

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.

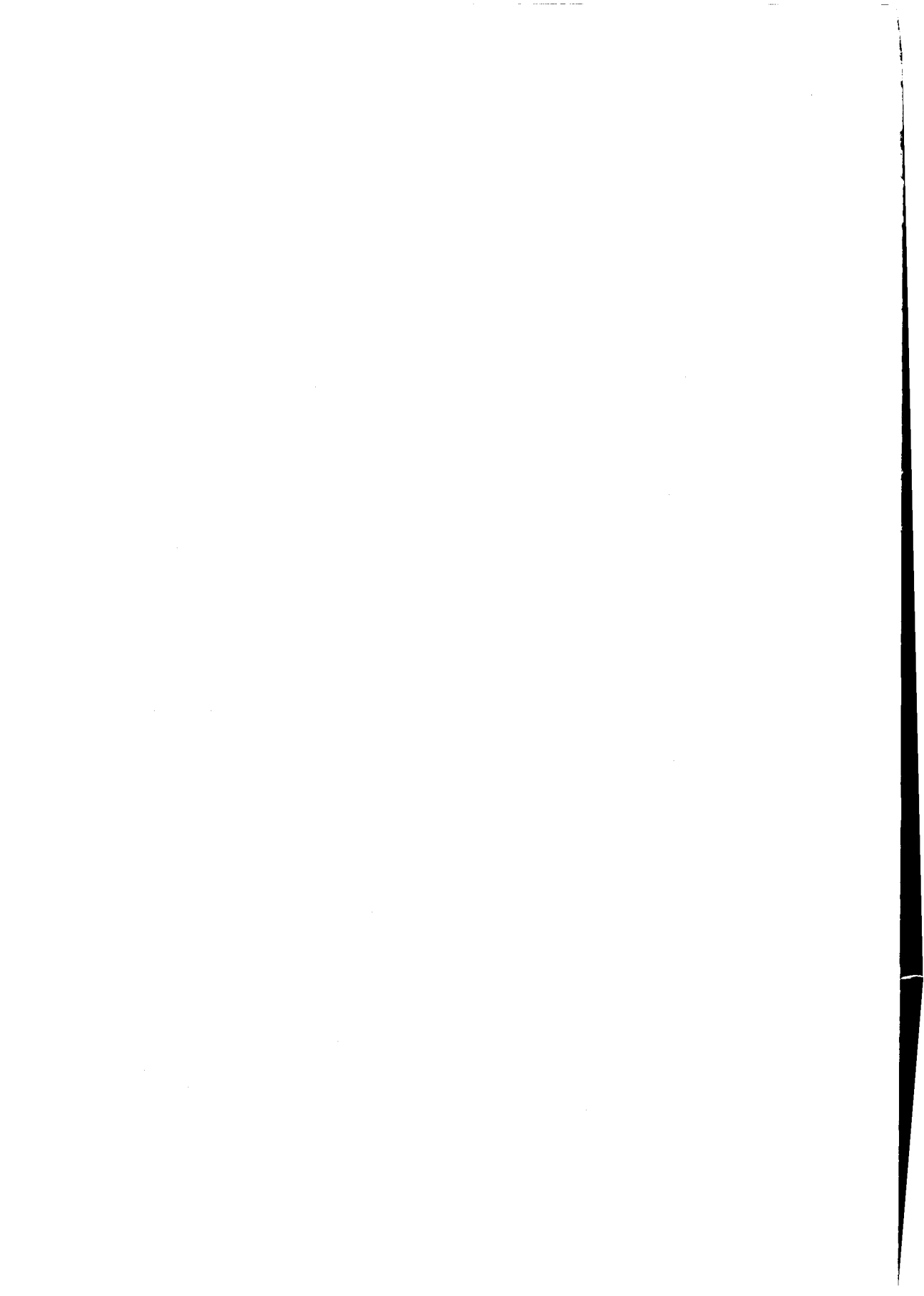
Trente-quatre experts de quatorze pays sont venus à cette réunion qui avait pour tâches précises :

- 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. Epaississement .	. 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 :

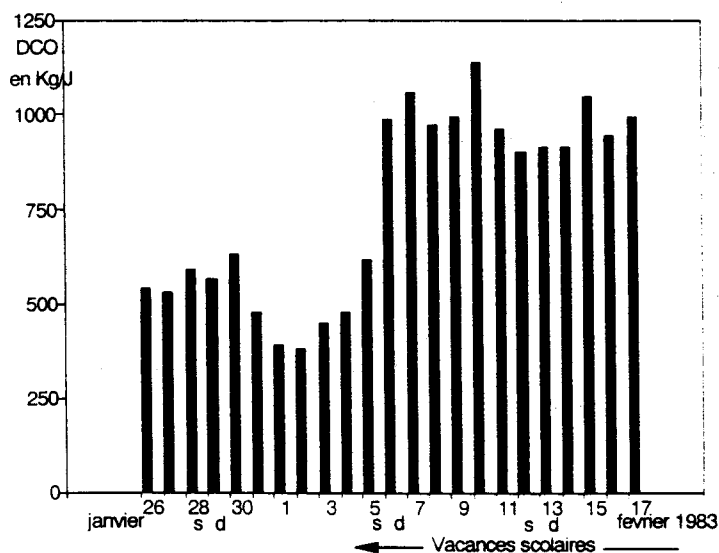


Figure N° 1 : Evolution des charges à traiter en fonction de la fréquentation touristique.(PUJOL, 1985).

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.