IV LE TRAITEMENT DES BOUES ET DES SOUS - PRODUITS

Jusqu'à présent, l'accent a été mis, par les concepteurs de stations d'épuration, sur la filière de traitement des eaux. Cependant, la filière de traitement des boues apparaît tout aussi primordiale.

Pour protéger l'environnement il ne suffit pas de fournir un effluent d'une qualité compatible avec les objectifs fixés, il est indispensable que l'ensemble des sous-produits issus du traitement des eaux usées soient gérés et évacués correctement afin qu'ils ne provoquent pas de nuisances dans un autre contexte.

Ce chapitre est entièrement consacré aux problèmes du traitement des boues.

Après la description des diverses natures de boues et des sous-produits sont présentés leurs devenir. Dans un troisième paragraphe, sont détaillées les techniques permettant d'atteindre les objectifs imposés par la destination finale choisie des boues et des sous-produits.

IV - 1 NATURE DES BOUES ET DES SOUS-PRODUITS

La filière de traitement des boues est influencée par leur origine qui varie selon le mode de traitement des effluents. Ceci a des conséquences sur l'aptitude de ces boues à la déshydratation ainsi que sur les quantités produites.

Ainsi, en zone de montagne, on rencontre trois grands types de boues :

IV - 1 - 1 BOUES PHYSICO-CHIMIQUES

Ces boues sont fréquemment rencontrées. Elles correspondent à un mélange de matières polluantes organiques et minérales brutes piégées par la station d'épuration et de la majeure partie des réactifs ayant servi à cette opération.

Leur teneur initiale en matière sèche, avant tout traitement spécifique, est en général de l'ordre de 15 à 20 g/l dans le décanteur et de 40 g/l maximum après épaissement gravitaire.

Les quantités produites sont de l'ordre de 70 à 90 g MS/éq.hab.j.

IV - 1 - 2 BOUES BIOLOGIQUES

Elles peuvent être de deux types :

- primaires : si elles sont extraites du décanteur primaire ou du décanteur-digesteur,
- secondaires : si elles sont extraites d'un traitement secondaire. Elles correspondent dans ce dernier cas à un excès de micro-organismes qui se sont développés lors de l'élimination de la charge polluante.

Ces boues sont souvent un mélange de deux types décrits ci-dessus dans des proportions variables.

Les quantités produites sont de l'ordre de 50 g MS/éq.hab.j. soit environ deux fois moins que pour les boues physico-chimiques.

IV - 1 - 3 BOUES MIXTES

On les rencontre lorsque la filière de traitement des eaux associe deux traitements, l'un physico-chimique et l'autre biologique, en parallèle ou en série, avec un fonctionnement modulé en fonction des pointes touristiques.

Lorsque les deux procédés sont en fonctionnement, les boues biologiques en excès sont envoyées en tête de la filière physico-chimique dans le coagulateur ce qui permet d'homogénéiser les boues en vue du traitement ultérieur.

Ainsi d'une manière générale, les boues produites sont liquides. Elles ne sont pas ou peu stabilisées. Pour éviter les nuisances olfactives, les boues, aussi bien physico-chimiques que biologiques, doivent être stabilisées.

IV - 1 - 4 SOUS-PRODUITS

REFUS DE DEGRILLEUR

Les dégrilleurs retiennent les matières grossières et les objets plus ou moins volumineux transitant dans le réseau. Les refus sont recueillis et généralement intégrés dans le circuit de traitement des ordures ménagères.

Pour certains procédés, essentiellement la filière physico-chimique, le volume des refus a tendance à augmenter du fait d'une largeur d'entrefers de plus en plus fine. Les refus sont alors très humides, fortement organiques et donc fermentescibles. Très fréquemment, ils ne sont plus admis par les services de ramassage d'ordures ménagères. Un traitement particulier préalable s'impose. Ces sous-produits peuvent être compactés et chaulés en attente de leur introduction dans le circuit de traitement des déchets.

REFUS DE DEGRAISSEUR

En zones touristiques de montagne, la quantité de graisses émises n'est pas négligeable. Il convient de limiter au maximum l'introduction de ces graisses dans le réseau et d'insister auprès des particuliers (surtout les restaurateurs) pour qu'ils entretiennent sérieusement les pièges à graisse ou tout ouvrage permettant de retenir ces éléments à la source.

Les graisses retenues à l'amont d'une station d'épuration devraient être ramassées par un circuit de collecte particulier pour être ensuite traitées par une station équipée d'un bac tampon destiné à recevoir les matières de vidange.

On peut envisager à terme, de créer des stations d'épuration dimensionnées essentiellement en vue de traiter ces refus spécifiques. Diverses solutions sont en cours d'étude ou de mise au point :

- système biologique proche d'une boue activée,
- traitement par voie physique.

REFUS DE DESSABLEUR

En cas d'ouvrage simple, non combiné au dégraisseur, la gestion du dessableur ne pose pas de problème particulier. Bien dimensionnées ces structures ne retiennent que des particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s, caractéristique principale des sables. Les sables seront envoyés sur une aire de stockage puis évacués ou épandus sans transformation complémentaire.

Si la rétention des sables et des graisses s'effectue dans le même ouvrage, les matières piégées dans la partie dessableur seront à la fois minérales et organiques. Pour utiliser sans nuisances les sables il est indispensable de les laver et de séparer correctement huile et sable. Cela est possible en cas de dégraisseur aéré.

En cas de dégraisseur statique, graisses et sables doivent être collectés par un circuit particulier et traités comme les refus de dégrilleur. Ils sont donc chaulés puis introduits dans le circuit de traitement des déchets solides.

MATIERES DE VIDANGE

Dans le cas particulier du traitement des eaux usées en zone touristique de montagne, les seules matières de vidange évoquées sont, excepté les sous-produits mentionnés plus haut, les boues issues de fosses septiques, ou de fosses étanches vidangeables. Les ouvrages, utilisés en cas d'habitat isolé (voir chapitre III - 2), sont à vidanger une fois par an, peu de temps avant la reprise des activités touristiques en cas de fonctionnement saisonnier.

Ces boues ont généralement subi une transformation de type stabilisation anaérobie.

IV - 2 UN PROBLEME CRUCIAL EN MONTAGNE : LE DEVENIR DES BOUES

Le devenir des boues de stations d'épuration en zone de montagne est un problème difficile à résoudre pour les raisons évoquées au chapitre I (climat, relief, production de boues intermittente,...).

Il existe deux solutions bien distinctes :

- La valorisation.
- L'élimination,

La notion de valorisation pourra être perçue sous deux aspects. La première possibilité consiste à fournir aux sous-produits une valeur ajoutée et donc à les vendre sur un marché défini. C'est le cas de la valorisation sur des sols, l'usage de ces sols étant assez varié : sol à vocation agricole, alpage ou pistes de skis; ce peut être aussi le cas du compostage. Une étude de marché préalable en vue de définir des débouchés possibles s'impose avant toute prise de décisions à caractère technique. La viabilité économique d'un tel projet est indispensable.

La valorisation peut engendrer des économies énergétiques que sont susceptibles d'induire certaines filières telles que les digesteurs anaérobies. La production de gaz est parfois suffisante pour maintenir le digesteur en condition d'autonomie énergétique. Ce deuxième point sera abordé dans le chapitre IV - 3 - 3 - 1 consacré à la stabilisation.

IV - 2 - 1 VALORISATION

Les boues peuvent, en montagne comme en plaine, être employées à des fins de valorisation agricole.

De nouvelles voies de valorisation des boues, spécifiques à la montagne, sont aussi actuellement en cours de développement :

- fertilisation des alpages,
- valorisation sur pistes de ski (reconstitution de sol, reverdissement,...).

Quelle que soit la filière de valorisation retenue, le site d'accueil devra répondre aux critères physiques, géologiques et hydrogéologiques qui permettront d'exclure tous risques de contamination sanitaire. Par ailleurs, le sol devra être capable d'absorber ces amendements de type organique. On établira donc un plan d'épandage qui comprendra une cartographie des zones d'épandage possible ainsi que les doses d'apport maximales en fonction des cultures. Le suivi agronomique contribuera à définir une utilisation rationnelle des boues dans le temps (bilan en nutriments, période d'épandage, fréquence, ...).

IV - 2 - 1 - 1 VALORISATION AGRICOLE

Cette solution étant techniquement la plus simple, elle doit être recherchée prioritairement dans tous les cas.

Le transport des boues en plaine est possible. Les boues sont alors utilisées pour de grandes cultures.

CONSEQUENCE SUR LES BOUES :

Les boues sous toutes leurs formes, liquides à solides, peuvent être, après stabilisation, valorisées en agriculture. Néanmoins, l'emploi de boues pâteuses, difficiles à manutentionner, devra être évité tandis que les boues liquides, de préférence épaissies, seront prioritairement affectées aux terrains les plus proches de la station d'épuration, pour limiter le coût du transport, et aux surfaces les plus planes pour réduire les problèmes d'entraînement liés à une pente excessive.

IV - 2 - 1 - 2 VALORISATION SUR LES ALPAGES

L'utilisation de boues pour la valorisation des alpages, requiert les mêmes pratiques que pour les terrains agricoles. Par contre, ces terrains étant souvent très éloignés de la station d'épuration, une déshydratation mécanique poussée est indispensable afin de limiter le volume à transporter et donc les coûts de transport.

Les boues chaulées seront particulièrement attractives sur les alpages décalcifiés.

IV - 2 - 1 - 3 VALORISATION SUR PISTES DE SKI

C'est la principale voie à prospecter pour permettre une évacuation et une valorisation satisfaisantes des boues en zones montagneuses. (En France par exemple, le domaine skiable recouvre 1 200 km²). Le domaine skiable subit chaque année pour partie un remaniement important (création de pistes, élargissements, réaménagements...) qui entraîne les inconvénients suivants :

- érosions liées à la nature escarpée des terrains,
- problèmes techniques : accrochage de la première neige difficile, usure plus rapide des matériels chenillés sur terrains nus...,
- problème esthétique : gêne pour le tourisme estival actuellement en plein essor.

L'utilisation de boues de stations d'épuration sur pistes de ski sous différentes formes permet de résoudre techniquement ces diverses gênes.

Deux pratiques sont actuellement mises en oeuvre :

- la reconstitution de sol,
- l'entretien et l'amélioration de sol.

RECONSTITUTION DE SOL :

Sur des pistes de ski fortement remaniées, il est souvent nécessaire d'apporter un substrat riche en matière organique en reconstitution de sol pour permettre la réimplantation de la végétation.

Certaines qualités sont indispensables pour que ce substrat réponde aux exigences doubles des agronomes et des aménageurs :

- Sa matière organique doit être stable dans le temps afin d'éviter les odeurs et afin de posséder une bonne capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs,
- Sa qualité doit être constante pour faciliter son emploi,
- Il doit être le plus sec possible et de mise en oeuvre facile : un produit "pulvérulent" est recherché,
- Il doit pouvoir s'accrocher sur les pentes pour ne pas être entraîné lors de gros orages : un produit de granulométrie grossière est parfois recherché,
- Il ne doit pas avoir d'impact négatif sur l'environnement (relargage d'éléments traces et biogènes).

Ces qualités requises influencent le choix de la forme à donner aux boues (voir chapitre IV.3).

En reconstitution de sol, l'utilisation des boues consiste en un épandage et un semis hors période estivale sur ces boues (avec un éventuel paillage de couverture). Cette pratique permet, en conditions montagnardes, à des végétaux adaptés de se développer et à la végétation autochtone de prendre progressivement le relais.

Les terrains ainsi reconstitués présentent un taux de couverture excellent dès la première année et durable sur plusieurs années. Cette technique permet ainsi de traiter des surfaces en une seule fois sans avoir à repasser les années suivantes.

Les doses à appliquer en reconstitution de sol sont actuellement comprises entre 100 et 150 t de matière sèche/ha. Il faut une épaisseur de 3 à 6 cm pour permettre aux racines de bien accrocher le produit au sol existant.

Toutefois, les doses très importantes utilisées (100 à 150 t de MS/ha) nécessitent que soient pris en considération les risques de transfert par lessivage des principaux éléments contenus dans les boues (essentiellement N, P et certains éléments traces) et que soit établi un plan d'épandage. En France, la législation (norme NFU 44 041) n'autorise qu'un apport de 30 t de MS/ha sur 10 ans.

ENTRETIEN ET AMELIORATION DES SOLS

Cette solution récente consiste à épandre des boues en doses plus faibles (20-50 t MS/ha) sur des terrains n'ayant pas encore reçu de boues. Cette pratique est voisine de la fertilisation des alpages. Le reverdissement des pistes de ski est pratiqué de longue date à l'aide d'une technique éprouvée : le semis hydraulique (ou hydroseeding) qui consiste en la projection sur les terrains d'un mélange constitué d'eau, de graines et d'engrais minéraux (DINGER, 1985).

L'épandage peut être réalisé dans les deux cas (reconstitution et entretien de sols) avec des engins agricoles adaptés à la montagne (4 X 4, tracteurs et éventuellement d'autres matériels plus spécifiques).

Ces deux pratiques décrites ci-dessus ne sont pas concurrentes mais plutôt complémentaires :

La reconstitution des sols paraît réservée à des terrains exposés ou difficiles à reverdir et qui exigent une revégétalisation durable dans le temps.

L'entretien sera, quant à lui, réservé aux terrains moins exposés que l'on veut néanmoins reverdir et éventuellement à des terrains uniquement accessibles par le canon asperseur.

Le coût du mètre carré reverdi en reconstitution de sol est compris entre 4 et 10 F/m², un repassage les années suivantes n'étant pas nécessaire. L'hydroseeding revient à 2 F/m² mais nécessite, a contrario, de repasser plusieurs fois pendant les années suivantes.

CONSEQUENCES SUR LES BOUES :

En valorisation sur pistes de ski, il faut donc éviter d'employer des boues liquides (difficultés de transport) ou pâteuses (difficultés de manutention) et non stabilisées (boues peu attractives car odorantes). Il faut donc obtenir des boues aussi sèches que possible et fournir des produits stabilisés et élaborés pour les rendre d'un emploi agréable et facile.

IV - 2 - 1 - 4 AUTRES DEBOUCHES

Si cette valorisation sur place n'est pas possible, les boues moyennant une transformation "poussée" (compostage) pourront être exportées sous forme de produits finis vers d'autres régions où elles pourront être utilisées. Elles seront exportées d'autant plus facilement qu'elles auront subi une transformation assurant une bonne qualité constante au produit. Ces opérations ne sont pas forcément financièrement rentables. En effet, ces boues transformées sont parfois en concurrence directe avec des boues produites et transformées sur des lieux plus proches.

En zone de montagne, une telle valorisation sera peu pratiquée. En effet, souvent les boues viennent concurrencer les déjections animales qui sont, dans la mesure du possible, épandues localement. Par ailleurs, la topographie généralement mouvementée des zones de montagne réduit les surfaces d'accueil possibles pour ces sous-produits.

La valorisation, solution à rechercher en priorité, ne demeurera, dans la majorité des cas qu'une solution partielle au devenir des sous-produits. Il faudra conjointement recourir à l'élimination.

IV - 2 - 2 ELIMINATION

Pour éliminer des boues de stations d'épuration, deux options sont possibles, l'une en opérant leur mise en décharge, l'autre en les incinérant.

IV - 2 - 2 - 1 MISE EN DECHARGE

Dans tous les cas, la mise en décharge des boues seules n'est pas une solution satisfaisante du fait des problèmes de gestion et du manque de sites susceptibles d'accueillir ces décharges. Ainsi, en montagne, seule la mise en décharge avec des ordures ménagères est envisageable.

Les décharges à flanc de montagne, bien que déconseillées ou même interdites, sont assez fréquentes dans ces zones, car elles restent encore trop souvent la seule possibilité d'élimination des déchets.

Les décharges contrôlées telles que celles rencontrées en fond de vallée sont techniquement réalisables en montagne mais le ratio de population équivalente desservie de 1 éq.hab. boue pour 1 éq.hab. ordures ménagères fréquemment rencontré en montagne implique une mise en oeuvre très précise et une gestion très stricte, qui ne sont en pratique que difficilement applicables.

Des techniques d'incorporation particulières doivent être mises en oeuvre.

CONSEQUENCES SUR LES BOUES :

- siccité des boues > 40 % pour rendre la décharge gérable* ,
- des ratios de mélange rigoureux sont à respecter :
 - . en poids, 1 boue pour 5 O.M.,
 - . en volume, 1 boue pour 10 O.M..

Ainsi, cette filière d'élimination des boues est condamnée à brève échéance du fait du manque de sites susceptibles de recevoir ces décharges, de son impact sur l'environnement et du coût qu'engendrerait une incorporation techniquement satisfaisante des boues aux ordures ménagères.

IV - 2 - 2 - 2 INCINERATION

Seule la technique d'incinération des boues conjointement avec des ordures ménagères sera abordée ici. En effet, en zone de montagne, l'incinération des boues seules est exclue car cette solution est, pour des raisons économiques, réservée à des collectivités de grande capacité (> 300 000 éq.hab.) et requiert de plus un fonctionnement continu (et par conséquent une production ininterrompue de boues) pour pouvoir donner satisfaction.

Les techniques les plus performantes permettent l'incinération d'une quantité de boues aussi importante que celle des ordures ménagères (exprimée en terme d'équivalent habitants). Ces solutions assez coûteuses sont réservées à des capacités d'installation importantes (50 000 à 100 000 éq.hab. en pointe). Elles nécessitent, dans le cas de la montagne, un regroupement de plusieurs collectivités sur un même site. Cette pratique pourrait connaître un certain développement dans l'avenir.

* En France, la directive interministérielle du 11 mars 1987 sur la mise en décharge des boues de stations d'épuration n'impose qu'une siccité minimale de 30 % ce qui, en zone de montagne et pour la raison indiquée plus haut, est souvent insuffisant.

Une des techniques les plus satisfaisantes consiste à brûler séparément les ordures ménagères dans un incinérateur et les boues dans un autre ouvrage alimenté par l'air chaud issu de l'incinérateur.

On peut également envisager de sécher les boues avec l'air chaud de l'incinérateur et ensuite de les brûler en mélange avec les ordures ménagères.

Un procédé moins coûteux en investissement consiste à réaliser l'incinération conjointe des boues avec les ordures ménagères dans un même four. Néanmoins, dans ce cas là, les conditions techniques imposent des proportions strictes du mélange boues ordures ménagères :

- 1 tonne d'ordures ménagères à 50 - 60 % de MS mélangée à 200 kg de boues à 20 % de MS (COILLARD J. et COLL, 1988). Pour une population donnée cela correspond à incinérer intégralement les ordures et seulement la moitié, voire les deux tiers des boues.

Ce procédé n'entraîne qu'un surcoût d'investissement relativement faible pour la partie incinération des boues (de l'ordre de 10 % par rapport au coût de l'incinérateur des ordures ménagères). Cette pratique ne constitue pourtant qu'une solution partielle au problème des boues.

CONSEQUENCES SUR LES BOUES :

Pour des raisons de bilan thermique, l'incinération des boues nécessite de disposer de boues les plus sèches possibles. La siccité des boues incinérées est généralement comprise entre 10 et 30 % de matière sèche environ. Mais il faut signaler que lorsque celle-ci est supérieure à 20 % MS, la pulvérisation des boues en vue de l'incinération est rendue problématique. En pratique, on pourra se contenter d'une siccité de 10 % MS pour les boues en utilisant les techniques d'incinération les plus performantes et rester au-dessous de 20 % MS dans le cas où la pulvérisation est envisagée.

Par ailleurs, de telles réalisations, de par leur impact sur l'environnement (risque de pollution de l'air, nuisances olfactives et visuelles, ...) peuvent être mal perçues en zone touristique de montagne.

Pour l'incinération, il convient de bien concevoir la chaîne de manutention des boues depuis la station jusqu'à l'incinérateur compte tenu des conditions climatiques propres à la montagne.

De plus on remarquera que cette voie d'élimination ne se suffit pas à elle-même puisqu'elle nécessite en complément une mise en décharge, quelquefois en période creuse, des boues et ordures ménagères elles-mêmes mais aussi des résidus de l'incinération c'est-à-dire des cendres, des scories et des boues de lavage des fumées. Les rejets atmosphériques et l'ensemble des résidus sont réglementés au niveau européen par la Directive sur les déchets municipaux du 21 juin 1989. Cette directive impose des normes très strictes pour les rejets dans l'atmosphère. Elle impose également un traitement spécifique aux sous-produits qui, généralement, ne peut se faire sur place. L'incidence financière du transport vers un centre approprié est importante, évaluée à 30 à 50 FF/t d'ordures ménagères entrant dans l'incinérateur.

IV - 3 FILIERES DE TRAITEMENT DES BOUES

Compte tenu des débouchés possibles et des contraintes liées à la montagne, l'objectif le plus fréquent est de produire des boues les plus sèches possibles. Un recours à un système d'épaississement et de déshydratation des boues de station d'épuration apparaît obligatoire. Il faudra dans la majorité des cas avoir recours à des systèmes de "stabilisation" afin de limiter les évolutions chimiques ou biologiques des boues s'accompagnant de nuisances.

IV - 3 - 1 EPAISSISSEMENT

Dès que la collectivité dépasse quelques milliers d'équivalent habitants, la filière de traitement des boues débute par un épaisseur.

L'ouvrage dimensionné comme en plaine, permet d'enlever par gravité 50 % de l'eau interstitielle des boues. Il y a lieu de rappeler que cette structure n'a pas fonction de stockage, et que le temps de séjour des boues doit être bref et ne pas dépasser 2 à 3 jours.

Les stations d'épuration de taille modeste (MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET, 1990) peuvent avoir recours à des dispositifs d'épaississement autres que gravitaires afin d'obtenir en une seule opération un produit déshydraté.

GRILLE D'EGOUTTAGE ET TAMBOUR D'EGOUTTAGE :

Ils permettent d'épaissir mécaniquement les boues préalablement floculées à l'aide de polyélectrolytes (Dose : 3 à 5 kg/T de MS). La siccité obtenue varie de 6 à 8 % de MS.

TABLES D'EGOUTTAGE :

D'un principe proche des grilles d'égouttage, une amélioration de la siccité est obtenue grâce à des dispositifs de pressage (rouleaux presseurs) qui agissent après égouttage. La siccité obtenue s'approche alors d'environ 10 % de MS.

IV - 3 - 2 DESHYDRATATION

L'aptitude à la déshydratation mécanique des boues suit un gradient de facilité croissant allant des boues des boues d'aération prolongée aux boues mixtes, puis aux boues physico-chimiques puis aux boues primaires. La déshydratation, si elle permet un gain important en siccité, provoque, par contre, une perte en certains éléments dissous fertilisants (azote ammoniacal, potasse ...).

En fonction de l'intensité du système de déshydratation choisi, les boues passeront du stade liquide vers un stade pâteux ou plastique puis au stade solide. Par exemple, la normalisation française définit ainsi ces divers états :

- une boue liquide est une boue qui peut s'écouler sous l'influence de la gravité;
- une boue pâteuse est une boue ni liquide ni solide ayant une siccité comprise entre 10 et 30 %;
- une boue solide est une boue qui mise en tas de 1 m de hauteur environ forme un talus naturel qui fait avec le sol un angle supérieur à 45° (siccité > 25 à 30 %);
- une boue sèche est une boue ayant une teneur minimale de 90 % de matière sèche (siccité > 90 %).

Quel que soit le type de boues, on peut utiliser les techniques suivantes, présentées par ordre de performance croissante mais aussi de coût croissant à l'investissement.

BENNES FILTRANTES : Ce procédé rustique qui apparaît quelque peu démodé et supplanté actuellement par les dispositifs d'égouttage cités plus haut, permet d'obtenir des siccités un peu plus élevées jusqu'à 12 % de MS. Les produits de ces opérations d'égouttage doivent pourtant rester liquides : 10 % de MS correspondant à la limite de pompabilité.

Lorsque les bennes sont entreposées à l'extérieur, les toiles peuvent se déchirer sous l'action du gel ou du soleil. Cet inconvénient peut être pallié par l'emploi de tôles perforées inox en remplacement des toiles.

Les bennes sont à vider régulièrement.

L'intérêt de la filière consiste à pouvoir transporter facilement des boues directement à partir de la benne sur un lieu d'élimination sans stockage intermédiaire. On veillera à ce que ces bennes soient équipées d'un couvercle étanche pour éviter les pertes pendant le transport.

Pour les stations d'épuration de petite taille, il n'est guère possible d'envisager des techniques de déshydratation mécanique plus performantes, leur coût se révélant prohibitif pour de si petites collectivités.

FILTRES A BANDE : ils sont également envisageables (siccité obtenue de 12 à 15 % MS d'où des gains en volume). Mais l'on obtient des boues pâteuses d'emploi difficile et de manutention mal aisée.

DECANTEUSES CENTRIFUGEUSES à axe horizontal connues aussi sous le terme de centrifugeuses : la siccité varie également avec le type de boues traitées. Elle est de l'ordre de 15 à 20 % pour des boues biologiques et 20 % pour des boues physico-chimiques.

FILTRES A BANDE AVEC ZONE DE HAUTE PRESSION. La siccité obtenue dépend du type de boues traitées. Les boues physico-chimiques présenteraient une siccité supérieure à 20 %; les boues biologiques se déshydrateraient un peu moins bien. La siccité risque d'être inférieure à 20 % dans bien des cas.

Les trois dernières technologies citées sont très utilisées en zone de montagne car la taille des collectivités à assainir correspond à leur domaine d'application privilégié. (MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET, 1990).

FILTRES-PRESSES. Leur utilisation réservée aux plus grosses stations, du fait de leur coût d'investissement, peut permettre d'atteindre des siccités de l'ordre de 40 %. Leur fonctionnement est très coûteux en main-d'oeuvre à cause de leur mode de fonctionnement discontinu (débatissage).

IV - 3 - 3 STABILISATION

Cette phase peut être appliquée à un produit liquide, simplement épaissi, ou à un produit pâteux, ayant subi une déshydratation préalable.

IV - 3 - 3 - 1 STABILISATION DES BOUES LIQUIDES

La stabilisation par voie aérobie est connue pour les boues liquides biologiques et pourrait éventuellement s'appliquer aux boues physico-chimiques.

La technique de stabilisation biologique aérobie thermophile, qui assurerait également une certaine "pasteurisation" des boues liquides, a déjà reçu de nombreuses applications en Suisse sur des boues biologiques.

La stabilisation anaérobie peut être envisagée pour les boues biologiques. Cette stabilisation en digesteurs chauffés et brassés n'est pas encore pratiquée en France en zone de montagne. Par contre de nombreux exemples existent en Suisse. Dans le cas de collectivités isolées, se produit une stabilisation anaérobie partielle des boues dans les fosses septiques et les décanteurs-digesteurs.

La stabilisation chimique bloque de façon réversible les mécanismes de fermentation. L'apport de chaux sur boues liquides permet d'assurer la phase de déshydratation sans nuisances olfactives mais nécessite une évacuation rapide des produits temporairement stabilisés, ou un autre type de stabilisation sur le produit déshydraté.

IV - 3 - 3 - 2 STABILISATION DES BOUES DESHYDRATEES

Les modes de stabilisation sont les suivants :

- la congélation,
- la maturation sur aire de stockage,
- les composts rustiques ou, à une échelle plus vaste, industrielle qui transforment les boues en une forme non nuisante et assurent en même temps leur valorisation,
- la stabilisation à la chaux vive.

Les diverses techniques de stabilisation apparaissent par la suite par ordre croissant de complexité et d'adaptation aux collectivités de taille importante.

- la congélation (voir MARKLUND, 1989). Le principe repose sur les modifications de structure induite par le gel. Lorsque l'eau se transforme en cristaux de glace, les impuretés en suspension ou dissoutes sont rejetées et localisées dans des couches adjacentes à celle de l'eau pure gelée. Au moment de la fonte, l'eau s'écoule librement, séparée naturellement de la boue.

L'épaisseur maximum (h en m) de la couche de glace estimée par la même méthode que celle utilisée pour les milieux naturels est fonction du nombre de jours de gel (N) (où la température reste en permanence inférieure à zéro °C) et de la moyenne (q_m) des températures moyennes journalières de ces jours de gel :

$$h = k (N q_m)^{0,5}$$

k étant un coefficient défini expérimentalement

La capacité au dégel est calculée de manière similaire mais on utilise le nombre de jours (N') où la température est toujours supérieure à zéro °C et la moyenne (q_m') des températures moyennes journalières de ces jours.

$$z = k' (N' q_m')^{0,5}$$

En Suède, l'épaisseur h atteint 2 mètres.

D'un point de vue concret, les boues sont épandues sur des lits de type lit de séchage. Afin de limiter la présence de neige, et d'accroître la vitesse de prise en glace, les boues sont envoyées en minces couches de 10 cm environ.

Les performances d'un tel système sont les suivantes : une boue, à l'origine d'une concentration de l'ordre de 10 à 30 mg/l, se déshydrate pour obtenir un degré de siccité de 21 % à 31 %.

Cette technique est encore peu développée; à terme, peut-être viendra-t-elle remplacer la technique de stabilisation par lit de séchage, technique tout à fait inadaptée aux conditions climatiques extrêmes de la montagne.

MATURATION SUR AIRE DE STOCKAGE

Cette pratique consiste à stocker les boues brutes déshydratées (centrifugées par exemple) à proximité de la station d'épuration sur une aire de stockage étudiée au préalable d'un point de vue hydrogéologique. Elle est horizontale et sommairement aménagée avec une couverture d'une couche de 10 - 20 cm de tout venant afin de permettre son drainage.

Les boues disposées en couche mince (50 à 80 cm d'épaisseur) sur l'aire de stockage, subissent une évolution assez rapide, modifiant leur aspect, caractérisée par une perte d'eau qui fait passer la siccité de 20 - 25 % à 40 - 50 % de MS en 1 an ou 1 an et demi.

Cette évolution se fait sans odeur notable sauf parfois dans un périmètre réduit autour du stockage aux premières chaleurs du printemps. Après deux ans dans ces conditions, les boues ainsi maturées se présentent comme un terreau inodore d'aspect brunâtre, facile de mise en oeuvre par les engins courants : chargeur frontal, épandeur à fumier, etc.

Afin de gagner de la place, il est possible, hors période touristique, avec des nuisances réduites, de "resserrer" les tas déjà disposés depuis plus d'une année, en reconstituant une couche plus épaisse. Les boues pourront ainsi profiter d'une aération complémentaire et poursuivre leur évolution. La végétation de l'année, qui s'est développée naturellement sur ces tas, est généralement abondante. Par sa structure pailleuse, lors de son incorporation complète, elle favorise l'aération, apporte du carbone et contribue à fabriquer de "l'humus".

En ce qui concerne la place nécessaire, il faut prévoir, à titre indicatif, une surface de stockage de 3 000 à 4 000 m² pour une station d'épuration d'une capacité de 15 000 éq.hab. en pointe (CEMAGREF, 1990).

COMPOSTAGE

Les boues déshydratées peuvent aussi être stabilisées pour être présentées sous forme d'un produit prêt à l'emploi agréable pour l'utilisateur : le compost.

Le compostage est une décomposition aérobie thermophile des déchets organiques par des populations variées de micro-organismes indigènes sous conditions éventuellement contrôlées. Il conduit à un résidu organique partiellement stabilisé sans odeur et de manutention facile.

Les conditions requises pour le compostage sont :

- Un rapport C/N compris entre 25 et 40. La boue apporte l'azote nécessaire, l'adjonction d'un support carboné corrige le rapport C/N. Pour cette raison, des ratios de mélange doivent dans chaque cas être respectés,
- La porosité conférée par l'apport de substrat carboné doit être de 30 à 40 % minimum,
- L'humidité doit être de 50 à 70 %.

Le support carboné peut être constitué par des sciures, des copeaux de bois, des écorces broyées, ou de la paille broyée. On peut également utiliser comme mélange du compost recyclé. L'emploi de "lisiers secs" et de fumiers peut aussi être envisagé, permettant ainsi de contribuer à régler le problème des déjections animales en montagne.

Tous les types de boues peuvent être compostés. Les boues fraîches présentent le plus d'intérêt en raison de leur teneur élevée en matières organiques facilement biodégradables, en azote et en phosphore.

Le succès du compostage est conditionné par l'existence d'un débouché durable pour ce produit.

Le compostage rustique est un compostage non mécanisé : les boues sont mélangées à des chutes de bois (copeaux, sciures) en couches inclinées et superposées (mélange 50 % - 50 % environ) d'une épaisseur d'environ 50 cm chacune. Les tas ou andains formés atteignent une hauteur de 1 m à 1,5 m (Réf. biblio.). La maintenance est réalisée à l'aide d'un petit engin à 4 roues équipé d'un godet. Le tas est resserré une fois par an, ce qui assure un mélange supplémentaire. Le produit ainsi évolue lentement vers un "compost" pendant deux ans environ. Son hétérogénéité ne permet pas de le commercialiser sous ce nom mais un tel produit peut trouver sans problème une valorisation sur pistes de ski par exemple.

Le compostage industriel, fondé sur le même principe que le compostage rustique, nécessite une grande quantité de boues pour rentabiliser des équipements onéreux. Dans le cas d'un regroupement de communes, l'emplacement est choisi à proximité du barycentre des distances intercommunales afin de minimiser les coûts de transport. L'usine de compostage devra aussi pouvoir réaliser le stockage de quantités de boues brutes en excès produites en période de pointe touristique que ce soit sur le site de l'usine elle-même ou sur les sites des stations d'épuration. Il faudra également s'assurer qu'il n'y aura pas de problèmes de nuisances insupportables pour le voisinage. Enfin, la quantité de substrat carboné nécessaire et son coût de mise à disposition devront être étudiés avec soin pour rentabiliser au mieux l'exploitation.

L'emploi de cette technique devra conduire à un produit fiable de qualité constante en vue d'une commercialisation locale, étant bien entendu qu'il importe d'évaluer préalablement par enquête ou étude de marché les quantités qui pourront raisonnablement être valorisées.

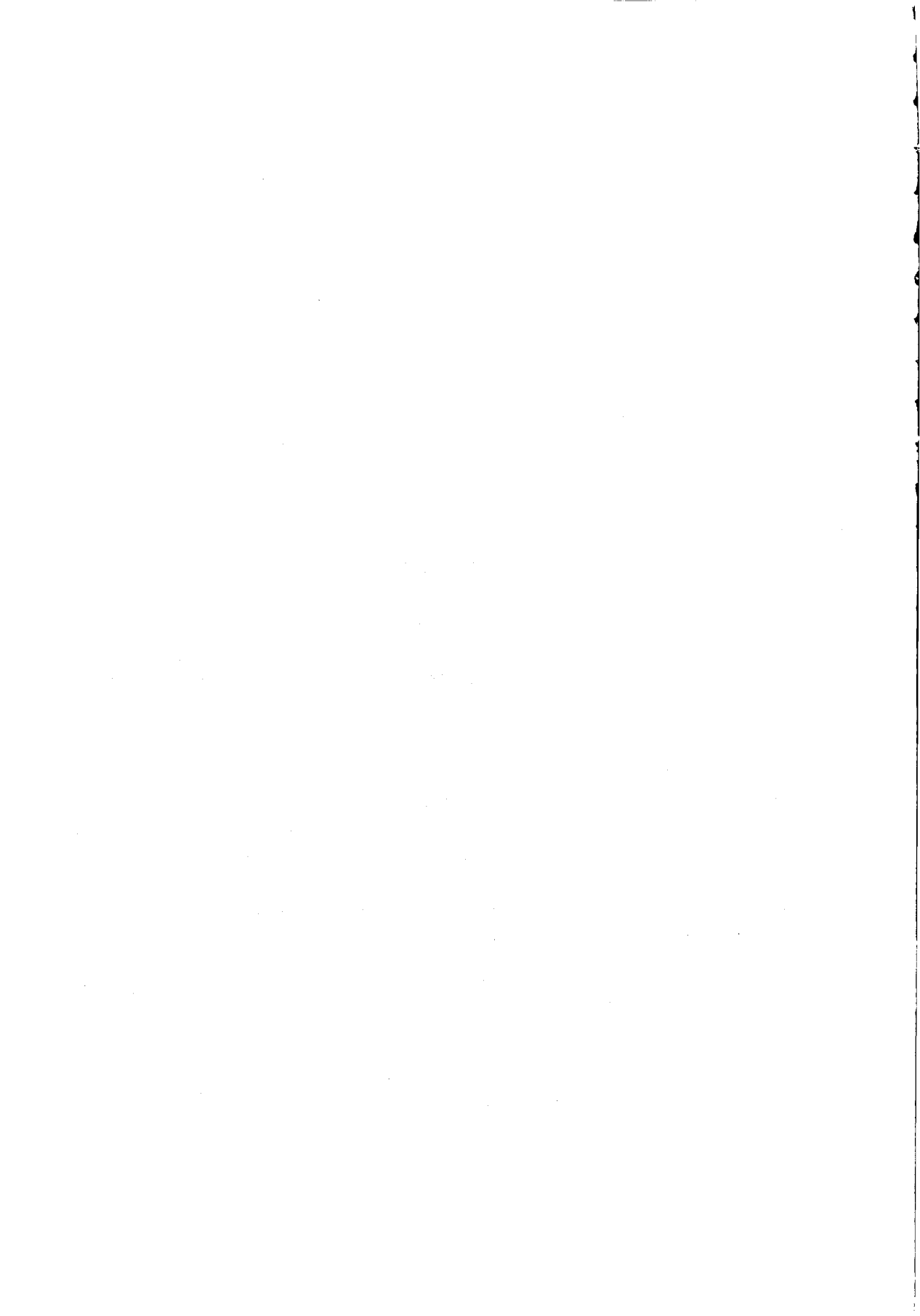
STABILISATION PAR CHAULAGE A LA CHAUX VIVE

Si l'on désire des boues très sèches (40 % de MS souhaité) et stabilisées, dans le cas d'une mise en décharge des boues notamment, un conditionnement complémentaire par adjonction de chaux vive à l'aide d'un malaxeur peut être envisagé après une déshydratation mécanique.

La chaux permet d'accroître la siccité et donc de rendre les boues sèches et pelletables. A partir de boues biologiques à 14 - 18 % de siccité et ajout de chaux à une dose de 50 kg de CaO par tonne de matières sèches, on obtient, après malaxage et stockage pendant un mois, une siccité de l'ordre de 30 %. La déshydratation se poursuit si la durée de stockage s'allonge. La chaux contribue aussi à une stabilisation temporaire des boues en supprimant les odeurs et permet une certaine hygiénisation de ces boues (pH > 12).

Le chaulage à la chaux vive peut être envisagé en valorisation agricole, l'épandage de boues chaulées sur sols acides étant une solution attractive car elles constituent un amendement calcique.

Le chaulage provoque une perte d'azote durant les stockages et l'assimilation des phosphates par les boues traitées se trouve réduite.



V MAINTENANCE

Quelle que soit la nature d'une station d'épuration, quelle que soit sa taille, seule une exploitation correcte et complète (filiales eaux usées et boues) permettra d'atteindre les objectifs de qualité fixés pour le rejet ou le milieu récepteur.

Il faudra dès le début du projet ne pas négliger cet aspect et proposer l'exploitation la mieux adaptée. Les modes d'exploitation sont multiples :

- par une entreprise spécialisée,
- par une personne assurant au sein de la collectivité d'autres fonctions (gardien de refuge par exemple),
- par un employé communal.

Dans les deux derniers cas, il ne faut pas omettre d'inclure dans le coût initial d'investissement, le coût de formation (ou au minimum d'information) du futur exploitant.

En fonction de la filière de traitement retenue, sera défini un programme détaillé du rythme d'exploitation des divers postes. A ce stade, on pourra différencier les tâches d'exploitation à effectuer à un rythme quotidien (ou tout au moins très fréquemment) et celles à effectuer à un rythme plus espacé. Il arrive parfois que des tâches exceptionnelles, mais indispensables au bon fonctionnement, ne puissent se réaliser à temps dans de bonnes conditions du fait d'un manque de programmation. Par exemple, la manutention des boues qui ne peut avoir lieu que sous des conditions climatiques favorables, doit être organisée au préalable par l'exploitant.

Cette démarche s'applique, en général, naturellement dans le cas des procédés concernant des collectivités de taille importante.

A tort, l'aspect exploitation est souvent négligé dès lors que les procédés de traitement concernent des collectivités de petite taille. En cas d'habitat isolé, lorsque l'accès est particulièrement difficile, le problème est encore plus aigu.

Pour les collectivités de taille réduite, on veillera donc particulièrement à établir les contraintes d'exploitation précises et à définir le rôle de chaque intervenant dans les diverses opérations coordonnées de maintenance. Si le programme ainsi établi ne peut être tenu, il est alors nécessaire de proposer une autre technique d'épuration mieux adaptée aux contraintes d'exploitation.

VI ELEMENTS DE REFLEXION

POUR LE CHOIX D'UNE STATION D'EPURATION

Le traitement des eaux résiduaires des unités touristiques de montagne doit être réalisé par des stations d'épuration adaptées aux exigences particulières de ces zones.

En premier lieu il convient d'examiner l'emplacement de la future implantation. Deux options sont possibles :

- traitement sur le site,
- traitement dans la vallée.

La première option a pour principal avantage de réduire la longueur du réseau de collecte (séparatif) ce qui tend à diminuer le coût de l'assainissement et limiter le nombre de points d'introduction d'eaux parasites dans les conduites.

Toutefois, il faut tenir compte de la forte pression immobilière qui pèse sur ce type de collectivités, cette contrainte représentant un obstacle difficile à franchir. En effet les stations d'épuration construites selon ce modèle se retrouvent rapidement proches de zones constructibles ou de zones d'activités diverses (pistes de ski...). Le terrain alloué à ces stations est alors très souvent de mauvaise qualité (terrassements complexes, ouvrages d'accès difficile). De plus, il ne permet pas toujours une extension de la capacité de la station, critère fondamental pour des unités touristiques dont le développement n'est pas terminé.

La place disponible n'est pas toujours suffisante pour le traitement des boues (stockage...).

La seconde option, consistant à construire la station d'épuration en fond de vallée, résoud un certain nombre de problèmes évoqués dans ce document mais une attention toute particulière doit être apportée à la construction du réseau dont le coût est bien sûr élevé. Les avantages de ce choix, lorsqu'il est possible, sont les suivants :

- altitude moins élevée et donc climat plus favorable,
- topographie moins accidentée,
- accès aux installations plus aisé,
- possibilité d'extension,
- disponibilité en terrain plus grande permettant le stockage des boues,
- possibilité de regrouper le traitement de plusieurs collectivités.

Dans ce cas de figure, comme dans le premier, il est tout à fait envisageable d'un point de vue technique d'implanter des filières de traitement des eaux et de traitement des boues sur deux sites distincts. Le traitement des boues pourra donc s'effectuer plus loin dans un site où le terrain sera plus facilement disponible. Cela implique cependant que cet endroit ne soit pas trop éloigné de la station d'épuration (coût de transport,...) et que cette dernière possède une grande capacité de stockage.

Pour les deux possibilités d'implantation, traitement sur place ou traitement dans la vallée, on élaborera un projet d'assainissement après une réflexion globale s'appuyant sur une démarche pragmatique, prenant en considération les cinq critères principaux suivants :

- la protection des milieux récepteurs,
- le devenir des boues et des sous-produits,
- les conditions spécifiques locales,
- les caractéristiques des eaux à traiter,
- la gestion de l'installation.

PROTECTION DES MILIEUX RECEPTEURS

Il est impératif de fixer l'objectif de qualité du rejet acceptable en fonction de la sensibilité du milieu récepteur (ruisseau, rivière, lac). Les différents usages de l'eau (captage pour l'eau potable, baignade, sports ...) engendrent des contraintes sanitaires à étudier dans leur intégralité.

Les normes de qualité reposent soit directement sur le rejet soit sur le milieu récepteur. Certains pays fixent des valeurs sur les deux milieux. Les normes de qualité définissent généralement les seuils admissibles de plusieurs paramètres caractéristiques de diverses pollutions (matières organiques, nutriments, germes pathogènes ...)

Le choix de certains critères seulement permet de tenir compte de la sensibilité propre d'un milieu récepteur.

Ces normes de qualité peuvent être fixées à des valeurs variables dans le temps, afin de tenir compte des conditions spécifiques de ces zones (variation des débits du milieu récepteur, variation de charge polluante, etc.)

LE DEVENIR DES BOUES ET DES SOUS-PRODUITS

Il importe avant tout projet de connaître la destination finale des boues et des sous-produits.

Différentes solutions le plus souvent complémentaires sont envisageables :

- la valorisation : épandage sur prairies, alpages et pistes de ski,
- l'élimination : incinération conjointe des boues avec les ordures ménagères ou mise en décharge.

Les voies de valorisation sont restées jusqu'à présent peu développées en montagne. Dans l'hypothèse d'une réutilisation agricole, il convient de déterminer les risques de contamination des eaux souterraines et de surface ainsi que les capacités d'absorption du sol. Si la situation s'avère être favorable, les débouchés propres à la zone de montagne sont les suivants :

- les prairies ayant besoin d'une fumure complémentaire,
- les alpages décalcifiés,
- les pistes de ski qui doivent faire l'objet d'une reconstitution de sol et d'opérations d'entretien.

CONDITIONS SPECIFIQUES LOCALES

Un terrain mouvementé conduit généralement à retenir des technologies compactes, peu consommatrices d'espace bien souvent affecté en priorité à des activités touristiques.

En zone touristique, le bâtiment consacré à la station d'épuration devra s'intégrer aux paysages et à l'architecture locale. La proximité d'habitations implique des précautions particulières en matière de nuisances olfactives et sonores.

La prise en compte de la rigueur du climat est indispensable. En particulier la station d'épuration généralement couverte doit rester accessible en permanence et par tous les temps. Pour les installations fonctionnant principalement l'hiver, cela signifie que leur déneigement est prioritaire.

CARACTERISTIQUES DES EAUX A TRAITER

Les mouvements de population génèrent des variations de charge polluante dont il faut tenir compte dans le projet. Le dimensionnement repose sur la connaissance quantitative et qualitative des eaux à traiter tant en période de pointe qu'en période de moindre fréquentation touristique.

Une estimation quantitative s'avère indispensable dans ces situations où le volume d'eaux claires transitant dans le réseau est souvent très élevé. On veillera, dans la mesure du possible, à réduire au maximum leur quantité (étude du réseau, branchement...).

Une connaissance détaillée de la qualité de l'effluent à traiter est conseillée. Cette estimation qualitative tiendra compte d'éventuels rejets difficilement contrôlables tels ceux émis par des fermes.

GESTION DE L'INSTALLATION

Le bon fonctionnement d'une station exige un entretien régulier, une gestion rationnelle de la production des boues et de la consommation énergétique (ou de réactifs dans certains cas). Des modalités de suivi doivent être définies en fonction de la technologie retenue.

Pour les petites collectivités, il importe de mettre en place des procédés à faible contrainte d'exploitation.

Dans tous les cas, une surveillance et un suivi doivent être assurés selon une fréquence minimale.

De la qualité et la pertinence des réponses apportées à l'ensemble des exigences énoncées ci-dessus, va dépendre le choix d'une ou des technologies appropriées pour chaque cas d'implantation (en fond de vallée ou sur place).

Les coûts d'investissement mais aussi de fonctionnement de la station d'épuration devront bien sur être en rapport avec les possibilités financières de la collectivité (ou tout au moins du propriétaire).

Les différentes options techniques possibles sont regroupées dans les tableaux N° 22 et N° 23 ci-après, en différenciant le cas du traitement sur place des collectivités isolées du cas général.

Dans la mesure du possible pour un habitat isolé la solution de transfert des eaux usées (par collecteur ou véhicule) est à rechercher en priorité. Les techniques sont alors celles utilisées dans le cas des collectivités non isolées.

Tableau N° 22 : Filières de traitement sur place des collectivités isolées

	TRAITEMENT DE L'EAU		TRAITEMENT DES BOUES
	traitement mécanique	traitement biologique	
	fosse étanche* fosse étanche* vidangeable		
	décanteur- digesteur** sacs filtrants*** fosse à compostage*** fosse septique	infiltration dans le sol en place lit filtrant filtre planté de végétaux lit bactérien	- stabilisation : . des boues liquides : * aérobie * anaérobie . des boues déshydratées : * compostage rustique * congélation * maturation
procédés réservés aux collectivités fortement équipées	- boues activées - lits bactériens - disques biologiques - décanteur primaire		- épaissement : gravitaire/mécanique - déshydratation : * filtre à bande * centrifugeuse * benne - stabilisation : . des boues liquides : * aérobie * anaérobie * chimique (chaux) . des boues déshydratées : * compostage rustique * chaulage * congélation * maturation

* ouvrage destiné à ne recevoir que des eaux vannes

** ouvrage pouvant assurer seul un traitement des eaux si conditions locales particulières requises

Tableau N° 23 : Filières de traitement des eaux de collectivités : cas général

TRAITEMENT DE L'EAU	TRAITEMENT DES BOUES
<ul style="list-style-type: none"> - association physico-chimie et biologie - physico-chimie - biofiltres - boues activées - lit bactérien - disques biologiques - décanteur primaire 	<ul style="list-style-type: none"> - épaissement : <ul style="list-style-type: none"> * gravitaire * mécanique - déshydratation : <ul style="list-style-type: none"> * filtres-presses * filtre à bande à zone de haute pression * filtre à bande * centrifugeuse * benne - stabilisation : <ul style="list-style-type: none"> . des boues liquides : <ul style="list-style-type: none"> * aérobie * anaérobie * chimique (chaux) . des boues déshydratées : <ul style="list-style-type: none"> * compostage industriel * compostage rustique * chaulage * congélation * maturation



LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- AGENCE FINANCIERE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE CORSE. (1979). L'assainissement des collectivités de montagne. Eaux de Rhône Méditerranée Corse, LYON (FRANCE) n°1. pp.4-9.
- BERBENNI (P.), DI FIDIO (M.), FERRARI (L.), (1984). La distribuzione dell'acqua, la depurazione e lo smaltimento dei rifiuti nelle zone di montagna. In : "**Il disinquinamento negli ambienti di alta montagna**". Provincia autonoma di Trento, Dipartimento Ecologico Provinciale. (ITALIA), pp.12-38.
- BETSH, (1975). Assainissement dans les stations de sports d'hiver. Note de présentation et de synthèse. Ministère de l'Agriculture. PARIS (FRANCE) 19 p.
- BOEGLIN (J.C.), (1984). Récents développements en France des procédés physico-chimiques et biologiques adaptés au traitement des effluents urbains des stations touristiques de haute montagne. In : "**Il disinquinamento negli ambienti di alta montagna**". Provincia autonoma di Trento, Dipartimento Ecologico Provinciale, (ITALIA), pp.101-120.
- BONOMO (L.), NURIZZO (C.), (1984). Impianti di depurazione in localita montane. In : "**Il disinquinamento negli ambienti di alta montagna**". Provincia autonoma di Trento, Dipartimento Ecologico Provinciale. (ITALIA), pp.71-83.
- CEMAGREF, (1990). Valorisation des boues de station d'épuration de montagne. Description, évaluation technico-économique d'une filière de valorisation. La maturation naturelle des boues : le cas de la commune de Bellentre (73). LYON (FRANCE), 23 p. + annexes.
- CLUB ALPIN SUISSE, (1987). Directives sur l'évacuation et l'épuration des eaux usées des cabanes de montagne. Association Suisse des Professionnels de l'Épuration des Eaux (A.S.P.E.E.), séminaire du 06/11/87, ZURICH (SUISSE), 37 p.+ annexes

- COILLARD (J.), LE HY (J.B.), (1988). Les boues de stations d'épuration. Solutions en montagne. **Génie Rural**, n°11, novembre 88, LYON (FRANCE) pp.12-19.
- DINGER (F.), (1985). La revégétalisation des secteurs terrassés en altitude : exemple particulier des pistes de ski. In : "**Eléments pour la connaissance et la mise en valeur de la montagne**". **Bulletin Technique d'Information**, n°399-401, Avril-juillet 1985, pp.429-436.
- INGERLE (K.), STEGNER (U), (1986). Das Filtersacksystem. Österreichische Wasserwirtschaft. Jahrgang 38, Heft 1/2, pp 27-30.
- MARKLUND (S), (1989). Dewatering of sludge by natural methods. In : "**Small wastewater treatment plants**", Trondheim (NORWAY), Tapir Publisher, pp. 253-260
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET (1990). Les systèmes de traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités. Documentation technique FNDAE N° 9, Ed : Cemagref (DICOVA), PARIS (FRANCE), 84 p
- Österreichischer Wasserwirtschaftsverband (ÖWWV),(1985). Richtlinien für den Gewässerschutz im Hochgebirge. Regelblatt 1, ÖWWV, WIEN. (ÖSTERREICH), 37 p.
- PUJOL (R.), (1984). Le traitement biologique des effluents de stations de sports d'hiver : la filière boues activées. In : "**Il disinquinamento negli ambienti di alta montagna**". Provincia autonoma di Trento, Dipartimento Ecologico Provinciale, (ITALIA), pp.171-180.
- PUJOL (R.), (1985). Le traitement des eaux résiduaires en montagne. In : "**Eléments pour la connaissance et la mise en valeur de la montagne**". **Bulletin Technique d'Information**, n°399-401, Avril-juillet 1985, pp.511-518.
- PUJOL (R.), LIENARD (A.), (1989). Qualitative and quantitative characterization of wastewater for small communities. In : "**Small wastewater treatment plants**", Trondheim (NORWAY), Tapir Publisher, pp. 267-274.
- PUJOL (R.), (1991) L'épuration par biofiltration. Etudes Inter Agences, Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, CEMAGREF LYON. Ed. Cemagref (DICOVA), PARIS (FRANCE) 51 p.

ANNEXE N° 1 :

LES RECOMMANDATIONS EMISES

PENDANT LA REUNION DU 19 AU 23 NOVEMBRE 1990

Les participants ont déploré le petit nombre d'experts qui, dans quelques pays seulement, s'occupent des problèmes examinés ici, et le fait qu'ils travaillent pratiquement dans l'isolement, alors que les solutions mises au point pour une localité pourraient facilement être appliquées dans d'autres localités du même pays ou d'un autre.

Par conséquent, le groupe a décidé de formuler les recommandations suivantes :

1) Les organisations internationales telles que l'OMS, le PNUE, le PNUD et l'UNESCO devraient aider à la diffusion d'informations sur les techniques satisfaisantes d'élimination des effluents et des boues résiduelles dans les zones touristiques situées en montagne. Elles pourraient notamment :

- produire et distribuer des documents techniques sur le traitement et l'élimination,
- inviter des experts nationaux à des réunions techniques périodiques pour un échange d'informations et d'expériences,
- promouvoir les transferts de technologie en Europe (nord - sud aussi bien qu'est - ouest) par le moyen de voyages d'études et de cours de formation.

2) Compte tenu de l'importance économique toujours croissante du tourisme en montagne, les pays devraient à leur niveau :

- recueillir plus d'informations sur les stations d'épuration des effluents, sur leur niveau d'exploitation et sur l'efficacité des installations de traitement,
- améliorer leur législation, fixer clairement les responsabilités en matière de gestion et mettre en place les institutions nécessaires,
- former un personnel suffisant pour pouvoir développer en nombre et en qualité le système de stations d'épuration (ce qui devra inclure le personnel qualifié pour l'exploitation et l'entretien de stations isolées).

3) Les autorités devraient toujours tenir compte des impératifs sanitaires, dans la conception, la construction et l'exploitation des stations d'épuration dans les zones touristiques situées en montagne. Tout en tirant pleinement avantage du tourisme sur le plan économique, ils devraient avoir pour premier souci de protéger la santé humaine et la qualité de l'environnement.

4) Les règles concernant l'élimination des effluents et des boues dans les zones touristiques situées en montagne devraient aussi être appliquées aux autres petites collectivités isolées à population touristique fluctuante.

ANNEXE N° 2 :

LISTE DES PARTICIPANTS ET DES AUTEURS

LISTE DES PARTICIPANTS

- M. BARTOLI, Service d'assistance technique aux exploitants de stations d'épuration, Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale, Grenoble (FRANCE)
- DR. W. BECKER, Institut pour l'eau et l'environnement, Innsbruck (AUTRICHE)
- Prof. P. BERBENNI, Institut de génie sanitaire, Université de Pavie, (ITALIE)
- M. M. BERNARD, Service de la protection de l'environnement du canton du Valais, Sion (SUISSE), **Président de séance.**
- Mme C. BOUTIN, Division Qualité des Eaux,CEMAGREF Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE) **Rapporteur**
- M. C. CANDIOLI, Service de génie environnemental, Aménagements et travaux d'hygiène publique, Province autonome de Trente (ITALIE)
- Dr. M. CHALUPA, Ministère de l'Agriculture, Département des eaux et forêts, Prague (TCHECOSLOVAQUIE)
- M. CHAUDET, Direction Départementale de l'Equipement, Chambéry (FRANCE)
- M. J. COILLARD, Division Qualité des Eaux,CEMAGREF Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE)
- M. G.CORDT, Club Alpin Allemand, Secrétariat, Munich (ALLEMAGNE)
- Dr. M. CUCU, Institut d'hygiène et de santé publique, Bucarest (ROUMANIE)

- DR. T.S. DERGACHEVA, Laboratoire des services de l'eau, Institut A.N. SYNIN
d'hygiène générale et communale, Académie des sciences médicales
de l'URSS, Moscou (U.R.S.S.)
- Mme A. ENEVOLDSEN, Décennie internationale de l'eau, Copenhague
(DANEMARK) **OMS**
- M. O. ESPINOZA, Fonctionnaire régional pour la Décennie internationale de l'eau,
Copenhague (DANEMARK) **OMS**
- Mme M.C. GIULIANI, Service de la Protection de l'environnement, Province
autonome de Trente (ITALIE)
- M. J. HANEUS, Université technique, Génie hydraulique, Lulea (SUEDE)
- M. HENRIQUET, Service d'assistance technique aux exploitants de stations
d'épuration, Hôtel du département, Chambéry (FRANCE)
- M. J. HOBSON, Water Research Center, Swindon (ROYAUME-UNI)
- M. G.S. JONSSON, Centre national pour l'hygiène, le contrôle alimentaire et la
protection de l'environnement, Reykjavik (ISLANDE)
- Dr. P. KAZASOV, Ministère de la santé publique et de la protection sociale, Sofia
(BULGARIE)
- M. T. LE REUN, Service Assainissement des Collectivités, Agence de bassin Rhône
Méditerranée Corse, Pierre-Bénite (FRANCE)
- M. T. MEUNIER, Service d'hygiène appliquée à l'homme et son environnement,
Institut Pasteur, Lyon (FRANCE)
- M. MISTRAL, Direction Départementale de l'Équipement, Chambéry (FRANCE)
- Mme MOISSONNIER, Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales,
Lyon (FRANCE)
- M. NUER, Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales, Annecy
(FRANCE)

M. R. PINOIT, CEMAGREF, Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE)

M. R. PUJOL, Division Qualité des Eaux, CEMAGREF, Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE)

M. REQUILLART, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, Chambéry (FRANCE)

Mme J. SCHWARTZBROD, Faculté de Pharmacie, Vandœuvre lès Nancy (FRANCE)

M. K. SHEHU, Ministère de l'économie communale, Institut de protection communale, Tirana (ALBANIE)

M. D. TRICARD, Sous-direction de la prévention, Ministère de la solidarité, de la santé et de la protection sociale, Paris (FRANCE) **Président de séance**

M. VERREL, CEMAGREF, Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture, Lyon (FRANCE) **Président de séance**

Dr. VIAL, Ancien président de la section des eaux du conseil supérieur d'hygiène publique de France, Lyon (FRANCE) **Président de séance**

Dr. Ph. VIOGET, Service des eaux et protection de l'environnement, Epalines (SUISSE)

M. H. WEBER, Direction générale de la construction, Ministère bavarois des affaires intérieures, Munich (ALLEMAGNE)

M. P. ZUAZO, Onagoitia, Service de l'environnement, Gouvernement de Navarre, Pampelune (ESPAGNE)

LISTE DES AUTEURS

- Prof. P. BERBENNI, Institut de génie sanitaire, Université de Pavie. (ITALIE)
- M. M. BERNARD, Service de la protection de l'environnement du canton du Valais, Sion (SUISSE)
- M. C. BORTOLOTTI, Service de génie environnemental, Aménagements et travaux d'hygiène publique, Province autonome de Trente (ITALIE)
- M. R. BOSO, Service de la Protection de l'environnement, Province autonome de Trente (ITALIE)
- Mme C. BOUTIN, Division Qualité des Eaux, CEMAGREF Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE) **Rapporteur**
- Dr. M. CHALUPA, Ministère de l'Agriculture, Département des eaux et forêts, Prague (TCHECOSLOVAQUIE)
- M. J. COILLARD, Division Qualité des Eaux, CEMAGREF Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE)
- Dr. T.S. DERGACHEVA, Laboratoire des services de l'eau, Institut A.N. SYNIN d'hygiène générale et communale, Académie des sciences médicales de l'URSS, Moscou (U.R.S.S.)
- M. X. GILLIER, Division Qualité des Eaux, CEMAGREF Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE)
- Mme M.C. GIULIANI, Service de la Protection de l'environnement, Province autonome de Trente (ITALIE)
- M. J. HOBSON, Water Research Center, Swindon (ROYAUME-UNI)
- M. G.S. JONSSON, Centre national pour l'hygiène, le contrôle alimentaire et la protection de l'environnement, Reykjavik (ISLANDE)
- Dr. P. KAZASOV, Ministère de la santé publique et de la protection sociale, Sofia (BULGARIE)

M. P. NARDELLI, Service de génie environnemental, Aménagements et travaux d'hygiène publique, Province autonome de Trente (ITALIE)

M. L. NEGULESCU, Département eaux usées. Institut de recherche et d'ingénierie pour l'environnement. Bucarest (ROUMANIE)

M. R. PUJOL, Division Qualité des Eaux, CEMAGREF, Groupement de Lyon, Lyon (FRANCE)

M. F. SCALET, Service de la Protection de l'environnement, Province autonome de Trente (ITALIE)

M. K. SHEHU, Ministère de l'économie communale, Institut de protection communale, Tirana (ALBANIE)

M. H. WEBER, Direction générale de la construction, Ministère bavarois des affaires intérieures, Munich (ALLEMAGNE)

CARTOGRAPHIE

Réalisation des cartes N^{OS} 3 - 6 - 7 : CEMAGREF, Observatoire montagne, M. TORRE, Grenoble (FRANCE)

Réalisation des cartes N^{OS} 1 - 2 - 4 - 5 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 : LATITUDE, Lyon (FRANCE)



ANNEXE N° 3 :

SITUATION PAR PAYS - CANEVAS TYPE DU TEXTE.

Le présent canevas, permet de décrire de manière homogène, l'état de l'assainissement dans les zones touristiques de montagne des divers pays pour lesquels les contextes sont très différents.

La présente annexe a été élaborée en commun, pendant la réunion. Les situations présentées au chapitre II suivent donc le plan ci-dessous et s'efforcent dans la mesure des données disponibles de fournir les éléments demandés.

I SITUATION GEOGRAPHIQUE

- a) présentation générale du pays,
 - géographique,
 - administrative.
- b) carte géographique,
- c) surface totale du pays,
- d) surface totale de la zone de montagne,
- e) altitude des montagnes,
- f) classification des zones de montagne,

II SITUATION CLIMATIQUE

- a) température,
- b) variation des températures mensuelles, (en moyenne ou par classe d'altitude)
- c) conditions de gelée,
- d) conditions d'enneigement.

III SITUATION DEMOGRAPHIQUE

- a) population totale du pays,
- b) population permanente en montagne,
- c) variation de population,
- d) origine des variations de population. (skieurs, randonneurs, ...)

IV TRAITEMENT DES EAUX USEES

- a) critères de qualité.
 - du rejet,
 - du milieu récepteur.
- b) traitement des eaux usées et des boues
- c) critère de performance,
- d) coût du traitement.

V CONTRAINTES ET PROBLEMES RENCONTRES

CONCLUSION

Le traitement des eaux résiduaires dans les zones touristiques de montagne.
Rapport d'une consultation d'experts, Lyon 19-23 novembre 1990 - Coordinatrice :
C. Boutin, Division Qualité des Eaux - 1^{re} édition - 1992 ISBN 2-85362-281-9 - Dépôt
légal 3^e trimestre 1992 - Photo de couverture : CEMAGREF Lyon - Impression
intérieure : Ateliers CEMAGREF-DICOVA - Impression couverture et façonnage :
Imprimerie Fricotel, 88000 Épinal - Édition : CEMAGREF-DICOVA, BP 22, 92162
Antony Cedex, France.

**Diffusion : CEMAGREF Lyon, 3 bis quai Chauveau, CP 220, 69336 Lyon Cedex 09,
France , Fax (33) 78 47 78 75 et OMS, Bureau régional de l'Europe, 8, Scherfigsvej
2100 Copenhagen, Fax (45) 31 18 11 20, Danemark.**