



**Cycle de l'eau et  
métabolisme urbain :  
le cas lausannois**

Mémoire présenté par :  
**Denis Bochatay**

Directeur de mémoire :  
**Antonio da Cunha**

Octobre 2004

**Université de Lausanne**

Faculté des Lettres



Institut de Géographie

## REMERCIEMENTS

Ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide de nombreuses personnes que je tiens à remercier chaleureusement.

L'honneur revient en premier à mes parents et à leur rencontre dans le vignoble valaisan il y a 35 ans de cela. Je souhaite leur communiquer ici ma reconnaissance pour leur amour et leur soutien indéfectible tout au long de mes études.

Mon directeur de mémoire ensuite, Antonio da Cunha, dont la ferveur populaire de ses compatriotes a nui au rattrapage du retard accumulé dans cette recherche, mais ne saurait en aucun cas faire oublier sa qualité de trouver le mot juste pour relancer une recherche qui s'essoufle.

Le service des eaux lausannois dans son ensemble, ouvert et accueillant. En particulier, Manuela Krieg, pour sa disponibilité, sa grande connaissance du service et surtout son rire, mais aussi mon expert Henri Burnier et encore André Liechti, Sébastien Apothéloz, Dominique Mivelaz, Gérald Corbaz et Sonia Vieira.

Le service d'assainissement ensuite et plus précisément Yves Duperrex, Dominique Zürcher, Denis Thonney, Thierry Diserens et Fadi Kadri.

Au canton, Yves Châtelain, Philippe Vioget et Grégoire Fiaux; à Ecoparc Emmanuel Rey; et enfin les pêcheurs Lavanchy et Tschäppät.

Enfin, Hélène et Christian en raison de leur lecture attentive à la recherche des nombreuses coquilles disséminées bien malgré moi tout au long du texte.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Remerciements</b>	
<b>Tables des matières</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	p. 1
<b>Liste des figures</b>	p. 2
<b>Liste des tableaux</b>	p. 2
<b>1. Introduction</b>	p. 3
<b>2. Aspects théoriques</b>	p. 6
<b>2.1 Métabolisme urbain, empreinte écologique</b>	p. 6
2.1.1 Métabolisme urbain	p. 6
2.1.2 L'empreinte écologique	p. 9
2.1.3 De la nécessité d'un système urbain syntropique	p. 10
<b>2.2 Le cycle urbain de l'eau</b>	p. 12
2.2.1 L'approvisionnement	p. 13
2.2.1.1 Les prélèvements	p. 13
2.2.1.2 L'adduction et la distribution de l'eau potable	p. 14
2.2.2 L'utilisation	p. 15
2.2.2.1 L'usage agricole	p. 15
2.2.2.2 L'usage industriel	p. 15
2.2.2.3 Les usages domestiques et publics	p. 16
2.2.2.4 La consommation d'eau en Suisse	p. 16
2.2.3 L'assainissement	p. 18
2.2.3.1 L'évacuation des eaux usées et leur traitement	p. 18
2.2.3.2 L'imperméabilisation du sol	p. 19
<b>2.3 Terrain d'étude : Lausanne</b>	p. 21
<b>3. L'approvisionnement en eau potable</b>	p. 23
<b>3.1 Structure intercommunale de l'approvisionnement</b>	p. 23
<b>3.2 Evolution de la production d'eau potable</b>	p. 26
<b>3.3 Les ressources disponibles</b>	p. 29
3.3.1 Les sources	p. 29
3.3.1.1 Historique	p. 30
3.3.1.2 Qualité de la ressource	p. 33
3.3.1.3 Protection de la ressource	p. 34
3.3.2 Le lac de Bret	p. 37
3.3.2.1 Historique	p. 37

---

3.3.2.2	Qualité de la ressource	p. 38
3.3.2.3	La chaîne de traitement de l'usine de Bret	p. 39
3.3.3	Le lac Léman	p. 40
3.3.3.1	Proximité et grandeur du réservoir	p. 40
3.3.3.2	Qualité de la ressource	p. 41
3.3.3.3	L'usine de production d'eau de St-Sulpice	p. 42
3.3.3.4	L'usine de production d'eau de Lutry	p. 43
3.3.4	Achats et échanges d'eau	p. 47
<b>3.4</b>	<b>Bilan des ressources disponibles</b>	p. 48
<b>3.5</b>	<b>La distribution de l'eau</b>	p. 49
<b>4.</b>	<b>L'assainissement des eaux</b>	p. 50
<b>4.1</b>	<b>Historique</b>	p. 50
<b>4.2</b>	<b>Le réseau collecteur</b>	p. 52
4.2.1	Le contenant	p. 52
4.2.2	Le contenu	p. 53
<b>4.3</b>	<b>Les eaux claires</b>	p. 55
4.3.1	Le réseau séparatif	p. 55
4.3.2	Les cours d'eau urbains	p. 57
4.3.3	Mesures complémentaires	p. 58
<b>4.4</b>	<b>La station d'épuration</b>	p. 59
4.4.1	Le lac Léman, bassin récepteur	p. 59
4.4.2	Le processus d'épuration de l'eau	p. 62
4.4.3	Le traitement des boues	p. 64
<b>4.5</b>	<b>Economies d'échelle et intercommunalité de l'épuration</b>	p. 65
<b>5.</b>	<b>Bilan du métabolisme de l'eau lausannois</b>	p. 68
<b>5.1</b>	<b>La question de l'échelle</b>	p. 68
<b>5.2</b>	<b>L'approvisionnement en eau potable</b>	p. 69
5.2.1	Inputs	p. 70
5.2.2	Outputs	p. 70
<b>5.3</b>	<b>L'assainissement des eaux</b>	p. 70
5.2.2	Inputs	p. 71
5.2.3	Outputs	p. 72
<b>5.4</b>	<b>Bilan</b>	p. 73

---

<b>6. Les cycle et métabolisme lausannois de l'eau sont-ils durables?</b>	p. 75
<b>6.1 L'autonomie</b>	p. 75
<b>6.2 Aspects sociaux</b>	p. 77
<b>6.3 Aspects économiques</b>	p. 78
<b>6.4 Aspects environnementaux</b>	p. 79
6.4.1 L'approvisionnement en eau potable	p. 79
6.4.1.1 Le lac de Bret	p. 79
6.4.1.2 Les sources	p. 80
6.4.1.3 Le lac Léman	p. 80
6.4.2 L'assainissement des eaux	p. 80
6.4.2.1 Les rejets atmosphériques	p. 81
6.4.2.2 Les rejets dans le lac Léman	p. 83
<b>7. Pistes d'amélioration</b>	p. 86
7.1 Réduire l'intervalle des débits acheminés à la STEP	p. 86
7.2 Développer la chaîne de traitement des eaux à Vidy	p. 88
7.3 Prétraiter les eaux claires	p. 88
7.4 Agir sur la consommation	p. 91
7.5 Récupérer l'eau de pluie	p. 92
7.6 Accroître la collaboration intercommunale et interservices	p. 93
<b>8. Conclusion</b>	p. 94
<b>9. Bibliographie</b>	p. 97
<b>10. Annexes</b>	p. 100
10.1 Extraits de la LEaux	p. i
10.2 Extraits de l'OEaux	p. ii
10.3 Extraits de l'OPair	p. vii

---

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**ASPEE** : Association suisse des professionnels de l'épuration des eaux  
**CEGEL** : Centre d'exploitation et de gestion d'Eauservice Lausanne.  
**CIPEL** : Commission internationale pour la protection des eaux du Léman  
**DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique en oxygène à 5 jours  
**DCO** : Demande chimique en oxygène  
**EH** : Equivalent habitant  
**EHT** : Equivalent habitant théorique  
**hab** : Habitant  
**IIED** : Institut international pour l'environnement et le développement  
**ITHU** : Installation de traitement des huiles usées (située sur le site de la STEP de Vidy)  
**j** : Jour  
**km** : Kilomètre  
**l** : Litre  
**LEaux** : Loi fédérale sur la protection des eaux (remplace la LPEP)  
**LFO** : Loi fédérale sur les forêts  
**LPEP** : loi fédérale sur la protection des eaux contre la pollution  
**m** : Mètre  
**m<sup>2</sup>** : Mètre carré  
**m<sup>3</sup>** : Mètre cube  
**mm<sup>3</sup>** : Millimètre cube  
**MWh** : Méga wattheures  
**OEaux** : Ordonnance fédérale sur la protection des eaux  
**OFEFP** (all: BUWAL) : Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage  
**OPair** : Ordonnance fédérale sur la protection de l'air  
**PPDE** : Plan directeur de la distribution d'eau  
**P tot** : Phosphore total  
**SCRIS** : Service cantonal de recherche et d'information statistiques, Canton de Vaud  
**SESA** : Service des eaux, sols et assainissement, Canton de Vaud  
**SSIGE** : Société suisse de l'industrie du gaz et des eaux  
**STEP** : Station d'épuration des eaux  
**t** : Tonnes  
**UGR** : Unité de gestion du réseau  
**UIOM** : Usine d'incinération des ordures ménagères

## LISTE DES FIGURES

<b>Fig. 1 :</b> l'apport de négentropie structure l'organisme	p. 7
<b>Fig. 2 :</b> le coût du niveau de vie, ou le pillage de l'environnement et l'ordre (désordre?) mondial	p. 8
<b>Fig. 3 :</b> système urbain entropique vs système urbain syntropique	p. 11
<b>Fig. 4 :</b> insertion et perturbation par la ville du cycle naturel de l'eau	p. 12
<b>Fig. 5 :</b> destination de la production d'eau potable, Suisse	p. 17
<b>Fig. 6 :</b> consommation domestique, 1997, Suisse	p. 18
<b>Fig. 7 :</b> communes alimentées, Eauservice	p. 25
<b>Fig. 8 :</b> évolution de la production annuelle et du prix de vente au détail, 1940 - 2003, Eauservice	p. 27
<b>Fig. 9 :</b> vente d'eau, 1994 - 2003, Eauservice	p. 28
<b>Fig. 10 :</b> infiltration, écoulement souterrain, émergence de sources	p. 29
<b>Fig. 11 :</b> quelques captages des onze groupes de sources exploitées par Eauservice	p. 32
<b>Fig. 12 :</b> zones de protection S (Schutz) des eaux souterraines, selon l'OEaux	p. 35
<b>Fig. 13 :</b> production d'eau potable: moyenne 2002-2003, Eauservice	p. 47
<b>Fig. 14 :</b> principaux canaux collecteurs lausannois	p. 53
<b>Fig. 15 :</b> réseaux d'évacuation des eaux de la commune lausannoise	p. 57
<b>Fig. 16 :</b> phosphore présent dans les eaux lémaniques	p. 61
<b>Fig. 17 :</b> STEP de Vidy: teneurs moyennes en sortie	p. 63
<b>Fig. 18 :</b> STEP de Vidy: rendements d'épuration moyen	p. 63
<b>Fig. 19 :</b> communes raccordées à la STEP de Vidy	p. 66
<b>Fig. 20 :</b> bilan du métabolisme et du cycle de l'eau lausannois	p. 74

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b> communes alimentées au détail par Eauservice	p. 24
<b>Tableau 2 :</b> groupe de sources exploitées par Eauservice	p. 32
<b>Tableau 3 :</b> zones S de protection des sources	p. 36
<b>Tableau 4 :</b> terrains forestiers et zones S de protection	p. 36
<b>Tableau 5 :</b> inputs de l'approvisionnement en eau potable	p. 69
<b>Tableau 6 :</b> outputs de l'approvisionnement en eau potable	p. 69
<b>Tableau 7 :</b> inputs de l'assainissement	p. 70
<b>Tableau 8 :</b> outputs de l'assainissement	p. 71

## LISTE DES ENCADRÉS

<b>Encadré 1 :</b> le charbon actif	p. 39
<b>Encadré 2 :</b> les équivalents-habitants	p. 60
<b>Encadré 3 :</b> la DBO et la DCO	p. 64



## 1. Introduction

---

Ressource vitale par excellence, l'eau est indispensable à l'homme et à ses villes comme aux besoins des écosystèmes. Les besoins physiologiques de l'homme ne peuvent s'en passer plus de trois jours ; le confort qu'elle offre la rend indispensable jour après jour, comme en témoigne les désagréments causés par une coupure momentanée de la distribution d'eau potable ; les services économiques liés à l'eau sont multiples et peuvent même devenir un avantage concurrentiel d'une ville ou d'une région par rapport à une autre ; la ville étoufferait sous des problèmes d'hygiène insolubles sans la capacité d'évacuation des déchets de l'eau ; etc.

Or, elle n'est que très inégalement répartie sur le globe. Surabondante en certaines régions ou à certaines périodes, l'eau est une rareté presque absolue en d'autres. Pourtant, les collectivités humaines, avides d'espace, repoussent toujours plus loin les limites des zones habitées. Mais la disponibilité de l'eau douce est un facteur d'implantation urbaine que l'on ne peut négliger. En conséquence, la plupart des villes se sont développées sur les rives des lacs ou des rivières. Mais parfois, victimes de leur attrait, les villes ont grandi plus que ne leur permettait le renouvellement des ressources à leur disposition. De nombreuses métropoles, situées au Sud comme au Nord, font aujourd'hui face à de sérieux problèmes liés à l'eau : Los Angeles construit des infrastructures lui permettant d'amener de l'eau distante de plusieurs centaines de kilomètres ; de nombreux quartiers du Caire ne disposent pas d'égouts et deviennent insalubres ; Hanoï a été contrainte de vendre la gestion de l'eau à des compagnies privées puisque les fonds publics n'étaient plus en mesure de financer ces services ; des fleuves ne parviennent plus à satisfaire les besoins concurrentiels de l'agriculture et des villes, causant parfois des tensions interétatiques critiques (Mékong, Euphrate, ...); ...

Les exemples en ce sens peuvent se multiplier à tel point que certains considèrent que l'or bleu prendra la place de l'or noir au 21<sup>e</sup> siècle comme enjeu stratégique. On envisage une crise mondiale de l'eau, soulignant qu'aujourd'hui déjà treize pourcents de la population mondiale n'a pas accès à une source d'eau fiable, et que ce chiffre est appelé à s'élever encore dans les prochaines décennies, entraîné par l'explosion démographique urbaine, la croissance de la consommation et la multiplication des pollutions.

On peut formuler plusieurs hypothèses expliquant cette situation. La première tient lieu à l'inadéquation de la démographie avec le milieu naturel sur lequel elle repose. Un village comme une métropole utilise en effet le milieu naturel pour se procurer les ressources dont il a besoin pour soutenir son niveau de vie et de consommation. Il restitue ensuite au milieu naturel les déchets issus de la transformation des ressources. Or, le rythme de

renouvellement des ressources et d'absorption des déchets et des nuisances est déterminé par le milieu naturel. Les installations humaines ne peuvent donc pas s'étendre plus que tant, sous peine de surexploiter le milieu naturel dont elles dépendent, jusqu'à ce que celui-ci ne puisse plus remplir le rôle qui lui est demandé. Un excellent exemple est celui de Mexico-City. Les Aztèques ont construit le village de Tenochtitlan dans une cuvette occupée par un lac immense. Le sous-sol contient un aquifère alimenté par les eaux de ruissellement et d'infiltration d'un large bassin. Pendant longtemps, les besoins de la cité sont aisément couverts par la zone d'alimentation. Devenue capitale de l'empire, puis espagnole, Mexico assèche progressivement le lac pour couvrir ses besoins en eau, avant de devoir puiser l'eau dans le sous-sol. Aujourd'hui devenue métropole immense, Mexico est contrainte de pomper toujours plus profondément dans le sous-sol pour trouver de l'eau, à un rythme bien supérieur au rythme de renouvellement naturel de la ressource. Cette dernière était immense mais la ville ne s'est pas mise à l'écoute des besoins environnementaux, se laissant piéger par un dangereux cercle vicieux de surexploitation. Les problèmes qui en découlent sont immenses: affaissement du sol et dégâts aux infrastructures urbaines, nécessité de trouver des solutions remplaçant l'épuisement du capital en eau, ...

Une seconde hypothèse à trait aux capacités financières des communautés humaines pas toujours suffisantes. Car si ces dernières dépendent étroitement des ressources à disposition et de la capacité du milieu naturel d'assainir les eaux souillées par l'usage anthropique, la science et la technique permettent parfois de pallier aux insuffisances de la nature à supporter les activités anthropiques et leurs effets. Les usines de dessalement de l'eau de mer, la construction d'aqueduc de plusieurs dizaines ou plusieurs centaines de kilomètres ou les usines de traitements de l'eau en sont quelques exemples. Seulement, ils font appel à de la haute technologie que seules des ressources financières importantes permettent de développer, de mettre en œuvre et d'entretenir. L'exportation de ces techniques par des programmes de développement n'est souvent pas envisageable, puisque les seuls coûts d'entretien et d'exploitation sont déjà hors de portée de nombreux pays en voie de développement.

La troisième hypothèse découle de la précédente. Il serait humiliant pour un pays riche de ne pas parvenir à gérer le bien si commun qu'est l'eau, alors que la science et les techniques qu'elle développe lui permettent d'y arriver. C'est ainsi qu'au milieu du désert du Nevada existe l'une des villes plus fortes consommatrices d'eau au monde ! Mais la croyance que la science et la technique permettent de tout résoudre peut perversément engendrer la perte de conscience de la dépendance qui nous lie au milieu naturel. En conséquence, tout est permis, voire même encouragé si cela peut créer plus de richesses à court terme. Les interdictions ou les limitations deviennent superflues; la consommation et les rejets augmentent. Ces augmentations sont peut-être inutiles et irrationnelles. Car peut-être que la technique ne peut pas tout solutionner? Ou peut-être nécessite-t-elle plus de technique, auto-alimentant un cercle vicieux qui pourrait s'avérer insupportable à long terme pour le milieu naturel dont il dépend pourtant?

Comment nos villes se situent-elles par rapport à de telles hypothèses et par rapport au scénario noir évoqué ci-dessus? Des éléments de réponses seront fournis dans ce travail, dont le premier objectif sera de déterminer qu'elles sont les différentes parties du cycle urbain de l'eau et de comprendre comment la ville métabolise les multiples intrants nécessaires pour que la *ressource eau* serve au mieux les intérêts de la ville. Une attention

toute particulière sera apportée à la manière dont la ville perturbe le cycle naturel de l'eau pour créer un cycle artificiel. Les impacts engendrés sur l'environnement seront évalués, auxquels on adjoindra les pôles sociaux et économiques permettant de refermer le triangle du développement durable. Il sera alors possible de répondre à la question suivante: comment profiter durablement des multiples services rendus par la *ressource eau* dans la ville en minimisant les impacts sur l'environnement et en rendant la ville plus autonome ?

Après avoir défini théoriquement quelques concepts nécessaires et mis en place les grandes lignes du cycle de l'eau, l'essentiel de ce travail s'attardera sur la ville de Lausanne. L'étude du cycle lausannois de l'eau est prioritairement divisée en deux grands pôles: la production, l'adduction et la distribution de l'eau potable d'une part, la gestion des eaux usées de l'autre. Ils sont ensuite réunis en un chapitre commun, tentative d'établir une sorte de bilan écosystémique du cycle de l'eau lausannois, réunissant l'essentiel des inputs et des outputs nécessaires à son fonctionnement. Enfin, ce travail est ponctué par l'évaluation de la durabilité de la gestion lausannoise de l'eau et par l'énonciation de quelques propositions devant permettre de l'améliorer.

Pour ce faire, de multiples contacts ont été pris avec les acteurs qui permettent le cycle urbain de l'eau. Les services municipaux de distribution d'eau et d'assainissement ont été tout particulièrement approchés. De vive voix, par téléphone ou par messagerie électronique, ils ont subi le flux de mes questions, souvent triviales ou anodines, quelques fois j'espère pertinentes ou dérangeantes. A de multiples reprises, ils m'ont fait parvenir des données ou des informations et sont alors devenus les principales sources sur lesquelles s'est construite cette réflexion. Ils m'ont aussi permis de me faire une idée de quelques facettes du cycle lausannois de l'eau en m'emmenant sur le terrain et me permettant de comprendre de visu certaines de ses étapes. Des contacts ont aussi été entrepris avec les services cantonaux, avec des organisations ou avec des privés concernés par cette problématique. La confrontation des avis et des informations récoltées m'a permis d'obtenir une vision plus générale et de développer un esprit critique. Je tiens à remercier vivement ces personnes, qui se reconnaîtront sans doute.



## 2. Aspects théoriques

---

### 2.1 MÉTABOLISME URBAIN, EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

#### 2.1.1 MÉTABOLISME URBAIN

Les villes concentrent l'essentiel de la population humaine, de l'activité économique et politique ou encore des services sociaux, sportifs ou culturels et pourtant elles n'occupent qu'une part infime de la surface terrestre. Des estimations l'évaluent à moins de 2 % de la surface des terres émergées (Pacione, 2001 : 582).

Pour soutenir ce haut niveau d'activité, les villes concentrent la majeure partie des flux d'énergie et de ressources terrestres sous forme de matières premières en provenance de l'écosphère qui l'entoure (campagnes, mers, ...) ou de produits manufacturés importés de diverses régions. Inversement, elles produisent l'essentiel des nuisances et des déchets qu'elles déversent dans cet arrière-pays. Pour parler de ce phénomène, les théoriciens ont mis au point la notion, dérivée de la biologie, de métabolisme urbain.

Selon le Petit Larousse 1994, le métabolisme est « l'ensemble des processus complexes et incessants de transformation de matière et d'énergie par la cellule ou l'organisme, au cours des phénomènes d'édification et de dégradation organiques (anabolisme et catabolisme) ».

D'autre part, la ville est le lieu abritant la collectivité, comprise comme un organisme social, et lui permettant de maintenir et de contrôler sa structure. Il est dès lors aisé de déformer cette définition pour la rendre applicable à la ville, considérée comme un écosystème et dire qu'

une agglomération urbaine peut être représentée comme une unité métabolique complexe avec un ensemble d'entrée (matières premières, produits semis finis, produits alimentaires, etc.) un ensemble de transformation (de ces matières, produits semis finis, etc.) et un ensemble de sortie (produits manufacturés, déchets gazeux, liquides et solides, etc.). (Bochet, Cunha, 2003 : 8)

La ville est ainsi un nœud de transferts de flux de matière et d'énergie qu'elle utilise et transforme pour satisfaire ses besoins, maintenir sa stabilité ou étendre son influence. Les flux de matière et d'énergie sont dégradés sous forme de déchets, de nuisances et d'énergie dissipée.

Georgescu-Roegen (1979) a théorisé cette idée en appliquant au système économique régissant notre société les principes de la thermodynamique et notamment *la loi de l'entropie*, où l'entropie est comprise comme une mesure de la quantité de désordre d'un système. Ce n'est pas le lieu ici de reconstruire toute la théorie de la thermodynamique

et le parallèle brillamment tiré par cet auteur avec le système économique. Néanmoins, voyons brièvement à quoi aboutit son étude et quelles en sont les implications pour la ville.

Selon le deuxième principe de la thermodynamique, « l'entropie d'un système clos augmente continuellement (et irrévocablement) vers un maximum » (Georgescu-Roegen, 1979: 47). En effet, chaque utilisation ou chaque transformation de la matière et de l'énergie aboutit à une dégradation de celles-ci, de telle sorte qu'elles deviennent, à terme, inutilisables en raison de la trop grande dissipation de leur valeur exploitable.

« Cependant, [l'organisation de ce système] le conduit à contrecarrer cette tendance en empruntant au milieu les éléments qui lui permettent de maintenir sa structure, de se développer » (Passet, 1979: 98), sous une forme ou sous une autre et pour une durée déterminée. Mais « si l'on examine le système plus large constitué par l'organisme et son environnement (...), on s'aperçoit que l'activité structurante du premier se paie toujours d'emprunts et de rejets qui désorganisent le second. Un gain localisé en néguentropie n'est possible qu'au prix d'un supplément d'entropie apparaissant ailleurs » (Passet, 1979: 100-101).

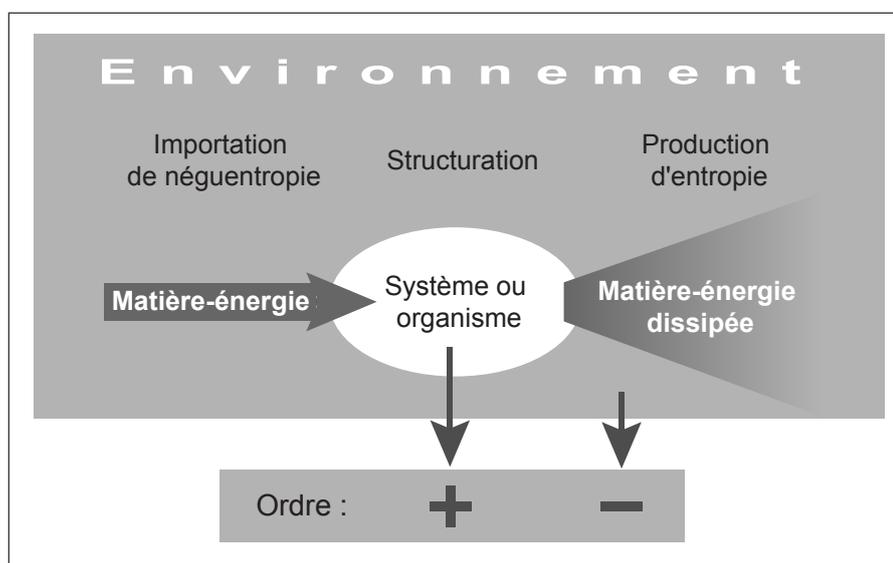


Fig. 1 : l'apport de néguentropie structure l'organisme

Malheureusement, ce transfert de basse entropie ne se fait qu'imparfaitement et des pertes sont occasionnées. En conséquence, « chaque action, de l'homme ou d'un organisme, voire tout processus dans la nature, ne peut aboutir qu'à un déficit pour le système global » (Georgescu-Roegen, 1979: 51). Par exemple, la lutte constante pour permettre le fonctionnement du corps humain nécessite la transformation en énergie d'une certaine quantité d'intrants prélevés à l'extérieur sous forme d'aliments. Le rendement de cette transformation n'est pas parfait et une certaine quantité d'énergie est perdue, ni utilisée par l'extérieur, ni par le corps humain. Ou encore, l'utilisation de l'énergie électrique pour faire tourner un moteur s'accompagne toujours d'une perte d'énergie sous forme de chaleur trop dissipée pour être valorisée.

Ce qui est vrai pour des systèmes ou organismes simples l'est aussi pour l'ensemble des activités humaines. Le maintien de ses structures et de son ordre n'est possible qu'en puisant massivement dans le capital naturel, lui-même résultant de la transformation de sa seule source d'énergie réelle, l'énergie solaire. L'illustration suivante schématise

l'emprunt – le pillage ? – et la transformation des biens du capital naturel par les activités humaines. Notons l'erreur logique commise par les sociétés industrielles. Elles puisent sans limite dans une réserve non renouvelable que sont les stocks de matières premières fossiles (ressources minérales, pétrole, charbon, ...) alors que le seul intrant infini du système – l'énergie solaire – n'est exploitée que marginalement aujourd'hui, hormis par l'agriculture !

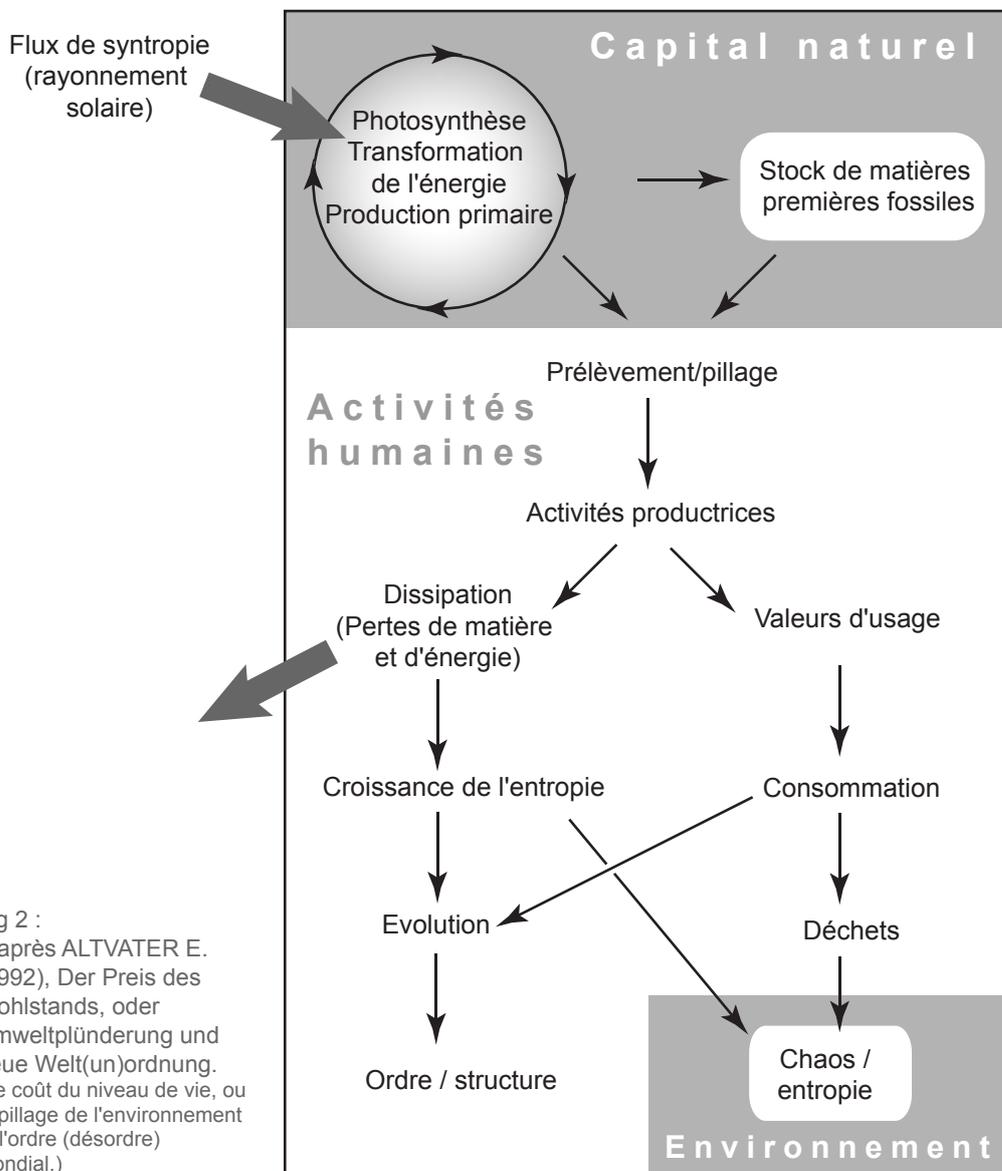


Fig 2 :  
D'après ALTVATER E. (1992), Der Preis des Wohlstands, oder Umweltplünderung und neue Welt(un)ordnung. (Le coût du niveau de vie, ou le pillage de l'environnement et l'ordre (désordre) mondial.)

Ce qui a été dit et schématisé plus haut pour un organisme ou pour l'ensemble des activités humaines vaut également pour la ville. Au prix de multiples actions transformant l'environnement naturel en espace construit (importation d'énergie et de matière et leur structuration par l'information transmise par le travail humain), la ville devient le lieu d'ordre et de structure permettant plus aisément les activités humaines (habitat, mobilité, travail, loisirs, ...). En vertu de ce qui précède, « la baisse de l'entropie de la [ville] n'a pu être obtenue qu'au prix d'un accroissement plus important de l'entropie ailleurs » (Georgesco-Roegen, 1979: 24). Ailleurs est parfois l'arrière-pays immédiat, mais de plus en plus, en raison de la mondialisation de l'économie, des territoires éloignés hors des frontières et du continent auxquels appartient l'unité urbaine considérée.

### 2.1.2 L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

Les stocks importés de faible entropie permettant le bon fonctionnement de la ville interpellent : où sont-ils prélevés, comment et combien ? Un procédé de quantification original a été inventé par William Rees par une méthode de calcul permettant de déterminer l'empreinte écologique d'un individu ou d'une collectivité. Selon Rees<sup>1</sup>, « l'empreinte écologique est la surface correspondante de terres productives et d'écosystèmes aquatiques nécessaires pour produire les ressources utilisées et à assimiler les déchets produits par une population définie à un niveau de vie matériel spécifié, là où cette terre se trouve sur la planète ».

Ce calcul, exprimé en hectares par habitant ou en kilomètres carrés pour une ville, quantifie la dépendance à la nature de la société. Il permet d'appréhender très simplement – ses détracteurs diront simplistement, mais n'est-ce pas la propriété d'un modèle que de simplifier la réalité ? – le poids exprimé en surface d'un individu ou d'une collectivité sur l'écosphère. Il permet ainsi de répondre à des questions quant au niveau de dépendance d'une société de l'importation de ressources ou de la suffisance de la productivité de la nature pour satisfaire les attentes matérielles d'une société actuelle et future (Wackernagel, Rees, 1999 : 29).

Le constat découlant de cette idée est simple : « sur une planète limitée, tous les pays ou régions ne peuvent pas être des importateurs nets de capacité de charge écosystémique »<sup>2</sup>. En d'autres termes, le besoin de surface productive pour soutenir une collectivité ne peut s'étendre à l'infini, puisqu'elle entre en concurrence avec le besoin similaire d'autres collectivités sur un espace inextensible.

Mais, plus grave, afin de préserver son haut niveau de consommation de ressources et de rejet de déchets et de nuisances, la collectivité est amenée à entamer le stock de capital naturel et à s'écarter du principe d'équité envers les générations futures préconisés par le rapport de la Commission Brundtland :

le capital naturel réfère à tout stock d'avoirs naturels qui rapportera une récolte de précieux biens et services dans l'avenir. Par exemple, une forêt, un stock de poissons ou une nappe aquifère peuvent produire, année après année, une récolte ou un approvisionnement potentiellement durables. La forêt ou le stock de poissons sont le capital naturel et la récolte *durable* est le revenu naturel. Le capital naturel fournit aussi des services tels que l'absorption des déchets, le contrôle de l'érosion et des inondations, et la protection contre les radiations ultraviolettes. (Wackernagel, Rees : 1999, 59)

Une collectivité peut importer de la basse entropie en puisant dans le stock de capital naturel, sous forme de ressources non renouvelables ou en excédant la récolte durable de ressources renouvelables. Le déficit, en terme de capital naturel ou en terme de basse entropie, sera alors supporté par les générations futures.

### 2.1.3 DE LA NÉCESSITÉ D'UN SYSTÈME URBAIN SYNTROPIQUE

La ville n'a souvent pas conscience de puiser (d'épuiser ?) dans les campagnes avoisinantes pour satisfaire les besoins de son métabolisme. Celui-ci diffère sensiblement du métabolisme des écosystèmes naturels. En effet, le métabolisme urbain est linéaire à la différence du métabolisme naturel cyclique :

Resources flow through the urban system with little concern about their origin or about the destination of wastes; inputs and outputs are considered as largely unrelated. (...) This linear model of production, consumption and disposal differs markedly from nature's circular metabolism in which every output by an organism is also an input that renews and sustains the whole living environment. In its current form, urban metabolism is disruptive of natural cycles, promotes waste and undermines the goal of sustainable urban development. (Pacione, 1999: 582)

Pour répondre aux critères de durabilité, le métabolisme urbain, fortement imparfait, doit tendre à se rapprocher des solutions cycliques et régénératives développées par les différents écosystèmes naturels. Coopérant tous au fonctionnement de Gaïa<sup>3</sup>, les écosystèmes naturels ne bénéficient que d'un input, l'énergie solaire surabondante (huit milliards de MWh, soit un million de centrales nucléaires [VESTER, 1987: 4]), d'aucun output. La biomasse se recycle parfaitement, ne produisant aucun déchet qui ne puisse être valorisé comme ressource par une autre partie d'elle-même. Les cycles sont fermés: eau, carbone, azote, ... Ces écosystèmes s'autorégulent, de sorte qu'ils n'excèdent jamais leur capacité de charge.

La ville est très éloignée de cette autonomie. « Elle ne produit de manière endogène, interne, ni la matière ni l'énergie nécessaire pour satisfaire l'ensemble des besoins et des demandes de la population. [D'autre part], la quasi-absence de sol organique nécessite l'évacuation d'un grand volume de déchets hors de l'écosystème urbain » (Bochet, Cunha, 2003: 8).

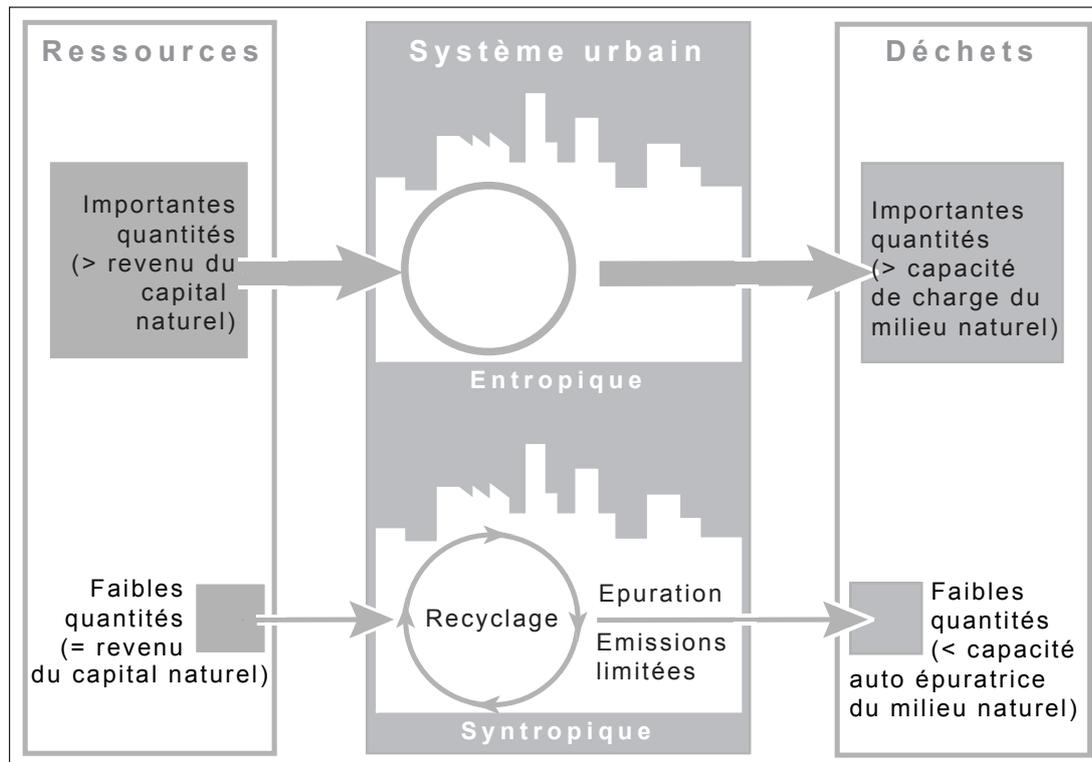


Fig. 3 : système urbain entropique vs système urbain syntropique

Pourtant, à terme, la ville n'aura pas le choix: elle ne pourra pas puiser indéfiniment dans des ressources minérales ou organiques fossiles limitées. Elle ne pourra s'en sortir que si elle parvient à s'insérer dans les cycles fermés de Gaïa. C'est là tout le défi de la ville d'aujourd'hui pour le futur: développer des stratégies permettant de transformer son système urbain hautement entropique actuel vers un système urbain syntropique, c'est-

à-dire un système urbain qui cherche à minimiser sa production d'entropie, supportée par l'environnement. A terme, le système de production humain ne doit, à l'image des écosystèmes naturels, reposer que sur le seul intrant net du système, le flux solaire, sous forme d'énergie (lumière, chaleur, vent, énergie potentielle de l'eau,...) et du revenu durable de la biomasse.

Ces stratégies existent déjà marginalement et nécessiteraient d'être développées. Citons non exhaustivement le tri et la revalorisation des déchets, la minimalisation des usages dissipatifs et l'optimisation de l'utilisation des biens et de l'énergie, le contrôle des émissions, l'épuration des eaux et des fumées, les symbioses industrielles et les partenariats urbains ou encore la maîtrise de l'espace par l'aménagement du territoire vers des formes urbaines moins gourmandes en entropie.

Ce travail n'a pas pour ambition d'étudier le métabolisme urbain dans son ensemble, mais plutôt sectoriellement, dans les limites du cycle urbain de l'eau. Cette approche est très artificielle, puisque chaque activité urbaine est très étroitement liée à d'autres, dont les contributions au métabolisme urbain sont très diverses. Répondre aux questions suivantes ne sera donc que partiel car il n'est pas possible dans le cadre d'un travail de cette envergure d'en évaluer l'ensemble. Le cycle urbain de l'eau est-il durable ? produit-il une entropie insupportable à terme pour l'environnement ? existe-t-il des stratégies permettant d'insérer mieux le cycle urbain de l'eau dans les cycles naturels ?

## 2.2 LE CYCLE URBAIN DE L'EAU

Le cycle naturel de l'eau est abondamment étudié, déjà dans les petites classes. Il est vrai qu'il y a quelque chose de captivant dans ce mouvement perpétuel alimenté en énergie solaire. On y voit comment l'eau transite par les trois états de la matière. On y apprend comment la vapeur d'eau atmosphérique se transforme en précipitations, ruisselle vers les cours d'eau de surface et les grandes étendues lacustres ou maritimes ou s'infiltrate dans le sol pour former les réseaux souterrains et les aquifères. On y apprend aussi que la végétation en capte une partie pour ses besoins et en restitue à l'atmosphère par évapotranspiration. L'évaporation des eaux de surface vient compléter le réapprovisionnement des eaux atmosphériques pour fermer la boucle et en permettre le recommencement.

Evidemment, le cycle est plus complexe que cela et il fait intervenir de nombreuses sciences, comme l'hydrologie, la climatologie, la pédologie, la botanique, ... Ce n'est pas l'objet de ce travail de passer en revue les nombreuses publications qui ont été écrites à ce sujet et de détailler précisément chacune des étapes de ce cycle. Ce qui importe ici est de saisir comment la ville s'insère dans le cycle naturel, compris plus ou moins intuitivement (voir fig. 4) et, si c'est le cas, de quelle manière elle le perturbe.

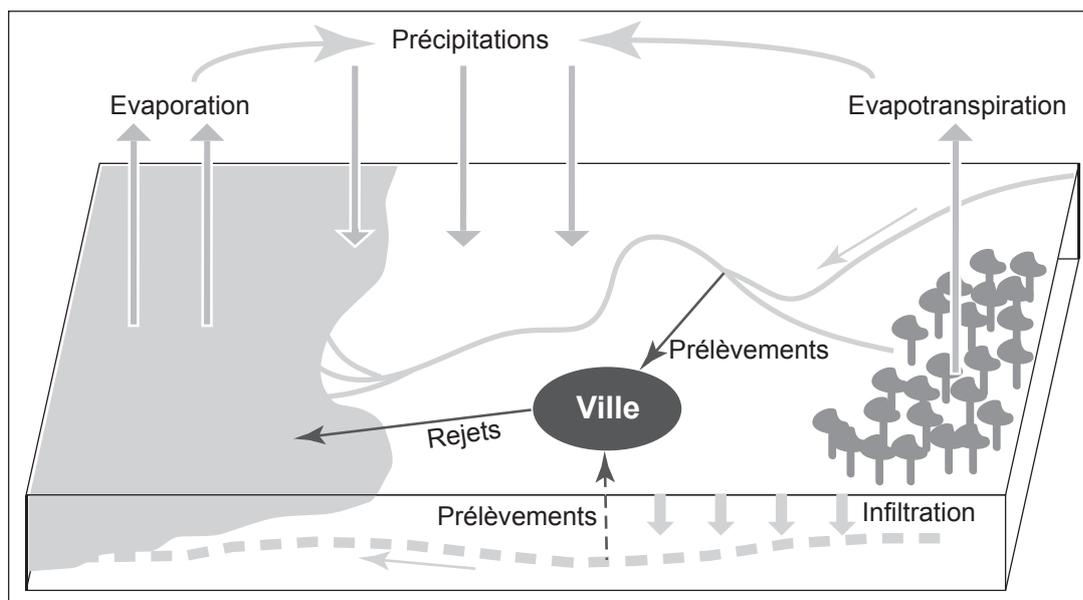


Fig. 4 : insertion et perturbation par la ville du cycle naturel de l'eau

Historiquement, les villes se sont situées au plus près des ressources hydriques. Les cinq villes suisses de plus de 100'000 habitants sont toutes sur les rives d'un lac (Zurich, Genève, Lausanne) ou aux abords d'un axe fluvial majeur (Berne, Bâle). Les raisons étaient parfois défensives (Berne) ; elles permettaient parfois de meilleurs échanges commerciaux (Bâle) ; mais elles étaient toujours vitales. Il en est de même pour les principales métropoles mondiales : aucune n'est éloignée d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau d'importance, puisque la possibilité de jouir de ressources hydriques suffisantes est un facteur limitant décisif pour l'expansion d'une ville. C'était autrefois le cas pour faire tourner les moulins de l'artisanat local et pour irriguer les champs aux abords de la ville. Elles sont aujourd'hui un facteur de localisation pour des industries biotechnologiques aux besoins d'eaux très précis ainsi que pour leurs cadres aux envies de piscines privées tout aussi précises.

On peut donc imaginer a priori que si la proximité de la ressource est si importante pour le développement urbain, les effets de la ville sur la ressource ne sont inversement pas absents ! C'est au travers des trois étapes urbaines du cycle de l'eau, à savoir l'approvisionnement, l'utilisation puis l'assainissement des eaux rejetées, que nous aborderons la compréhension du cycle urbain de l'eau et son insertion au sein du cycle naturel de l'eau.

## 2.2.1 L'APPROVISIONNEMENT

L'approvisionnement en eau potable d'une cité se fait en trois phases successives : les prélèvements, l'adduction et la distribution. Ces trois termes résument l'action anthropique soutirant l'eau du milieu naturel pour l'acheminer jusqu'au robinet du consommateur. L'approvisionnement inclut aussi les phases de traitement de l'eau et de son stockage.

### 2.2.1.1 LES PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements se font aujourd'hui dans de multiples milieux où de l'eau est présente. L'évolution des techniques de traitement de l'eau a permis de diversifier les sources d'approvisionnement et d'augmenter les volumes potentiellement disponibles.

Les eaux souterraines, de bonne qualité en raison de leur temps de séjour à l'abri des pollutions, en font des eaux très prisées. Elles peuvent être eaux de source qui affluent à la surface suite à un parcours souterrain plus ou moins long. Elles peuvent être eaux de nappes libres et doivent dans ce cas être pompées jusqu'à la surface. Elles peuvent être eaux de nappes captives et/ou fossiles, recouvertes par une couche géologique imperméable au travers de laquelle un forage est nécessaire. Dans les pays où la ressource en eau est rare, des forages de plusieurs centaines de mètres de profondeur ont été exécutés. Le prix de l'eau s'en ressent, mais l'approvisionnement est alors assuré à moyen terme. Si les eaux souterraines sont de bonne qualité, elles sont en revanche sujettes à épuisement si les pompages excèdent la vitesse de renouvellement des aquifères. Certaines villes se sont développées sans en tenir compte, accélérant toujours plus l'abaissement du niveau de ces nappes. Les alternatives sont parfois inexistantes pour pallier aux pénuries prévisibles mais inévitables à venir.

Dans le passé, les eaux de surface étaient privilégiées pour leur facilité d'accès. Mais la qualité parfois moindre de cette eau, à laquelle il faut ajouter les pollutions d'origine anthropique, a quelque peu détourné les collectivités de cette ressource. Aujourd'hui, à l'aide d'outils de traitement de l'eau toujours plus perfectionnés, les distributeurs d'eau y reviennent en force. C'est ainsi que les lacs et les cours d'eau de surface sont abondamment utilisés. Même les eaux de mer sont utilisées aujourd'hui. Certains pays en sont d'ailleurs presque totalement dépendant (Qatar, Koweït). Seul bémol à la technique de dessalement de l'eau de mer, le besoin énergétique et le coût de la technique la rendent inaccessible à de nombreux pays. Contrairement aux eaux souterraines, les prélèvements dans les eaux de surface ont un effet visuel immédiat. En conséquence, elles devraient plus facilement être protégées de l'épuisement. Mais ce n'est pas toujours le cas : certains fleuves sont vidés de leurs eaux, sans égard à l'usage de la ressource qu'aimeraient en faire les populations en aval. Des conflits interétatiques ont du reste déjà éclaté pour ce motif. On ne peut

qu'espérer que la pression croissante sur la ressource eau sera accompagnée d'une gestion durable et concertée entre les communautés concernées !

Enfin, d'autres solutions sont encore envisagées aujourd'hui. Citons par exemple le remorquage d'icebergs géants par des navires; l'exploitation toujours plus profonde de ressources lithosphériques supposées abondantes; l'exportation et le transport maritime de gigantesques sacs étanches remplis d'eau douce.

### 2.2.1.2 L'ADDUCTION ET LA DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE

L'adduction est le terme utilisé par les distributeurs d'eau nommant l'action d'amener l'eau du point de prélèvement aux réservoirs. Des conduites de dimensions le plus souvent importantes se chargent de ce travail, accompagnées, si la topographie le demande, de stations de pompage et de relèvement. La construction et la pose de ces conduites sont souvent assez coûteuses. C'est pourquoi les ressources locales sont privilégiées. Lorsqu'elles manquent ou sont insuffisantes, d'importants ouvrages peuvent être construits. Les aqueducs romains en sont d'anciens exemple, dont le Pont-du-Gard est un témoin magnifique. La croissance de la demande développe des projets d'ampleur folle. Déjà existant, l'aqueduc qui s'étend du Lac Havasu sur le Colorado jusqu'au centre de l'Arizona traverse des étendues quasi désertiques sur plus de cinq cents kilomètres (de Marsily, 2000 : 101). Des projets de plus de mille kilomètres sont étudiés : détourner les eaux du Rhône français pour satisfaire les besoins agricoles andalous ou celles des grands lacs nord-américains comme alternative à l'épuisement du gigantesque aquifère Ogalla des Hautes Plaines du Midwest américain.

Dès que l'eau est amenée aux portes de l'urbain, elle est dirigée vers d'importants réservoirs. Ceux-ci permettent aux services de l'eau de répondre à la flexibilité de la demande (services du feu) ou à de brusques variations de l'adduction (accident, panne, ...). D'autre part, ces *réservoirs tampons* servent de relais dans les réseaux maillés de distribution. Ils permettent par exemple de déterminer plusieurs zones de pression si la ville a une topographie difficile.

A partir de ces réservoirs, le réseau de distribution alimente chaque immeuble et borne hydrante en eau sous pression. Le réseau enterré sous la chaussée a tout intérêt à être fortement maillé. En effet, en cas de travaux d'entretien (conduites, réservoirs, ...) ou de rupture de canalisation, il sera plus facile de rétablir rapidement l'eau dans un quartier qu'avec un réseau peu maillé, très dépendant de chaque nœud d'approvisionnement. On se rend compte ainsi que la longueur totale du réseau de distribution au sein d'une ville est considérable. Cela pose parfois un problème quand on sait qu'à l'image de sa surface, le monde urbain souterrain est très encombré par les fondations des immeubles et les multiples autres réseaux utiles au fonctionnement de la ville. Les coûts des travaux de construction, de réparation et de remplacement des conduites vétustes sont ainsi très élevés et sont largement responsables du prix de l'eau facturée au consommateur ou supportée par la collectivité.

## 2.2.2 L'UTILISATION

### 2.2.2.1 L'USAGE AGRICOLE

L'agriculture est de loin le secteur économique le plus grand consommateur d'eau. 60 à 80 % des prélèvements totaux en eau sont attribués à l'eau d'irrigation. Comme cette eau n'est potable que pour un volume restreint du total et que l'irrigation est parfois une affaire locale voire privée, les données manquent ou sont imprécises.

De plus, bien que champs, vergers ou serres n'ont pas déserté totalement la ville ou l'agglomération, les terrains en question sont condamnés à disparaître: en Suisse comme à Lausanne, l'urbanisation grignote petit à petit ces espaces *ruraux* au sein de l'agglomération.

Ces deux raisons nous ont fait exclure l'eau agricole de la problématique de ce travail, et ce thème ne sera abordé que très sommairement ou indirectement dans les pages qui suivent. Toutefois, gardons à l'esprit trois liens importants entre eau, agriculture et urbain. Premièrement, même si le nombre d'exploitation décroît continuellement en Suisse depuis des décennies, maraîchers et paysans urbains peuvent consommer un volume considérable d'eau rendue potable par les services des eaux des villes. Deuxièmement, les terrains agricoles urbains réduisent les taux d'imperméabilisation de la ville et permettent l'infiltration des eaux atmosphériques. En conséquence, ils diminuent la rapidité et le volume des crues pouvant causer des inondations en cas de fortes pluies. Enfin, si la ville a exporté en dehors de ses terres la quasi totalité de ses besoins en produits agricoles, elle a exporté dans des proportions similaires le besoin en eau pour les produire. Le besoin urbain en ressources hydriques est réduit artificiellement et disparaît des données locales. Disons en guise d'exemple qu'un kilo de riz a nécessité 4500 litres d'eau, un kilo de blé 1500 litres (Rouyrre, 2003 : 31).

### 2.2.2.2 L'USAGE INDUSTRIEL

L'industrie est le second secteur économique utilisateur d'eau. Selon Dézert et Frécaut (1978 : 34-35) ou Vilaginès (2003 : 89), les fonctions remplies par l'eau dans ce secteur sont triples: fonction d'entraînement, fonction de refroidissement et fonction de matière première. A l'image de l'usage agricole des eaux, les fonctions que nous évoquons ci-dessous ne concernent plus forcément la ville. En effet, l'industrie lourde a été chassée de la ville, soit vers sa périphérie, soit même hors de l'agglomération ou des frontières nationales.

La fonction d'entraînement regroupe les fonctions de lavage et d'élimination des déchets ainsi que celle de transport hydraulique. L'énergie hydro-électrique peut aussi être classée dans cette catégorie, puisque c'est la force d'entraînement de l'eau qui fait tourner les turbines productrices d'électricité. Les exigences de qualité de l'eau utilisée pour sa force d'entraînement sont très basses.

La fonction de refroidissement, en circuit ouvert ou fermé, utilise certainement le volume d'eau le plus important dans l'industrie. Les industries nécessitant le transfert de chaleur sont les centrales nucléaires, les centrales thermiques, la métallurgie et de nombreux types d'utilisation de chaudières. La pollution est exclusivement thermique, parfois sous forme liquide après restitution dans le milieu naturel, parfois sous forme gazeuse relâchée dans

l'atmosphère. La centrale nucléaire est un exemple pour chacune d'elles: d'une part, d'énormes panaches de vapeurs d'eau s'en échappent, visibles de très loin; d'autre part, une élévation sensible de la température du fleuve sur lequel elle est souvent localisée est ressentie en aval de celle-ci.

La qualité des eaux de refroidissement peut également être faible. La seule exigence est d'avoir une eau de dureté relativement faible, puisque le calcaire d'une eau chauffée précipite et encrasse rapidement les canalisations.

La fonction de matière première nécessite une eau de meilleure qualité que les fonctions précédentes, parfois même de l'eau potable voire de qualité encore supérieure. Elle peut être bien de consommation pour la production d'eau embouteillée, de bière, de sodas, ou peut être utilisée par l'industrie chimique, pharmacologique, biotechnologique comme réactif chimique ou comme solvant universel.

### **2.2.2.3 LES USAGES DOMESTIQUES ET PUBLICS**

Les ménages et le secteur des services utilisent l'eau potable pour des usages similaires, ce qui nous permet d'agréger ces deux types de consommation. L'eau y remplit principalement des fonctions d'alimentation (eau de boisson et cuisson d'aliments), d'hygiène (sanitaire, douche, soins corporels), de nettoyage (linge, vaisselle, voiture) ou encore d'arrosage. Remarquons que seuls les faibles besoins physiologiques nécessitent une qualité de l'eau irréprochable, définie légalement.

Les besoins publics d'eau servent aux services et à l'entretien des domaines publics (nettoyage des rues, arrosage des espaces verts). Ils remplissent aussi des fonctions récréatives (fontaines, piscines, ...) et des fonctions de protection (luttés contre les incendies).

### **2.2.2.4 LA CONSOMMATION D'EAU EN SUISSE**

La SSIIGE, Société Suisse de l'Industrie du Gaz et de l'Eau, réunit des informations de la plupart des distributeurs d'eau de Suisse. Les chiffres qu'elle livre ne concernent donc que les volumes d'eau produits et acheminés par ces distributeurs. Ainsi, les eaux collectées hors des réseaux publics de distribution ne rentrent pas dans leurs statistiques. Il s'agit principalement des eaux de pluie et des eaux puisées directement dans le milieu naturel par les agriculteurs. Il s'agit aussi d'un certain volume utilisé par des industries gourmandes en eau non potable, localisées près de cette ressource, et qui s'occupent elles-mêmes de leur approvisionnement. Par exemple, les centrales nucléaires profitent de la fonction de refroidissement du cours d'eau aux abords duquel elles se sont construites; les industries d'électrolyse d'aluminium et les producteurs d'électricité profitent de l'énergie potentielle de l'eau dans les régions montagneuses; l'industrie chimique bâloise localisée sur le Rhin combine les fonctions d'entraînement, de matière première et de refroidissement. Remarquons que puisque la plupart de ces industries n'ont jamais été situées dans les villes où qu'elles n'y sont plus suite à la tertiarisation de l'urbain, ces omissions ne portent pas à conséquence.

En 1999, les distributeurs d'eau suisses ont fourni un peu plus d'un milliard de mètres cubes d'eau, ce qui représente grosso modo le volume du lac de Biemme, soit 400 litres par habitant et par jour. De ces 400 litres, 160 à peu près sont consommés pour un usage

domestique. Le solde est utilisé par l'industrie, l'artisanat, les fontaines, les services du feu ou les pertes. Il est à noter que ces chiffres ont subi une assez forte baisse depuis 20 ans. La baisse totale est de 100 litres par habitant et par jour, dont 20 concernent la consommation domestique. Si la conscience écologique et de nouveaux procédés industriels jouent un rôle indéniable dans cette évolution, les restructurations du secteur industriel et la délocalisation des industries les plus polluantes et les plus gourmandes en ressources doivent aussi être considérées. Par exemple, la production d'une tonne de papier a besoin de 500 mètres cubes d'eau (Rouyrre, 2003 : 32), qu'elle soit produite en Suisse ou à l'étranger. La croissance de consommation de ce produit en Suisse entraîne une croissance globale de la consommation d'eau, même si les statistiques suisses indiquent une diminution en raison d'une délocalisation!

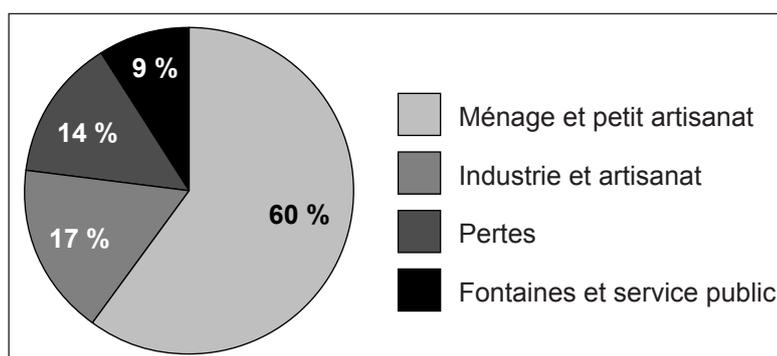


Fig. 5 : destination de la production d'eau potable  
 Source : www.eaupotable.ch (SSIGE)

Bien que la consommation domestique ne représente même pas la moitié des livraisons publiques d'eaux sur l'ensemble de la Suisse, arrêtons-nous y plus spécifiquement. Des données à ce sujet sont fournies par la SSIGE, en collaboration avec l'Office Fédéral de l'Environnement, de la Forêt et du Paysage (OFEP). Elles résultent d'une étude évaluant précisément la consommation d'eau domestique dans les ménages suisses. Ces chiffres, représentés par le graphique ci-dessous (fig. 6) datent de 1997 mais restent tout à fait représentatifs de la consommation actuelle.

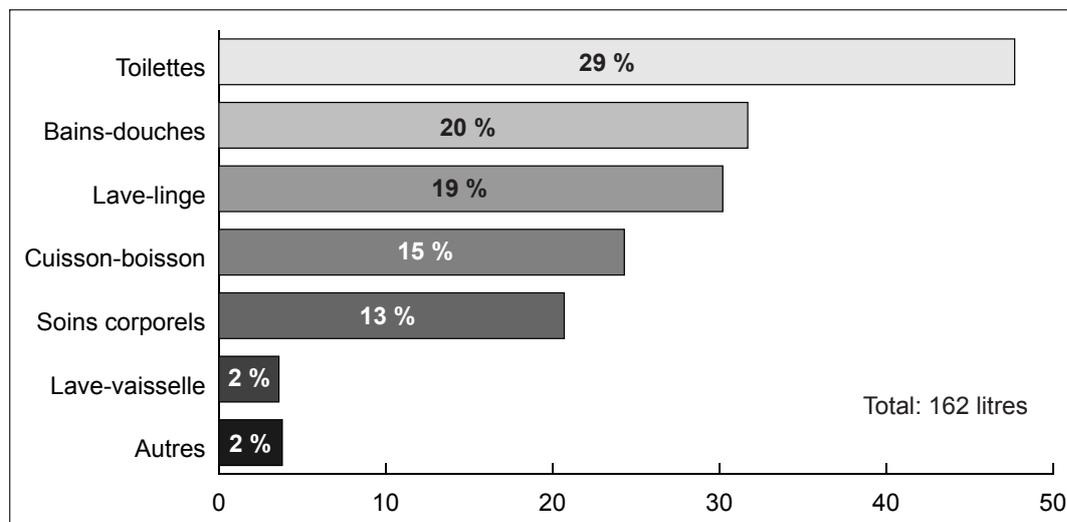


Fig. 6 : consommation domestique, Suisse, 1997  
 (Source : www.eaupotable.ch)

On s'aperçoit que l'eau domestique est surtout utilisée pour des fonctions de nettoyage et d'évacuation de déchets. L'eau n'est pas consommée à proprement dit, mais transite simplement en entraînant les déchets solides ou liquides induits par les besoins de l'individu et de son logement. Seul 15 à 20 % du total sont utilisés comme denrée alimentaire. Dans l'optique cyclique retenue pour ce travail, cette information est assez importante: on introduit dans le cycle urbain de l'eau des éléments absents du cycle naturel. Il s'agira donc de s'interroger quant au devenir de ce flux de déchets.

Même si l'eau de boisson n'est pas la plus importante en terme de volume, c'est évidemment elle qui détermine les normes de qualité pour l'ensemble de l'eau potable délivrée chez le consommateur: seule la catégorie la plus exigeante, celle dont les normes sont les plus restrictives, peut déterminer la qualité de l'eau de l'ensemble. Ainsi, la législation helvétique (chapitre 28 et annexes de l'ODAL) définit les valeurs limites des substances étrangères contenues dans l'eau, considérée comme eau de boisson.

L'eau de cuisson, bouillie, puis l'eau utilisée pour les soins corporels, enfin l'eau utilisée par la chasse d'eau, pour arroser les plantes ou pour les nettoyages n'ont dégressivement pas besoin de répondre à de tels critères de qualité. Les anciens qui allaient chercher l'eau à la fontaine ou les habitants des pays à fort stress hydrique ne le savent que trop bien et considèrent certainement l'usage que l'on fait de cette eau comme du gaspillage. Il est vrai qu'aujourd'hui, l'eau courante est devenu un service *qui va de soi*. Personne n'imagine plus qu'il pourrait en être autrement. La plupart ignorent les efforts et le travail réalisé en amont et en aval du trajet domestique si tenu au sein du cycle urbain de l'eau. La part minimale du prix de l'eau dans le budget du ménage n'incite non plus pas à remettre en cause un système qui s'est mis en place depuis des décennies.

La question de mettre à disposition du ménage des eaux de qualité diverses est légitime, compte tenu de l'usage si disparate de la ressource eau. C'est pourquoi les questions de la construction de réseaux séparatifs ou de la mise en place d'astuces architecturales de récupération de l'eau seront discutées au chapitre 7.4.

## 2.2.3 L'ASSAINISSEMENT

### 2.2.3.1 L'ÉVACUATION DES EAUX USÉES ET LEUR TRAITEMENT

À la suite des quelques secondes d'utilisation domestique ou industrielle, l'eau est évacuée. D'une manière inverse à l'adduction et à la distribution de l'eau potable, le réseau de collecte des eaux usées concentre les eaux des immeubles et des maisons individuelles vers une ou plusieurs stations d'épuration des eaux (STEP). Cette dernière a pour mission de séparer l'eau du flux de déchets qui y a été ajouté lors de l'utilisation de l'eau potable. À l'aide de traitements mécanique, biologique et chimique, la STEP divise le volume d'eaux usées en deux parties: les eaux traitées et les boues d'épuration.

Les eaux traitées sont des eaux relativement propres qui doivent satisfaire aux conditions de l'OEaux et notamment aux valeurs limites d'émissions contenues dans son annexe 3. Si ces eaux ne sont que *relativement* propre, c'est parce que l'on estime que la capacité d'épuration naturelle des écosystèmes remplacera avantageusement une épuration artificielle plus poussée et forcément onéreuse. Le défi est alors d'adapter le niveau d'épuration par la STEP en fonction du milieu récepteur de ses rejets. Le milieu récepteur peut être une rivière ou un fleuve, un lac ou encore une mer.

Les boues d'épuration sont quant à elles le résultat condensé des déchets introduits dans le cycle de l'eau. En majorité, ces polluants sont des dérivés du carbone, de l'azote et du phosphore, qui sont tous trois des agents fertilisants. C'est pourquoi ces boues étaient autrefois utilisées comme boues d'épandage pour engraisser les champs. Mais on s'est aperçu que les eaux usées contenaient une quantité croissante d'autres éléments, toxiques, comme par exemple les métaux lourds ou des molécules pharmaceutiques résiduelles. Afin d'éviter que ces produits ne remontent la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme, ces boues ne sont plus utilisées comme engrais aujourd'hui, mais sont traitées. Asséchées puis incinérées, leurs résidus prennent la forme de gaz, principalement du dioxyde de carbone, et s'échappent dans l'atmosphère mais aussi de cendres entreposées en décharges après avoir été rendues inertes.

### 2.2.3.2 L'IMPERMÉABILISATION DU SOL

Si le cycle urbain de l'eau, greffé sur le cycle naturel, est bouclé de l'étape du prélèvement à celle de la restitution dans le milieu naturel, la présence physique de la ville perturbe le fonctionnement du cycle naturel. Les eaux transitant *naturellement* au travers de la ville sont les eaux de surface (cours d'eau, ...) le long desquelles la ville se construit le plus souvent et les eaux atmosphériques qui s'abattent sur elle pour rejoindre les eaux de surface ou s'infiltrer et devenir eaux souterraines.

Les cours d'eau urbains ont toujours été endigués, voire rectifiés, parfois enterrés, voûtés et transformés en égouts. Les rives ont été aménagées pour servir au mieux les intérêts anthropiques. Ils sont parfois d'ordre économique en exploitant la force hydraulique, sa capacité de transport ainsi que les autres usages industriels précités. D'autres fois, ce sont les intérêts de qualité de vie qui priment en offrant aux urbains des berges aménagées permettant de s'adonner à des activités de loisirs. Quoi qu'il en soit, les cours d'eau urbains ne ressemblent, le plus souvent, plus du tout à leur aspect originel (tracé, qualité de l'eau, débit, ...).

Les eaux atmosphériques viennent alimenter les cours d'eau par ruissellement sur les surfaces à l'amont, incapables d'en infiltrer la totalité. C'est parfois le cas dans la nature si une couche géologique imperméable affleure. C'est surtout le cas en milieu urbain où la construction du domaine bâti imperméabilise fortement les surfaces, parfois à plus de 90 % dans les centres villes denses. L'imperméabilisation a deux conséquences. D'une part, elle draine des eaux supplémentaires vers les exutoires qui peuvent être les cours d'eau naturels en milieu urbain comme les réseaux d'évacuation des eaux usées, aboutissant aux STEP. D'autre part, ces eaux sont ôtées au processus naturel de renouvellement des réserves souterraines. Les conséquences peuvent être importantes. Comme le réseau hydrographique naturel ou artificiel n'est pas dimensionné pour recueillir ces eaux supplémentaires, les crues, subites et violentes lors d'orage, peuvent être dévastatrices. L'infiltration permettait de les écrêter et de les amoindrir, protégeant la ville des inondations et de dégâts à ses infrastructures. Lorsque c'est le réseau collecteur qui se charge de ces eaux supplémentaires, le problème se déplace au niveau des STEP. Elles sont contraintes de traiter un volume de crue composée d'un mélange d'eaux claires et d'eaux usées plusieurs fois supérieur au volume habituel pour lequel elles sont dimensionnées. Par suite, même si le contenu polluant est dilué dans un volume supérieur, le travail

d'épuration ne pourra être effectué que sommairement. Il peut arriver que ces eaux soient simplement rejetées sans traitement ou après un traitement minimal dans le milieu naturel récepteur. C'est ce qui fait dire à l'Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (OFEFP, 2001 : 6) que :

afin de préserver – ou de rétablir – un état proche des conditions naturelles, l'ordonnance d'application impose l'infiltration des eaux de pluie non polluées, si cela est possible. Cette disposition vaut également pour les agglomérations, où les eaux sont peu polluées, exception faite des eaux de ruissellement de la chaussée. On constate cependant trop souvent que l'eau de pluie est dirigée vers les STEP, ce qui surcharge inutilement ces dernières.

Cette citation soulève la question supplémentaire de la qualité des eaux atmosphériques s'abattant sur la ville. Celle-ci est en effet enveloppée d'une *bulle de pollution* constituée des différentes émissions qu'elle cause: pollutions dues au trafic routier, suies et fumées de chauffage, émissions atmosphériques industrielles, ... . Il importe donc de savoir qu'elle est la meilleure destination de ces eaux. Ayant lessivés l'atmosphère proche de la ville et peut-être les toits et les chaussées, doivent-elles être infiltrées en laissant le soin de leur épuration à la nature ou doivent-elles être prises en charge par l'homme pour les traiter avant de les restituer dans l'environnement ? Cette question n'a pas de réponse toute faite. Cela dépend évidemment des conditions locales, qui doivent être étudiées en vue de perturber le moins possible le cycle naturel de l'eau.

## 2.3 TERRAIN D'ÉTUDE : LAUSANNE

Après avoir établi les lignes générales du cycle urbain de l'eau, il est utile de s'attarder plus précisément à un cas particulier. Cela permet de saisir avec précision les tenants et les aboutissants de la réalité du cycle urbain de l'eau et de s'intéresser à la durabilité de sa mise en place. Bien sûr, chaque ville développe des solutions originales correspondantes à ses particularités telles le niveau de vie, la situation géographique et climatologique, les choix technologiques, ... Il est donc illusoire de trouver une ville-exemple dont la situation puisse être représentative de nombreuses autres. Néanmoins, les déficiences comme les réussites de chaque système peuvent s'avérer utiles pour reproduire les conditions d'un succès ou, au contraire, pour éviter d'en répéter les manques.

La ville retenue pour ce travail est Lausanne, ou peut-être devrions-nous dire l'agglomération lausannoise. Car pour l'eau peut-être encore plus que pour d'autres secteurs, le nombre de systèmes de décision qui découlent de la mosaïque de communes au sein d'une agglomération est inopportun. Le bon sens et la loi des économies d'échelles provoquent souvent des concertations entre plusieurs communes afin d'unifier leur système d'adduction d'eau potable comme de traitement des eaux usées.

La problématique des politiques d'agglomération est une question qu'il faut prendre en compte lors de la réalisation de ce travail. Comment choisir le niveau d'analyse approprié ? Faut-il travailler à l'échelle communale ou prendre en compte l'agglomération ? Dans ce dernier cas, quelles en sont les limites ? Plusieurs méthodes de détermination des limites des agglomérations en Suisse existent avec des résultats assez divergents, dont aucune ne présente la garantie d'adéquation avec le sujet qui nous concerne. Alors, pour résoudre efficacement cette question, il est nécessaire de connaître les structures qui encadrent le cycle de l'eau dans l'agglomération, en commençant évidemment par la ville principale autour de laquelle elle s'est constituée.

Depuis peu, le service des eaux de la ville de Lausanne ainsi que l'assainissement sont réunis au sein du même département municipal, à savoir la Direction des Travaux. Le service des eaux, récemment renommé Eauservice, est responsable de la production d'eau potable et de son acheminement vers chaque immeuble situé sur le territoire qu'il gère. Celui-ci est plus complexe et étendu qu'il n'y paraît. Eauservice distribue de l'eau bien au-delà des frontières communales. Au total, 17 communes sont alimentées au détail et 62 communes sont alimentées en gros. *Alimenter au détail* signifie que le service lausannois gère la totalité de la distribution et ce jusqu'aux vannes d'entrée des immeubles, alors qu'*alimenter en gros* laisse entendre qu'Eauservice livre de l'eau à la commune qui se charge de la distribuer en sus de ses propres ressources. Précisons que treize communes alimentées en gros dépendent fortement (> 50%) de ce type de livraison pour répondre à la demande. De plus, des accords d'échanges d'eau avec d'autres communes ont été signés et garantissent aux deux parties une sécurité d'approvisionnement en cas de problème.

Le service d'assainissement est quant à lui divisé en plusieurs entités, dont la station d'épuration des eaux (STEP) et l'unité de gestion du réseau (UGR). Cette dernière entretient, gère et développe le réseau d'évacuation des eaux usées situées sur la commune de Lausanne. A ses frontières, les canalisations d'autres communes s'y raccordent et lui transmettent leurs eaux usées. Celles-ci sont acheminées jusqu'à la STEP de Vidy,

proche du lac Léman. Le service d'assainissement est propriétaire de la STEP, mais une convention signée en 1967 lui adjoint une commission intercommunale composée de représentants des quinze autres communes qui y sont raccordées. Mis à part St-Sulpice et certains quartiers lausannois, toutes ces communes utilisent avantageusement la topographie pour transmettre gravitairement leurs eaux à la STEP.

Cette courte présentation des acteurs principaux œuvrant au fonctionnement du cycle lausannois de l'eau laisse immédiatement apparaître le problème des échelles: l'UGR travaille à l'échelle communale, la STEP reçoit les eaux de 16 communes, Eauservice fournit de l'eau potable à plusieurs dizaines de communes. Dans ces conditions, à quelle échelle doit se limiter ce travail: la ville seulement ou tout ou partie de l'agglomération ?

La résolution de cette question n'interviendra qu'au moment opportun, c'est-à-dire lorsque nous serons en possession de tous les éléments de compréhension du cycle lausannois de l'eau. En fonction des données à disposition, la mise en commun des inputs et des outputs des différents services définira l'échelle appropriée. Dans l'immédiat, contentons-nous des échelles administratives en place pour présenter de façon très détaillée le cycle de l'eau lausannois, sans plus se soucier de la discordance des échelles.

---

## NOTES

1 Source: [www.global-vision.org/city/footprintFR.html](http://www.global-vision.org/city/footprintFR.html)

2 Source: [www.global-vision.org/city/footprintFR.html](http://www.global-vision.org/city/footprintFR.html)

3 Source: Gaïa est le nom donné à la Terre par James Lovelock dans son livre *Gaïa, une médecine pour la planète*, (2001). Gaïa y est considérée comme un système vivant, comme un organisme perçu dans sa totalité, dans lequel chacune de ses parties œuvre au fonctionnement du tout.



## 3. L'approvisionnement en eau potable

*En guise de préambule, soulignons que de très nombreuses informations présentées dans ce chapitre sont issues du plan directeur lausannois de la distribution d'eau (PPDE). Alors qu'il est encore en cours d'élaboration, Eauservice m'a autorisé à le consulter et à prendre note de multiples informations dont j'avais besoin. Puisque la structure et la pagination de ce document n'étaient pas encore définitives et pour éviter de multiplier les citations et les références, le texte omet de citer cette source particulière.*

### 3.1 STRUCTURE INTERCOMMUNALE DE L'APPROVISIONNEMENT

Eauservice est le service responsable des captages d'eau, de la production d'eau potable par traitement et/ou désinfection, de l'adduction jusqu'aux réservoirs puis de la distribution depuis ceux-ci jusqu'à l'entrée des bâtiments pour la commune de Lausanne. Aujourd'hui service public, l'adduction d'eau potable était auparavant une affaire privée, soit individuelle, soit confiée à de compagnies privées d'adduction d'eau. C'était le cas à la fin du 19<sup>e</sup> siècle où plusieurs compagnies assuraient l'approvisionnement en eau de la ville et de l'agglomération lausannoise, que ce soit pour l'eau potable (Société des eaux de Lausanne, Société des Eaux de Pierre-Ozaire, ...) ou pour l'eau utilisée comme force motrice, comme ça a longtemps été le cas avec la société la Compagnie du chemin de fer Lausanne-Ouchy et des eaux de Bret. A ce moment-là, chaque commune ou presque possédait ses propres ressources en eau et son réseau de distribution, par exemple par le biais des fontaines publiques et des bassins lavoirs.

Avec le passage au 20<sup>e</sup> siècle, la croissance démographique et la croissance de la demande en eau par habitant motivée par l'élévation du niveau de vie – de 90 litres par jour et par habitant en 1876 à 180 litres en 1901 (Services industriels, 1966) – soulèvent de nombreuses questions quant à l'approvisionnement en eau de la ville. A moins de refuser le développement urbain auquel Lausanne est promise, il lui est nécessaire d'une part d'augmenter et de diversifier ses ressources en eau et d'autre part d'homogénéiser son fonctionnement. C'est la raison pour laquelle de nouvelles sources seront captées dans les Préalpes par la Société des Eaux de Lausanne à la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Cette société deviendra publique après son rachat par la Ville en 1901, suivi six ans plus tard par le rachat de la Société des Eaux de Pierre-Ozaire.

Ainsi, le pouvoir politique a désormais la possibilité de gérer de manière autonome et de planifier comme bon lui semble l'évolution du tout nouveau Service des Eaux de Lausanne.

Il paraissait alors inconcevable qu'un service si vital au fonctionnement et à la croissance d'une ville dépende de l'économie privée. Ricochet de l'histoire et évolution des doctrines, la pensée néolibérale actuelle et la mouvance de privatisation des services publics pressent à la privatisation de ce secteur. Si les villes suisses en sont épargnées, de nombreuses métropoles du Tiers-Monde ont vendu la gestion de leurs eaux à des multinationales de l'eau au savoir-faire et à l'efficacité supposés plus élevés. Sans développer plus cette question polémique, les résultats de ces privatisations sont à ce jour plutôt mitigés (Bochatay, Ray, 2003 : 18).

Les communes voisines de Lausanne étaient confrontées aux mêmes questions. La démarche lausannoise ne pouvait pas être ignorée par ces communes toujours plus proches de Lausanne en raison des débuts du processus d'étalement urbain. La solution estimée la plus juste et surtout la plus économique par les autorités politiques de nombreuses communes a été de se rapprocher de l'imposant Service des Eaux de la Ville de Lausanne par le biais de conventions bilatérales. Parmi d'autres, citons l'exemple d'Epalinges, tiré du mémoire de J-M Muret (1987 : 23), consacré à ce sujet :

La commune, alors petite et pauvre, est dans l'impossibilité de créer pour son compte un service communal de distribution d'eau. Presque entièrement enclavée dans la commune de Lausanne, qui est propriétaire de toutes les sources importantes, elle ne possède elle-même que quelques sources peu importantes, disséminées et situées à une altitude défavorable.

Communes	Années de rachat
Prilly	1904/1937
Epalinges	1928
Saint-Sulpice	1939
Chavannes	1957
Ecublens	1957
Denges	1957
Lonay	1957
Echandens	1957
Préverenges	1957
Jouxens-Mézery	1961
Le Mont-sur-Lausanne	1962
Renens	1969
Cheseaux	1970
Crissier	1971
Boussens	1982
Étagnières	1983

Tableau 1 : communes alimentées au détail par Eauservice

Source: Muret (1987 : 23-31)

Les circonstances étaient diverses selon les communes. Quoi qu'il en soit, le Service des eaux lausannois a progressivement racheté les réseaux et les concessions de plusieurs communes proches. Les avantages de la concentration de la gestion de l'eau sont triples. Premièrement, l'absurdité de l'installation de conduites parallèles mais appartenant à deux réseaux distincts et son coût élevé ont pu être abolis. Puis, la concentration de ce service permet de générer d'importantes économies d'échelles, par exemple par la gestion centralisée du réseau ou par la diminution du nombre de station de pompage et de traitement. Enfin, le réseau lausannois a désormais une taille suffisante qui lui confère plus de souplesse en vue de la défense incendie.

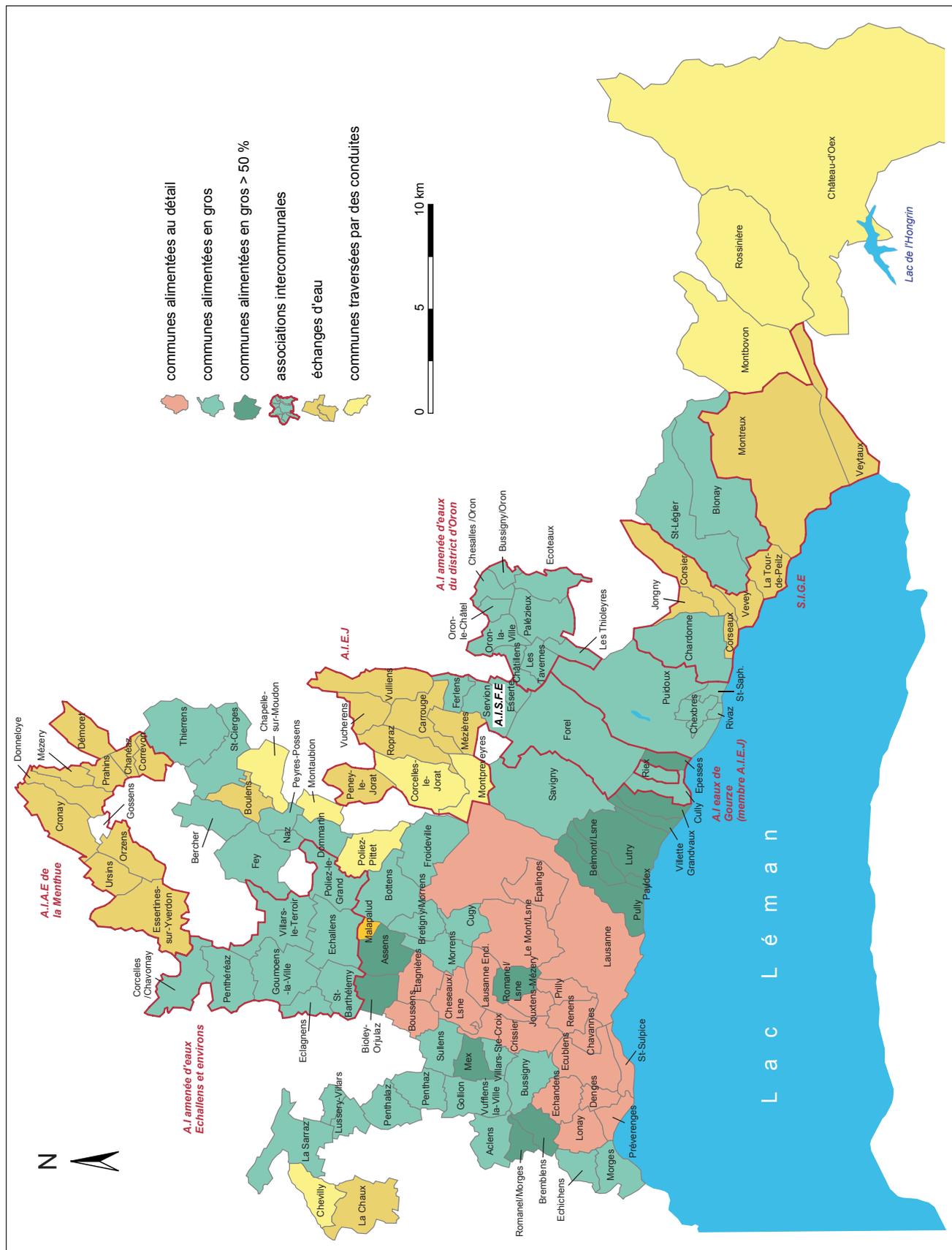


Fig. 7 : Territoires alimentés par eauservice

Source : eauservice (DJY)

Données : 2003

Bref, en plus de la commune de Lausanne, Eauservice alimente 16 autres communes au détail (tableau 1). Au total, elles représentent environ 210'000 habitants et 80 % de l'eau produite leur sont destinées.

Les 20 % restants sont répartis sur 69 communes (113'000 habitants). Elles sont alimentées en gros par Eauservice. Cela signifie qu'elles possèdent leur propre réseau de distribution et des ressources en eau épisodiquement insuffisantes. L'achat en gros présente plusieurs avantages pour ces communes. Elle « permet non seulement de combler les importantes pointes de consommation estivales, mais aussi de fournir une alternative comme eau de secours en cas de crise ou de besoin » (PPDE). Treize de ces communes sont fortement dépendantes de la distribution d'eau en provenance d'Eauservice, puisque plus de la moitié de leur consommation par habitant est assurée par le service des eaux lausannois.

Enfin, remarquons qu'Eauservice échange aussi de l'eau à certaines communes ou associations intercommunales. L'achat par Eauservice de leur eau permet d'éviter qu'elles ne déversent de l'eau potable aux rivières ou aux lacs lorsque la production de leurs sources dépasse leur capacité de stockage. Eauservice leur vend aussi de l'eau en gros.

### 3.2 ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION D'EAU POTABLE

A l'image de la tendance nationale, la production lausannoise d'eau potable a connu une baisse au cours des quinze dernières années. Depuis la valeur record de 1989 où la production s'était élevée à 46 millions de m<sup>3</sup>, Eauservice a connu une décroissance assez marquée jusqu'en 2001, malgré une croissance démographique d'un peu plus de 6 % durant cette même période. Depuis, la production semble s'être stabilisée, même si l'année 2003 a connu une légère hausse pour atteindre 37.5 millions de m<sup>3</sup>. Cette hausse est largement imputable à l'été caniculaire, exceptionnel par ses températures et par sa durée.

Les raisons de la baisse de la consommation d'eau sont multiples et sont pour la plupart identiques à celles déjà évoquées au chapitre 2.2.2, comme la crise économique de 1990 et la délocalisation hors des murs lausannois d'entreprises fortes consommatrices d'eau.

Deuxièmement, la conscience environnementale s'est développée dans l'esprit des gens et déploie aussi ses effets au moment d'ouvrir et d'éteindre le robinet. L'eau n'était auparavant pas considérée comme une ressource rare qu'il fallait utiliser avec modération, particulièrement en Suisse. Mais depuis peu, de nombreuses actions ont exposé le caractère précieux de l'eau et l'utilité de son usage parcimonieux. Par exemple, 1981-1990 a été déclarée Décennie mondiale de l'eau par les Nations Unies. Elle sera suivie par de multiples conférences mondiales et chartes internationales afin de soulever le problème de la rareté de l'eau au niveau mondial comme régional et celui des inégalités d'accès à cette ressource vitale entre les peuples et entre les classes sociales. Le foisonnement de constats et de propositions qui en est ressorti a également eu un large écho médiatique en Suisse malgré son image de château d'eau de l'Europe. En conséquence, l'appel à la solidarité via un usage conscient de cette ressource a été plus ou moins intégré par les habitants et les entreprises suisses. L'application de conseils simples d'utilisation afin d'éviter le gaspillage et quelques changements techniques (chasses

d'eau à faible consommation, ...) proposés par des entreprises du secteur ne sont pas négligeables. Il faut surtout reconnaître qu'ils sont encouragés par la prochaine raison, le prix de l'eau.

Le changement de la structure tarifaire est couplé à une forte hausse du prix moyen du mètre cube, afin de permettre à Eauservice de couvrir ses coûts, voire de dégager des excédents permettant de faire des provisions financières en vue d'investissements à venir. C'est ainsi que de 53 centimes par mètres cubes en 1990, le prix est passé à 1fr50 en 1992.

La baisse de consommation qui s'en est suivie a eu un effet négatif sur la couverture des coûts. En effet, les coûts variables résultant des variations de volumes de production sont faibles vis-à-vis des coûts fixes du service. Il s'agit principalement de l'enveloppe salariale quasiment indépendante du volume produit ou des frais liés à la maintenance du réseau comme le remplacement très coûteux des conduites vétustes. Ainsi, la baisse de consommation engendre une baisse de rentrée financière, alors que les coûts fixes d'Eauservice restent stables ou croissent en raison d'investissements importants. C'est pourquoi 1998 verra passer le prix du mètre cube à 1fr90.

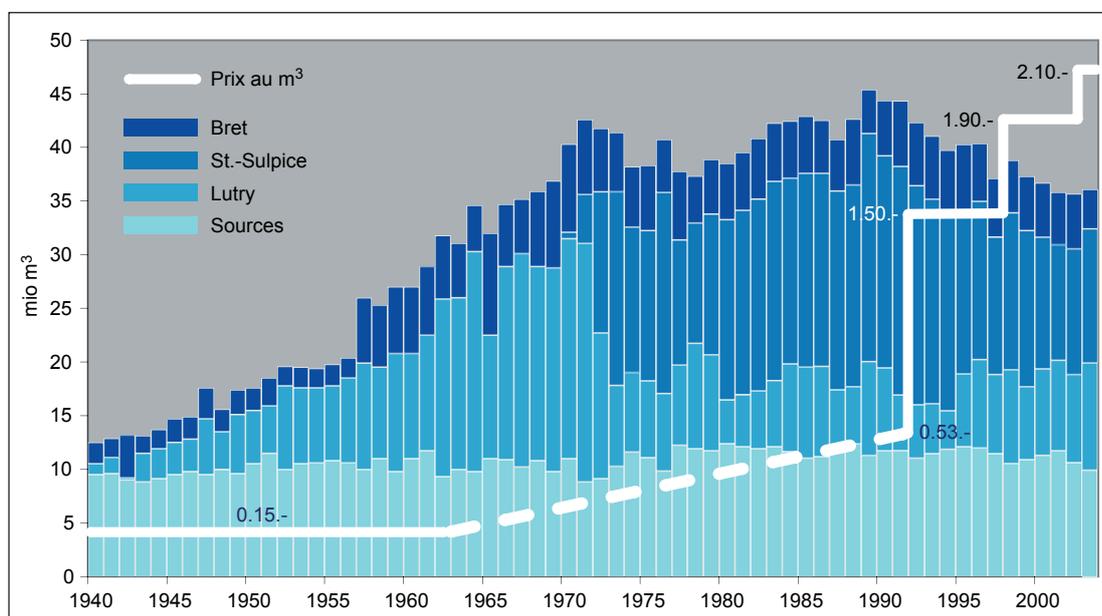


Fig. 8 : évolution de la production annuelle et du prix de vente au détail, 1940 - 2003  
Source: eauservice

Enfin, de nouvelles provisions financières sont nécessaires pour la construction prochaine de la nouvelle usine de traitement de l'eau de Saint-Sulpice (2005-2007). C'est ainsi que le prix du mètre cube vendu au détail a été fixé à 2fr10 en 2004.

Le graphique ci-dessus (fig. 8) met en relation les évolutions de la consommation d'eau et du tarif de l'eau vendue au détail. On estime que les utilisateurs qui ont été les plus sensibles à l'évolution du tarif sont les gros consommateurs : industries, maraîchers, hôpitaux.

Le prix du mètre cube d'eau vendu en gros a aussi évolué à la hausse. A ce sujet, comme les tarifs résultaient souvent de négociations entre les parties, la vente en gros pouvait être facturée différemment selon les communes concernées. Aujourd'hui, la situation est unifiée. A l'image de la vente au détail, 1992 coïncide avec une forte augmentation du prix de l'eau vendue en gros. En conséquence, les communes utilisatrices de ce service ont réagi en s'organisant en associations intercommunales leur permettant de mieux gérer leurs

ressources et d'être un interlocuteur plus puissant face à Eauservice. Elles devraient donc un peu moins en dépendre pour pallier les pénuries passagères auxquelles elles doivent faire face. Le graphique (fig. 9) représentant l'évolution des volumes de ventes en gros depuis dix ans en témoigne: les ventes en gros ont baissé, malgré une croissance de la population bénéficiant de ce service, de 102'000 en 1994 à 113'000 en 2003. On constate par contre que des périodes de sécheresse prolongées, comme c'était le cas en 2003, peuvent mettre en difficulté les associations intercommunales. Dans ce cas, Eauservice remplit à nouveau un rôle tampon et assure tant bien que mal l'approvisionnement en eau potable de ces communes.

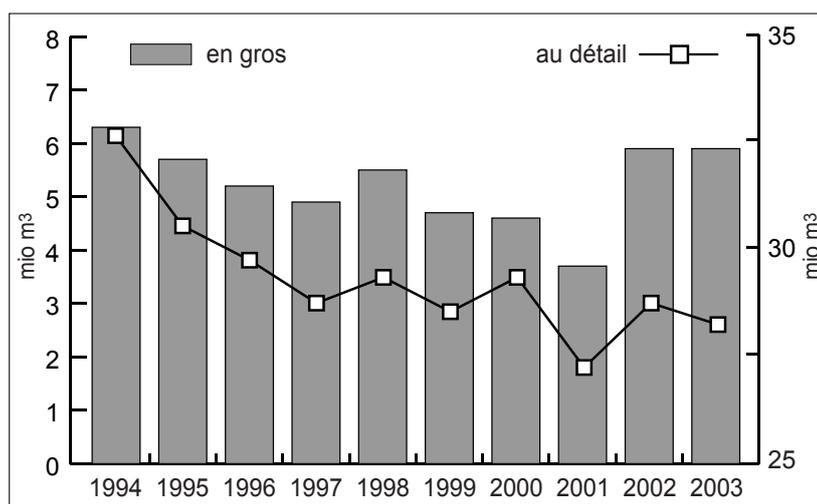


Fig. 9 : vente d'eau, 1994 - 2003  
Source : eauservice

Le prix actuel est 1fr35 le mètre cube en hiver, 1fr85 en été. Cette différence est en quelque sorte la résultante de la loi de l'offre et de la demande, puisque les sources dont dépendent fortement ces communes produisent moins en été qu'en hiver, alors que la demande est inverse.

### 3.3 LES RESSOURCES DISPONIBLES

L'agglomération de Lausanne s'étale le long des rives du plus grand réservoir d'eau douce d'Europe. Il peut alors sembler bizarre de consacrer tant de pages au sujet des ressources en eau exploitées pour les besoins lausannois. Assurément, si la ville était construite aujourd'hui, les ressources utilisées différeraient fortement de ce qu'elles sont réellement. Mais l'apport historique, les évolutions de la technique et les changements de paradigmes et de croyances au sujet de l'eau potable ont leur importance.

Ainsi, la relative complexité du réseau de ressource en eau potable lausannois doit beaucoup aux apports historiques successifs et aux collaborations intercommunales, avec les luttes politiques que cela sous-entend. Le résultat actuel est réparti en trois types de ressources : les sources, le lac de Bret, le lac Léman. A cela s'ajoute les échanges ou achats des surplus d'eau potable des communes partenaires.

Ce chapitre passe en revue chacune des ressources et conclue par un bilan synoptique de la situation actuelle.

#### 3.3.1 LES SOURCES

Les eaux souterraines, par opposition aux eaux de surface – cours d'eau, lacs – comprennent les eaux captées dans des nappes aquifères ainsi que les eaux de sources. « En effet, celles-ci ne sont que l'affleurement ou l'émergence d'une nappe souterraine. Capturer une source c'est capturer et exploiter l'émergence d'une nappe » (Maystre, Krayenbuhl, 1994 : 17). Ce peut être le cas de l'émergence d'un réseau karstique, de l'émergence d'eau de pluie ou d'eau de fonte des neiges infiltrée dans un milieu géologique fissuré (par exemple dans des roches alpines calcaires). Mais ce peut également être le cas de l'émergence à la surface d'un aquifère ou d'une nappe souterraine, si le substratum imperméable affleure le sol, soit en raison d'accident topographique, soit en raison de structures géologiques complexes.

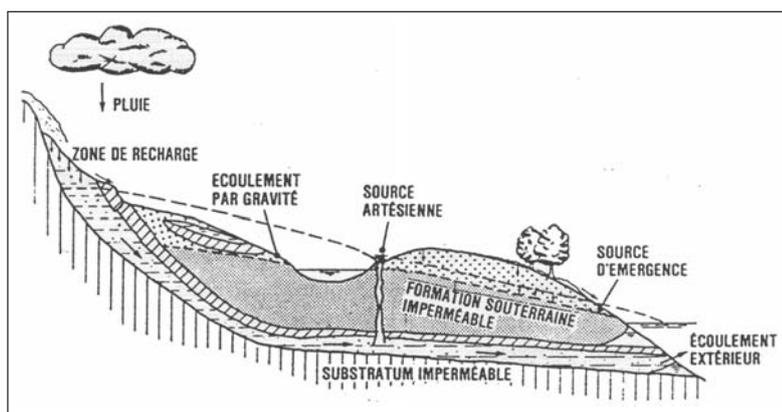


Fig. 10 : infiltration, écoulement souterrain, émergence de sources  
Source: L.Y. Maystre, L. Krayenbuhl (1994 : 23)

Dans ce dernier cas, la différence entre source et eau de nappe ne réside que dans le mode d'exploitation. Les eaux des aquifères à nappes libres ou captives sont captées par pompage suite à la construction d'un puits voire d'un forage profond. Les eaux de sources sont récoltées par un simple captage immédiatement sous la surface du sol et sont exploitées par adduction gravitaire, sans le moindre pompage.

Aucun captage d'eau souterraine exploité par Eauservice ne nécessite de pompage. Ainsi, bien qu'ils puissent être assez profondément enterrés, nous n'utiliserons plus que le terme de source dans la suite de ce texte.

Les sources exploitées par Eauservice sont de plusieurs types. Les volumes les plus importants proviennent des sources issues des roches fissurées préalpines. Ces eaux sont captées dans des galeries creusées dans la roche dure, dans lesquelles s'écoulent des eaux s'étant infiltrées et ayant transité, de quelques jours à quelques années, dans le sol et dans la roche. Un débit d'étiage important est garanti tout au long de l'année, puisque la montagne joue le rôle de diffuseur de cette ressource. D'une part, elle ne libère les eaux nivales que progressivement quelques mois après les chutes de neige. D'autre part, la nature géologique complexe de ces régions conserve les eaux infiltrées dans leur sol et leur sous-sol pendant des périodes très diverses avant de les libérer graduellement.

Un autre groupe de sources est capté au pied de la chaîne karstique jurassienne. Les débits y sont moins constants que pour les sources préalpines, puisque la durée de rétention dans un sous-sol karstique y est plus courte. Ces sources sont donc un peu plus tributaires des variations pluviométriques soudaines.

Enfin, les autres captages d'eaux souterraines sont creusés dans la molasse ou dans les dépôts quaternaires du Moyen-Pays suisse.

### 3.3.1.1 HISTORIQUE

« Jusqu'au milieu du siècle passé, la ville de Lausanne était alimentée par quelques sources privées, ainsi que par les eaux dites du Chalet-à-Gobet [...] et par celles du Mont et de Penau » (Services industriels, 1966 : 5). D'autres sources proches de la ville de Lausanne ont ensuite été utilisées et suffisaient à assurer l'approvisionnement. Il est vrai que la consommation (90 l/hab/j) et la population (27'000 hab. en 1876) étaient de toute autre envergure qu'actuellement. Ces sources étaient situées sur les communes de Lausanne, Pully, Belmont, Savigny ou encore Crissier (Services industriels, 1966).

Mais rapidement, l'évolution démographique nécessitait de réfléchir à de nouvelles ressources : « les autorités lausannoises auront sous peu une très grave décision à prendre ; une de ces décisions d'où dépend la prospérité d'une ville, en un mot son développement futur : c'est l'alimentation de la ville en eau potable » (Schardt, n.d. : 2) .

La possibilité de profiter des quantités pléthoriques d'eaux lacustres s'imposait d'elle-même, d'autant plus que la première ville riveraine du Léman, Genève, utilisait déjà cette ressource (Schardt, n.d. : 3). La seconde possibilité était de chercher et d'amener à Lausanne les eaux d'autres sources. D'après Schardt, il semble que les débats aient été vifs à ce sujet. Or, l'image des eaux lémaniques, soutenue d'ailleurs par les médecins, était trop mauvaise pour accepter de l'utiliser comme eau de boisson.

Que chacun juge lui-même et se demande ce qu'il ferait si les deux alternatives se posaient à lui personnellement. Sans aucune prévention contre l'eau du lac, même sans réfléchir, la réponse n'est guère douteuse ! Avez-vous d'ailleurs jamais envie de boire de l'eau lacustre en vous promenant au bord du lac, aussi limpide et clair que soit notre beau Léman ? Tandis qu'une source cristalline et fraîche, sortant du flanc d'une colline, vous invite à la dégustation ! La confiance qu'on accorde aux eaux de sources est certes bien méritée et, sous tous les rapports, justifiable. (Schardt, n.d. : 7)

Interrogez un Lausannois aujourd'hui, et dites-lui que l'eau qu'il boit vient du Léman. Sa grimace ne sera sans doute pas très différente de celle des gens de l'époque à la même évocation, malgré les progrès de la technique !

C'est ainsi que l'on a choisi de prospecter au-delà des frontières communales à la recherche de nouvelles sources. « Les meilleures sources sont celles dont l'eau se collecte dans une région boisée ou rocheuse, c'est-à-dire montagnaise et peu peuplée » (Schardt, n.d.: 5). D'autres débats ont eu lieu pour savoir s'il fallait porter sa préférence aux eaux provenant des Préalpes ou à celles provenant du Jura. Les premières furent préférées en raison de leur plus grande régularité, de leur plus faible teneur en calcaire que les eaux karstiques jurassiennes et de leur plus grande protection contre les pollutions à cause de la plus longue durée de filtration au travers du sol et de la roche.

Alors, des travaux d'une ampleur impressionnante ont été entrepris, explosant véritablement les budgets municipaux. Des eaux situées sur la commune de Montreux ont été captées dès 1875 (groupe des sources de Pont-de-Pierre); d'autres sur la commune de Château-d'Oex dès 1899 (groupe du Pays d'Enhaut). Les captages sont creusés en pleine roche parfois à plusieurs centaines de mètres de profondeur. Des conduites d'amenée de plus de 30 et de 40 kilomètres ont été construites des sources jusqu'aux réservoirs de Lausanne, le plus souvent à coup de pioches et de pelles. Il s'agissait de travailler à croupi, dans la poussière, l'humidité, l'obscurité, d'évacuer à dos d'hommes et de mulets des volumes conséquents de matériaux. Plusieurs cours d'eaux doivent être franchis, en souterrain par des siphons, en aérien par de petits ponts. Beaucoup d'hommes ont laissé leur santé dans ces travaux, d'autres ont peut-être laissé leur vie. Si aujourd'hui ces conduites posent de nombreux problèmes d'entretien, elles sont toujours en service aujourd'hui grâce à l'abnégation et au courage des anciens et des modernes.

Sources	Débit annuel (m <sup>3</sup> )	%	Année d'exploitation
Froideville	150'000*	1	1929
Pierre Ozaire	180'000*	2	1875 (rachat en 07)
Cheseaux	57'000*	1	
Le Mont	160'000*	2	Début 20 <sup>e</sup> (rach. 67)
Pully-Belmont	290'000*	3	1866
Prévondavaux	410'000*	4	1924 (rach. Renens 72)
Montaubion- Chardonney	210'000*	2	1929
Pont de Pierre	1'839'000**	18	1875
Pays d'Enhaut	5'302'000**	52	1899
Jorat	970'000*	10	
Thierrens	560'000*	6	1911
<b>Débit total moyen</b>	<b>10'128'000</b>	<b>100</b>	

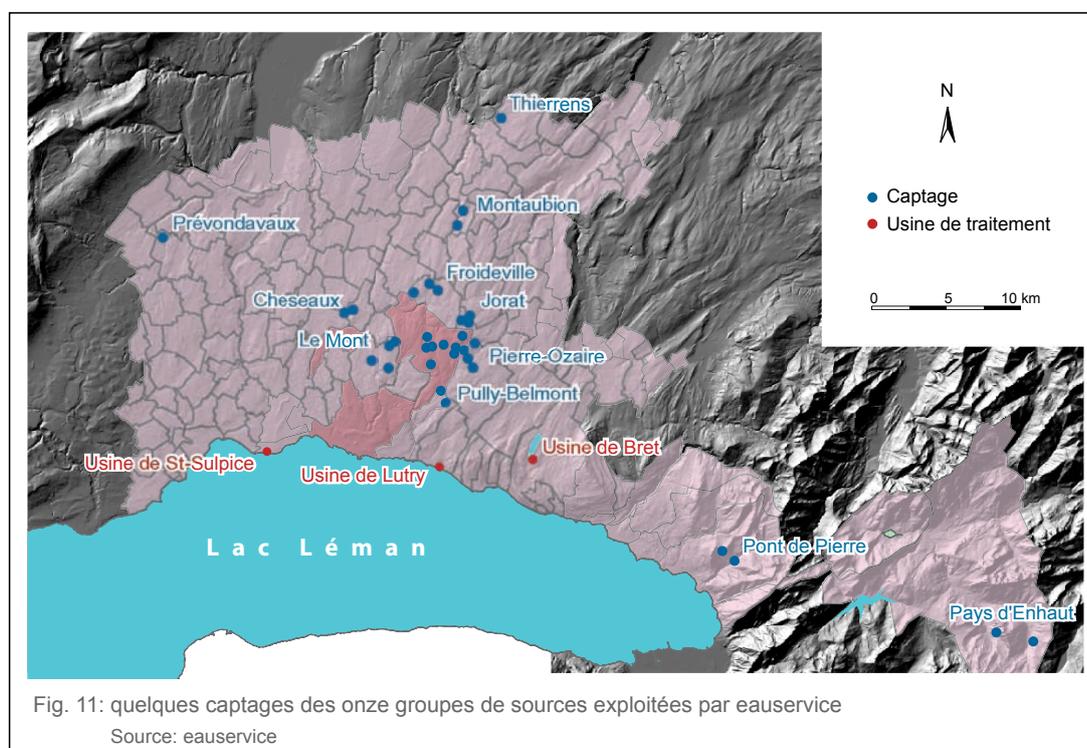
\*= valeurs indicatives, selon statistiques de production et PPDE

\*\*= moyenne 02-03 selon rapport de gestion, Eauservice

Tableau 2: groupes de sources exploitées par Eauservice

En plus des sources préalpines, d'autres captages relativement éloignés de la ville de Lausanne ont été construits. Il s'agit par exemple des groupes de sources de Thierrens dans le Gros de Vaud (1911) ou de Prévondavaux au pied du Jura (1924). Au total, Eauservice dispose de onze groupes de sources, soit plus de 120 captages.

Il faut savoir que l'acquisition de ces sources par la Ville de Lausanne ne s'est faite que progressivement, comme on l'a laissé entendre dans le chapitre 3.1. Au 19<sup>e</sup> siècle, la distribution d'eau de source était partagée en plusieurs sociétés semi privées : la Société des eaux de Pierre-Ozaire et la Société des eaux de Lausanne. De plus, les communes voisines de Lausanne géraient elles-mêmes leurs ressources et leur réseau. Ce n'est donc que par à-coups successifs que ces onze groupes de sources sont devenus la propriété de la Ville de Lausanne. La Société des eaux de Lausanne a été acquise en 1901, celle des Eaux de Pierre-Ozaire en 1907 (Services industriels, 1966). Les concessions sur d'autres groupes de source appartenant à d'autres réseaux communaux ont été rachetées par la Ville de Lausanne en même temps que ces réseaux passaient en mains lausannoises. C'est le cas du groupe du Mont, racheté à cette commune en 1967, et de Prévondavaux, racheté à Renens en 1972. Le tableau 2 et la figure 11 renseignent sur les groupes de sources, leur débit moyen, et l'année estimée de leur mise en service. On y aperçoit la dispersion des onze groupes de sources exploités sur le territoire vaudois.



### 3.3.1.2 QUALITÉ DE LA RESSOURCE

Comme évoqué ci-dessus, la Ville de Lausanne n'exploite aucune eau souterraine par pompage, par puits ou par forages profonds. Au contraire, ses captages récupèrent les eaux des sources qui émergent à la surface. Comme le dit Vilaginès (2003 : 30), « on utilise le plus souvent l'exutoire naturel qu'on dégage afin de saisir l'eau à la sortie de la formation et non pas loin de l'ouvrage en un point où l'eau aura traversé des terrains susceptibles de la polluer ». Concernant l'exutoire naturel dont cet auteur parle, il se manifestait de deux façons pour les sources captées par Lausanne. Certaines sources émergeaient puis s'écoulaient en surface jusque vers un cours d'eau principal. D'autres révélaient leur présence en rendant les terrains alentour très humides voire marécageux, mais sans écoulement à proprement dit.

D'autre part, « les captages à l'émergence doivent toujours, quel que soit le terrain, être suffisamment avancés sous les terrains meubles et les éboulis pour éviter la pollution par des eaux superficielles » (Trombe, 1977 : 116). Cela soulève la questions de la qualité des ressources et celle de leur protection.

Le parcours de l'eau souterraine, depuis son infiltration jusqu'à son émergence ou son captage est complexe et parfois très long. C'est à ce prix que l'eau souterraine est souvent de très bonne qualité : non polluée et enrichie en minéraux.

« L'eau qui tombe sur le sol et s'infiltré ensuite subit une épuration à l'intérieur des terrains, d'une part, grâce à la mise en œuvre de processus d'ordre biologique par la nitrification et, d'autres part, grâce à l'intervention de phénomènes physiques et mécaniques par la filtration naturelle » (Dupont, 1978 : 58). Brièvement, la nitrification est la transformation par des microbes aérobies ou anaérobies puis par des bactéries particulières de la matière organique contenue dans l'eau en nitrates solubles, qui seront absorbées par les plantes (ibid.). La présence de calcaire augmente l'action de la nitrification. La filtration naturelle est quant à elle un processus d'épuration basé sur le phénomène d'adsorption, soit la capacité de « certains corps solides de retenir par leur surface les corps dissous, en suspension ou colloïdaux. C'est un phénomène purement physique et de nature électrostatique » (idem, 59). L'élément déterminant permettant une plus grande filtration naturelle est la surface de corps solides en place avec laquelle la goutte d'eau entre en contact lors de son voyage souterrain. Un terrain perméable en petit – sables, graviers, terrains poreux – est donc bien plus efficace qu'un terrain perméable en grand – roches fissurées, réseaux karstiques. La vitesse de circulation de l'eau dans le sol est aussi déterminante. Les valeurs sont là très variables : de plusieurs kilomètres par jour pour une véritable rivière souterraine karstique, elles peuvent tomber à 40 mètres par jour dans un terrain fissuré, voire moins d'un mètre par jour dans des sous-sols composés d'alluvions fines ! « Enfin, à l'occasion du parcours souterrain, l'eau acquiert une minéralisation bien définie, fonction de la nature des terrains, de la durée du contact et du degré de solubilité de la roche » (idem, 60).

En ce qui concerne les sources captées par Lausanne, elles sont considérées d'excellente qualité. Les eaux des sources préalpines circulent longuement dans des roches finement fissurées permettant la filtration naturelle. Les sources captées dans des dépôts quaternaires (Prévondavaux, Thierrens, Cheseaux) profitent fortement de la capacité de filtration naturelle forte de ces terrains perméables en petit et souvent de la nature calcaire du sol qui active la nitrification. Enfin, les sources captées dans la Molasse, constituée de grès poreux parfois fissuré, bénéficient de chacun des deux types de pouvoir épurant, pour donner une eau excellente.

C'est ainsi que toutes les sources sont de qualité suffisante pour répondre aux normes de potabilité. Le seul traitement effectué est un traitement préventif : l'eau de Javel ajoutée permet de prévenir d'éventuelles contaminations lors du transport de cette eau jusqu'au robinet du consommateur. Certains captages peuvent rencontrer parfois quelques problèmes en ce qui concerne leur qualité. Par exemple, les eaux du pied du Jura peuvent devenir très dures (forte teneur en calcaire) à la suite d'un orage. Si ce n'est pas dangereux pour la santé, les eaux dures ont un pouvoir entartrant et réduisent par exemple l'efficacité du lavage par les machines à laver. Certains captages du Pays d'Enhaut rencontrent parfois des problèmes de turbidité (eau trouble). Dans ce cas, ces eaux sont détournées ou injectées dans le réseau pour la diluer.

### 3.3.1.3 PROTECTION DE LA RESSOURCE

Mais si les eaux des sources lausannoises ont une bonne voire très bonne qualité, elles ne sont toutefois pas à l'abri de pollution par l'activité humaine.

Les captages essaient de ne réunir que les eaux qui ont bénéficié du pouvoir d'épuration naturelle, c'est-à-dire les eaux qui ont transité longuement dans le sous-sol. Comme on l'a dit, ces captages sont très proches de la surface. Les eaux de ruissellement ou les eaux de pluie qui s'infiltrent proche des captages n'ont donc pas le temps de se purifier avant de se mêler aux eaux souterraines pour lesquelles le captage a été construit. Il est alors important de limiter au maximum le transit rapide des eaux d'infiltration vers le captage et de supprimer les sources de pollution potentielle dans les zones *d'infiltration rapide*.

La législation fédérale a défini des zones de protection des eaux souterraines, dans la Loi fédérale sur les Eaux (LEaux, 1991, révisée en 1997), son ordonnance (OEaux) et ses annexes. Les articles principaux des textes juridiques sont disponibles dans les annexes.

L'article 20, alinéa 1 de la LEaux nous intéresse particulièrement :

Les cantons délimitent des zones de protection autour des captages et des installations d'alimentation artificielle des eaux souterraines qui sont d'intérêt public; ils fixent les restrictions nécessaires du droit de propriété.

Cet article de loi exemplifie le principe de protection de la ressource à la source, alors que les premières politiques environnementales suisses agissaient souvent en aval de la pollution pour en contenir les effets. Aujourd'hui, il s'agit d'éviter les pollutions plutôt que de devoir les traiter. Comme l'indique l'article 20, il est parfois nécessaire pour atteindre cet objectif de réduire les libertés qu'offre le droit de propriété. Ces restrictions tiennent compte de la capacité d'autoépuration naturelle et de la durée que prend la goutte d'eau potentiellement polluée en surface pour ruisseler et s'infiltrer jusqu'au captage. C'est pourquoi la loi a défini des zones et des périmètres de protection différents selon la proximité et la durée d'écoulement jusqu'au captage. Les droits sur chacune de ces zones diffèrent fortement. La fig. 12 permet de le visualiser.

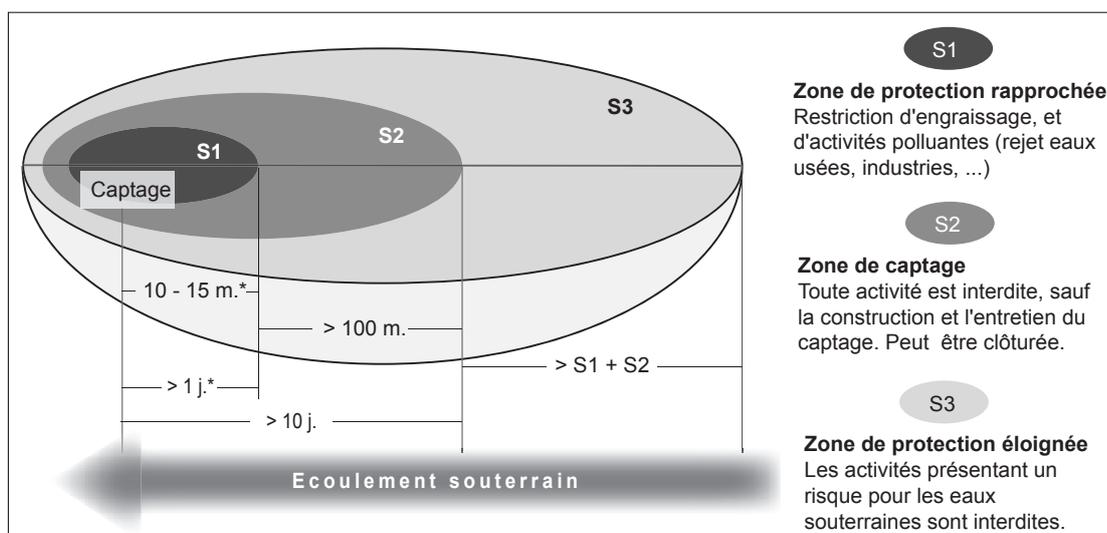


Fig. 12 : Zone de protection S (Schutz) des eaux souterraines (OEaux, annexe 4)  
\* valeurs indicatives

L'annexe 4 de l'OEAux définit avec plus de précision les activités autorisées, celles restreintes et celles interdites des zones de protection. Au final, c'est le canton qui applique cette ordonnance en jouant avec la liberté offerte par ces articles selon les spécificités de chaque cas. C'est pourquoi nous ne traiterons pas de manière détaillée l'aspect juridique.

Disons toutefois que la protection des ressources hydriques peut provoquer des conflits d'usage du sol, puisque la loi autorise à restreindre voire à supprimer toute activité sur certains terrains pour protéger la ressource. Il est vrai que souvent, les sources sont captées sur des terrains accidentés ou boisés, là où l'activité économique est moindre. Il arrive quand même, par exemple dans le cas de captage dans la nappe phréatique, que ces terrains soient utilisés par des activités susceptibles de menacer la qualité de la ressource : voies de transports, bâtiments isolés (privés, industries, ...) ou autres gravières peuvent entrer en conflit avec la protection de la ressource *eau souterraine*. De plus, les agricultures de plaine et de montagne sont très gourmandes en espace proche des milieux naturels. En ce sens, ce sont sans aucun doute elles qui sont les plus concernées par ces restrictions. Elles ont d'ailleurs souvent été montrées du doigt lors de pollutions d'eaux souterraines ou superficielles. L'agriculture intensive utilise en effet un grand nombre d'engrais ou de produits phytosanitaires et l'élevage produit des quantités importantes de déjections. Des normes limitatives ont donc logiquement été fixées pour protéger les zones S2 et S3 des impacts négatifs de l'agriculture sur la ressource hydrique.

Le tableau 3 indique les surfaces en hectare et les communes concernées par les zones de protection. Un hectare équivaut grosso modo à deux terrains de football.

Selon l'annexe 4 de l'OEAux, seuls les travaux de construction et les activités servant à l'approvisionnement en eau potable sont autorisés dans la zone de captage (S1). L'idéal serait évidemment que les surfaces en question soient situées sur des terrains difficiles d'accès comme des zones montagneuses ou des terrains protégés des pollutions par le type d'occupation du sol. L'idée est d'éviter au maximum d'avoir à prendre en charge des travaux coûteux de restriction du droit d'usage ou des dédommagements trop importants aux propriétaires et usagers des terrains.

Sources	Communes	S1 (ha)	S2 (ha)	S3 (ha)
Froideville	Froideville	0.75	7.04	18.63
Pierre-Ozair	Savigny	0.74	15.93	42.72
Cheseaux	Cheseaux, Morrens	0.28	8.41	22.21
Le Mont	Le Mont	0.43	24.83	51.78
Pully-Belmont	Pully, Belmont	0.7	15.49	18.68
Prévondavaux	La Chaux, Chevilly	1.19	13.84	25.31
Montaubion	Montaubion, Chardonney	0.09	5.49	10.41
Pont-de-Pierre	Montreux	0.96	21.91	17.91
Pays d'Enhaut	Chateaux d'Oex	2.15	534.84	530.34
Jorat	Lausanne	15.09	184.35	20.5
Thierrens	Thierrens	0.14	3.93	7.3
<b>Total</b>		<b>22.52</b>	<b>836.06</b>	<b>765.79</b>

Tableau 3 : zones S de protection des sources  
Source : PPDE

On s'aperçoit que les terres forestières se prêtent assez bien à ce jeu : les exigences légales pour la protection de la ressource y sont peu contraignantes, puisque la Loi fédérale sur les forêts (LFO) protège déjà ces terrains, sauf dérogation spéciale, de pratiquement toutes les atteintes qui pourraient nuire aux ressources en eau souterraine. Par exemple, l'article 15 y interdit toute circulation de véhicules à moteur, sauf pour accomplir les activités de gestion forestière.

Le second avantage majeur d'une zone de protection située en forêt est qu'elle est très souvent la propriété d'une collectivité publique. Si besoin est, il devient donc théoriquement plus facile d'apporter les modifications nécessaires afin d'assurer une protection optimale que si elles avaient été détenues par un privé.

Conscient des avantages que présente la forêt, Eauservice cherche à limiter l'accès aux zones de protection en y favorisant l'implantation de sous-bois denses. Ils remplacent avantageusement la pose de clôtures autour de la zone S1, comme l'autorise la LEaux.

Le tableau ci-dessous indique la proportion des zones de protection situées sur des terrains forestiers.

	Surface en ha	En forêt (ha)	En forêt
S1	23 (2 %)	19	80 %
S2	836 (51 %)	376	45 %
S3	766 (47 %)	133	17 %
<b>Total</b>	<b>1624 (100 %)</b>	<b>528</b>	<b>33 %</b>

Tableau 4 : terrains forestiers et zones S de protection  
Source : PPDE

Quant aux zones qui ne sont pas protégées « naturellement » par la topographie ou par l'occupation du sol, il est nécessaire d'agir pour protéger les ressources, comme l'ordonne l'article 21 de la LEaux aux cantons. Le processus de légalisation des zones S de protection des 120 sources se déroule en quatre phases : engagement de la procédure d'enquête, délimitation des zones par une étude hydrogéologique, mise à l'enquête publique par le Service des eaux, sols et assainissement du Canton de Vaud (SESA), acceptation et légalisation par le Conseil d'Etat vaudois. En janvier 2004, la procédure était terminée pour quatre groupes de sources (Pays d'Enhaut, Thierrens, Montaubion et le Mont) et pour 75 % de la surface concernée. Le processus concernant les autres sources est plus ou moins avancé en raison des difficultés inhérentes à ce type de travail : échelonnement dans l'engagement des procédures, aisance ou gêne du travail technique de délimitation des zones, oppositions et combats juridiques potentiels. On s'attend à ce que toutes les zones de captages soient légalisées d'ici à 2007.

Bien sûr, lors de la construction des captages il y a souvent plus d'un siècle, la protection des sources n'était pas ignorée par les anciens, bien au contraire. Des servitudes avaient été assignées aux terrains ad hoc pour les préserver des pollutions aux termes de négociations et parfois de dédommagements aux propriétaires des terrains, le plus souvent des agriculteurs ou des propriétaires sylvicoles. Aujourd'hui, certaines d'entre elles sont tombées dans l'oubli. D'autres ne correspondent pas aux zones déterminées par les études hydrogéologiques récentes.

Le jeu entre les anciennes servitudes et les nouvelles dispositions légales est parfois délicat et complexe. Aujourd'hui, la loi prévoit des indemnités aux agriculteurs en cas de restriction de la pratique agricole. Dans les zones S1, elles couvrent les frais de poses et

d'entretien des clôtures et de la perte de fourrage ; dans les zones S2, la baisse de rendement en raison des restrictions d'épandage.

Lausanne a parfois choisi d'acquérir les zones S1 voire les zones S2. Mais cette solution, si elle a le mérite d'assurer une protection optimale de la ressource, est parfois assez problématique. En effet, les zones sont parfois réparties sur des parcelles appartenant à plusieurs propriétaires, alourdissant les négociations. D'autre part, elles peuvent être totalement enclavées au sein de terrains privés, ce qui soulève le problème de leur accès et de leur entretien. C'est pourquoi il est souvent plus simple de suivre la procédure légale habituelle et d'indemniser les propriétaires, sauf dans des cas bien précis. Remarquons que ces indemnisations sont faibles et ne majorent pas le prix de l'eau pour le consommateur. Par contre, elles lui garantissent une sécurité importante et précieuse.

### 3.3.2 LE LAC DE BRET

Le lac de Bret est situé sur la commune de Puidoux, à une dizaine de kilomètres à vol d'oiseau du centre de Lausanne. Précieuse puisqu'elle permet un écoulement gravitaire jusqu'à Lausanne, son altitude est de 670 mètres environ. Sa surface actuelle est de 50 hectares, sa profondeur maximale de 20 mètres, son volume total de 5 millions de m<sup>3</sup>.

#### 3.3.2.1 HISTORIQUE

Une concession sur les eaux de Bret a été accordée une première fois en 1871 à la Compagnie du Chemin de Fer Lausanne-Ouchy qui les utilisaient comme force motrice pour son funiculaire automoteur à plan incliné nécessitant une force hydraulique importante (Grenier, 1875 : 5). Le surplus d'eau était fourni à la ville de Lausanne pour l'arrosage des rues et pour alimenter les bornes hydrantes (Grenier, 1875 : 21).

Le lac n'était alors qu'un étang de faible superficie et profondeur, alimenté par les eaux de pluies et par quelques affluents insignifiants. En 1875, on construisit un barrage sur le ruisseau voisin *Le Grenêt*, affluent de la Broye, et on dévia ses eaux par une galerie de liaison vers le lac de Bret. Le bassin versant du lac de Bret passa alors de 2.5 km<sup>2</sup> à un peu plus de 21 km<sup>2</sup>, ce qui permit d'assurer un volume et un débit suffisant pour le Lausanne-Ouchy tout au long de l'année. L'effluent du lac a été coupé et une digue de 2m50 a été construite en 1875, rehaussée de 3 mètres en 1922, afin d'augmenter la capacité de stockage du lac (Service des eaux, 1987). Cela est très important lorsque l'on sait que la moitié du volume utile du lac – 2.8 millions de m<sup>3</sup> – est contenu dans les 4 mètres supérieurs du lac.

En 1957, l'exploitation du lac a été reprise par le Service des eaux de la ville de Lausanne. La station de traitement dessert également quelques localités voisines du lac. Elle produit annuellement entre quatre et cinq millions de m<sup>3</sup> d'eau de boisson selon ce que permet la pluviométrie, soit entre 11 et 13 % de la production totale d'Eauservice. Pour obtenir une telle quantité, il est nécessaire de dériver 30 à 50 % des eaux du *Grenêt* en fonction du débit d'eau de la station. Cependant, « en période sèche, le lac joue son rôle de réserve, le débit du Grenet étant plus faible que celui de la station : le niveau du lac peut alors baisser de plusieurs mètres et la surface diminuer de près de la moitié » (Services industriels, 1987). Selon ce que permet la concession, la prise d'eau est située à 11 mètres de profondeur et maintient un volume et un niveau minimum.

### 3.3.2.2 QUALITÉ DE LA RESSOURCE

La qualité de la *ressource eau* du lac de Bret est assez mauvaise. Il existe deux raisons principales à cela. D'une part,

l'absence d'émissaire naturel et la stratification des différentes couches qui s'installe au cours de l'année influencent la composition physico-chimique de l'eau [...] de sorte qu'en juillet les couches d'eau [profondes et celles] situées à mi-profondeur se trouvent [...] dépourvues d'oxygène. La disparition progressive de ce corps s'accompagne d'une augmentation notable de la concentration en sels d'ammonium, en fer et en manganèse qui s'amplifie au fil des mois; il est à noter que l'on observe aussi fréquemment la présence de sulfure». (Services industriels, 1987)

D'autre part, la nature des bassins versants du Grenêt et du lac a un impact négatif sur la qualité des eaux. Quelques exploitations agricoles sont présentes sur ces terrains (communes de Puidoux, Forel et Savigny). Cela signifie que les surplus d'engrais et de produits phytosanitaires utilisés par celles-ci sont plus ou moins rapidement drainés vers le lac de Bret. Il en est de même des eaux usées après traitement par les trois STEP du bassin versant, dont les émissaires sont des cours d'eau affluents du Grenêt. En se rappelant de la petitesse du lac, on se rend compte que la ressource eau est très vulnérable à des pollutions, qui ne peuvent ni être diluées, ni être amoindries suffisamment rapidement par la capacité autoépurative du milieu naturel.

C'est pourquoi Lausanne prend des mesures pour préserver et même pour améliorer la qualité de la ressource qu'elle exploite. C'est dans ce but qu'elle s'est rendue propriétaire de tous les terrains riverains du lac afin de maîtriser les activités qui s'y déroulent. (A l'image des cours d'eau, le lac est propriété du canton qui octroie à Lausanne une concession sur ses eaux.) Par exemple, la roselière du nord-est du lac, la seule véritable roselière du Lavaux, est favorisée, dans le but d'augmenter l'activité biologique et le pouvoir autoépurateur du lac. Un golf a également vu le jour aux abords du lac. Si certains critiquent l'impact paysager et la perte de biodiversité d'un tel aménagement, force est de reconnaître les effets positifs de ce type d'activité sur les eaux souterraines ou les eaux de surface par exemple par rapport à l'agriculture intensive.

Enfin, Eauservice, faisant sien l'adage « mieux vaut prévenir que guérir », maintient un contact avec les acteurs du bassin versant du lac, pour les informer et éviter qu'ils n'en deviennent les pollueurs.

Malgré ces mesures et en se souvenant que l'usine de Bret traite grosso modo l'équivalent du volume du lac en une année, on se rend compte que la pollution accidentelle ou récurrente transite assez rapidement vers l'exutoire artificiel qu'est l'usine.

En conséquence, la chaîne de traitement de l'usine de Bret est extrêmement complexe pour être capable de transformer cette eau brute à l'odeur et au goût désagréable, riche en sels d'ammonium, en nitrite, en matière organique en suspension, en fer et manganèse en eau de boisson de qualité suffisante (Services industriels, 1987).

### 3.3.2.3 LA CHAÎNE DE TRAITEMENT DE L'USINE DE BRET<sup>1</sup>

Passons brièvement – c'est une gageure – au travers de la chaîne de traitement de l'eau de l'usine de Bret. Les étapes sont: préozonation, floculation, flottation, préfiltration, postozonation, filtration adsorbante, désinfection finale.

La préozonation réoxygène l'eau, qui peut en être privée pendant l'été en raison d'une stratification des eaux du lac, et précipite certains composés en vue de leur filtration. L'ozone excédentaire est récupéré et brûlé dans des fours prévus à cet effet. Ensuite, l'ajout d'agents flocculants chimiques permet d'agglutiner sous forme de flocons les particules colloïdales, dont la densité est très proche de celle de l'eau. C'est pourquoi il est nécessaire d'ajouter de l'eau saturée en air, dont les bulles se fixent aux flocons afin de les faire flotter. Un système mécanique retire les boues ainsi formées. Partiellement asséchées sur place, elles sont envoyées en décharge ou incinérées. Quant à l'eau, elle est dirigée vers des préfiltres d'une épaisseur de 1.4 mètres. L'eau traverse en premier lieu une couche de pierre ponce qui élimine les matières en suspension les plus grossières. Puis, le sable de quartz retient des particules plus fines. Des lavages réguliers (toutes les 35-40 heures) sont nécessaires puisque ces particules colmatent petit à petit les filtres et en réduisent le rendement. Une nouvelle phase d'ozonation facilite l'élimination de composés organiques lors de la phase de filtration adsorbante sur filtre de charbon actif.

Le charbon actif est « caractérisé par une très grande porosité qui est à la base de l'efficacité remarquable de ce matériau filtrant » (SIG, 1996 : 9). Selon Vilaginès (2003), le charbon actif est obtenu à grand renfort énergétique par carbonisation puis activation de la matière première choisie (bois, tourbe, anthracite, ...). Selon le degré d'activation souhaité, 50 % à 80 % du carbone sont brûlés, conduisant à la formation de très nombreux pores. La surface de contact pour chaque gramme de charbon actif varie de 600 à 1500 m<sup>2</sup> selon son degré d'activation ou chaque mm<sup>3</sup> contient un m<sup>2</sup> de surface !

Un tel produit a donc une très haute propriété d'adsorption, dont nous rappelons

la définition. « L'adsorption est un phénomène de surface consistant en la fixation de certains ions ou molécules du corps adsorbés sur les molécules du corps adsorbant » (Vilaginès, 2003 : 143) par des forces électrostatiques. Le charbon actif retient notamment les métaux lourds, les micropolluants organiques, les bactéries, les virus et le mauvais goût (Vilaginès, 2003 : 182).

Les filtres au charbon actif doivent être régulièrement lavés, mais leurs propriétés adsorbantes diminuent. Ils sont alors régénérés à des températures de 800 °C et parfois remplacés.

L'eau obtenue est encore désinfectée à l'eau de Javel fabriquée sur place par électrolyse du chlorure de sodium. Cela assure de la pureté de l'eau pendant son transport jusque chez le consommateur (Services industriels, 1987).

Cette filière chère et complexe parvient à transformer les eaux brutes dont les teneurs en substances étrangères peuvent être plus de cinq fois supérieures à celles du lac Léman en des eaux de boisson.

### 3.3.3 LE LAC LÉMAN

Le Lac Léman constitue aujourd'hui la source d'approvisionnement principale pour la ville de Lausanne, ce qui, ont l'a vu, n'a pas toujours été le cas. Il couvre environ 60 % des besoins annuels lausannois, avec une pointe à 80 % durant les périodes estivales sèches pendant lesquelles les autres ressources sont moins productrices.

### 3.3.3.1 PROXIMITÉ ET GRANDEUR DU RÉSERVOIR

Le premier avantage qui plaide en faveur de l'utilisation de l'eau du lac Léman est évidemment la proximité. Mais cet avantage est contrecarré par l'autre aspect de la localisation de cette ressource, son altitude. En effet, la côte maximale du lac Léman est de 372 mètres alors que le réservoir d'eau douce le plus élevé de la ville, celui de Vers-chez-les-Blanc, est situé à 879 mètres. Le projet de réservoir *La Montagne du Château* étudie un lieu à 920 mètres d'altitude. Ainsi, l'utilisation de l'eau du lac évite la construction et l'entretien de conduites d'adduction longues et très coûteuses comme celles des sources susmentionnées. Mais en contrepartie, le coût de production est renchéri par le pompage de l'eau et son refoulement jusqu'aux réservoirs. Même si le CEGEL s'efforce de ne recourir à l'énergie électrique que lorsque les prix sont les plus bas, ceux-ci ne sont tout de même pas négligeables. De plus, le recours obligé à l'énergie électrique pour exploiter cette ressource provoque une dépendance à ce type d'énergie.

Le deuxième point fort du lac Léman est sa taille. Avec ses 580 km<sup>2</sup> et son volume de 89 km<sup>3</sup> (profondeur maximale: 309 mètres), le Léman est le plus important plan d'eau d'Europe occidentale. Ses 27 affluents principaux drainent un bassin versant plutôt montagneux de plus de 7000 km<sup>2</sup>. C'est ainsi que plus de 8 milliards de m<sup>3</sup> sont renouvelés chaque année dans le lac (Pelli, 2002: 49).

Le lac ne sert pas d'approvisionnement en eau à la seule agglomération lausannoise puisque onze stations de pompage sont réparties autour du lac. La ville de Genève est par exemple l'une des premières à avoir puisé dans cette ressource pour s'approvisionner en eau potable. Plus de 80 % de l'eau consommée à Genève provient du lac. C'est ainsi qu'un total annuel de 80 à 100 millions de mètres cubes (Ramseier, 2003: 123) est prélevé pour satisfaire les besoins en eau de 550'000 personnes (Pelli, 2002: 51). Même si ce volume impressionne, il est faible en rapport à la taille du Léman. La seule perte en eau par évaporation vaut le triple; les apports dus aux précipitations le quintuple !

Un tel volume n'assure pas seulement une sécurité à toute épreuve pour l'approvisionnement, même en cas de sécheresse prolongée. C'est aussi un gage de stabilité quant à la qualité de l'eau. L'effet diluant et solvant de l'eau a pour conséquence de répartir une pollution sur un énorme volume et d'atténuer les effets sur les prises d'eau des stations de pompage.

On peut également citer l'inertie, positive comme négative, d'un tel lac. Quant un changement de qualité s'opère sur l'eau des affluents par exemple, l'état du lac prend beaucoup de temps pour se modifier à son tour. Cette lenteur peut permettre à l'homme de réagir pour lutter contre de nouvelles pollutions ou pour s'y adapter. Inversement, cette lenteur peut empêcher l'homme de prendre conscience de changements dangereux de l'état sanitaire de l'eau. Et lorsqu'il en aura pris conscience, la durée de *convalescence* du lac avant qu'il retrouve un état satisfaisant peut s'étaler sur des décennies. L'exemple du phosphore est peut-être le plus représentatif. La prise de conscience de la nuisance pour les eaux de lac de l'apport anthropique de phosphore (phosphates dans les engrais et dans les lessives notamment) dans les années 1960 a poussé les autorités à réagir en introduisant une étape de déphosphatation dans les STEP depuis 1973 et en interdisant les phosphates dans les lessives en Suisse depuis 1986. Aujourd'hui, si la concentration de phosphore a diminué de plus de moitié depuis le maximum de 1979, elle est encore le double de l'objectif fixé et le triple par rapport aux valeurs mesurées en 1960.

### 3.3.3.2 QUALITÉ DE LA RESSOURCE

Enfin, le dernier avantage majeur du lac Léman concerne précisément l'état sanitaire de ses eaux et sa stabilité. Le renversement de tendance est remarquable ! Cet aspect, qui répugnait la population au 19<sup>e</sup> siècle, est devenu aujourd'hui un argument en faveur de l'utilisation de ces eaux.

Comme dit plus haut, la grandeur en volume et en surface du lac Léman le protège de dégradation rapide et majeure de son état sanitaire. Cependant, la pression démographique sur le bassin lémanique s'accroît toujours plus – on parle maintenant de métropole lémanique – et sa capacité de nuisance est réelle. Il ne s'agit donc pas de croire que la taille du lac Léman le protège contre les agressions, preuve en sont les termes de *mort* et *survie* du lac Léman, utilisés dans les années 1970-1980, en raison des concentrations alarmantes de phosphore et de l'eutrophisation qui en découle. De plus, des conditions géographique particulières (courants, affluents, rejets ...) peuvent altérer localement la qualité chimique et biologique de l'eau.

Néanmoins, la relative stabilité de la qualité des eaux du lac est un atout. Contrairement aux sources fortement sujettes à des variations rapides (dureté notamment), les eaux du lac Léman ne subissent que peu de changements susceptibles de mettre en difficulté les usines de potabilisation de l'eau. Il est de la sorte possible de définir une chaîne de traitement de l'eau adaptée aux polluants qu'elle rencontrera, sans en multiplier inutilement et à grands frais ses étapes.

« La vocation première de la CIPEL est de lutter contre les pollutions en vue d'assurer la production d'eau de consommation (eau potable) au moyen de traitements réputés simples » (Ramseier, 2003: 124). C'est ainsi qu'elle coordonne régulièrement des campagnes d'échantillonnage et d'analyse de l'eau brute – avant traitement – et de l'eau propre – filtrée – prête à être distribuée dans le réseau. La dernière d'entre elle s'est achevée au printemps 2002 et son compte rendu est donné par Ramseier (2003). Ces résultats doivent être nuancés en raison du nombre restreint de prélèvements effectués dans chacune des onze installations de traitement, très diverses, du lac Léman, dont St-Sulpice et Lutry. Chaque échantillon d'eau prélevé juste après le traitement respecte pleinement les exigences légales en vigueur de part et d'autre de la frontière (Suisse: Ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires du 26 juin 1995). Les teneurs en carbone organique total (COT), en fer résiduel, en métaux lourds et en composés organo-halogénés (COV) de l'eau brute sont nettement en dessous du seuil légal pour l'eau de boisson. Les matières en suspension (MES), la turbidité, les pesticides ou la microbiologie, qui peuvent avoir des valeurs plus ou moins fortes dans l'eau brute sont traités efficacement par les chaînes de traitement. Enfin, les produits utilisés par certaines chaînes de traitement elles-mêmes peuvent contaminer l'eau potable. Il s'agit notamment des flocculants à base de sels d'aluminium ou de sous-produits issus de réaction entre le chlore utilisé comme désinfectant final et les substances organiques non retenues par la filtration. La bonne qualité de l'eau brute, notamment ses faibles teneurs en matières organiques, permet de limiter l'usage de ces produits et de contenir la contamination en sous-produits qui en résulte.

Ces bons résultats ne doivent tout de même pas occulter des problèmes qui peuvent survenir pour ces stations. Des problèmes de colmatage de filtre, de goûts et d'odeurs

peuvent survenir lors de floraisons algales. De plus, de rares organismes vivants ont déjà tristement démontré par le passé leur capacité à traverser les chaînes de traitement conventionnelle, comme ce protozoaire qui causa la mort de 112 personnes à Milwaukee en 1993.

Il est aussi bon de rappeler que si les teneurs en micro-polluants présents dans les eaux du lac respectent déjà à ce stade les normes en vigueur, ces composés chimiques, de nature anthropique, restent tout de même indésirables dans les eaux de boisson ; à cet égard, on se doit de rappeler les inquiétudes actuelles de la communauté scientifique sur les effets des perturbateurs endocriniens. (Ramseier, 2003 : 138)

Les stations de traitement de l'eau ne sont en effet pas prévues pour traiter des résidus médicamenteux tels les antibiotiques ou les hormones de synthèse. Enfin, l'eau propre y est analysée à l'endroit où l'eau est de la meilleure qualité. Le réseau de distribution public, les réservoirs et les canalisations privées dégradent forcément l'eau. Des foyers de micro-organismes peuvent s'y développer et l'eau peut se charger d'éléments, comme certains métaux arrachés aux canalisations.

### 3.3.3.3 L'USINE DE PRODUCTION D'EAU DE ST-SULPICE

L'usine de production d'eau potable de St-Sulpice a été mise en service en 1970 afin d'assurer l'approvisionnement pour une région dans les besoins démographiques sont en hausse, plus particulièrement l'Ouest lausannois. Elle permet de soulager l'ancienne usine de Lutry qui ne parvenait à répondre à la demande de pointe qu'à l'aide d'un raccourcissement de la ligne de traitement. St-Sulpice possède une ligne de traitement « classique » mais assez ancienne, largement répandue en Suisse et ailleurs. Les trois étapes sont :

- floculation au moyen de sels d'aluminium. Les floculants ont la propriété de coaguler les matières en suspension et donc de faciliter la filtration proprement dite.
- filtration rapide sur lit de sable de quartz.
- désinfection finale au chlore. Le but recherché est de protéger l'eau propre d'infection bactérienne ultérieure, puisque l'eau peut rester quelques jours dans les canalisations et les réservoirs avant d'être effectivement consommée.

Les filtres à sable sont régulièrement rétrolavés par un flux contraire d'eau traitée et d'air sous-pression afin d'ôter les particules retenues par le filtre mais qui le colmatent petit à petit. Le lavage dure une dizaine de minutes et a une efficacité proche de 100 %. En effet, les filtres à sable n'ont jamais dû être remplacés ou réalimentés depuis la mise en service de l'usine. Les eaux boueuses issues du rétrolavages sont évacuées vers la Venoge, proche de son exutoire dans le Léman.

Le débit de pointe de l'usine est de 72'000 litres/minute. En 2003, elle a augmenté sa production pour la première fois après une décennie de baisse à 13 millions de m<sup>3</sup>, soit 35 % de l'adduction annuelle totale d'Eauservice. Lors de la consommation maximale dans l'histoire d'Eauservice, entre 1989 et 1992, la production de St-Sulpice dépassait 20 millions de m<sup>3</sup> et atteignait 45 % de la production totale du service. Pourtant, même si le volume annuel total atteint par l'usine est moindre aujourd'hui, on ne peut pas dire qu'elle soit véritablement surdimensionnée, puisque ce qui compte vraiment est le volume de pointe. C'est ainsi que lors de la sécheresse de l'été 2003, sa production a du être poussée à un niveau dépassant sa limite maximale théorique !

La figure 8 met en évidence que temps que la nouvelle usine de Lutry n'était pas en fonction (dès 2001), c'était l'usine de St-Sulpice qui se chargeait de réagir aux variations de la demande. Cela s'explique par la relative stabilité des productions d'eau de source et d'eau du lac de Bret d'une année à l'autre. Les fluctuations de la demande doivent alors être absorbées par des variations de production aux usines du lac Léman, en l'occurrence celle qui était la plus moderne.

Aujourd'hui, l'usine de St-Sulpice a plus de 30 ans et montre quelques signes de fatigue, bien que la qualité et le volume des eaux qu'elle produit satisfassent aux normes légales et aux besoins. Une nouvelle usine devrait voir le jour prochainement (mise en service probable : 2010) sur le même site. La technique retenue est l'ultrafiltration, c'est-à-dire une technique récente mise en place à Lutry. Elle est plus chère que la filière classique mais permet une plus grande flexibilité et la qualité de ses eaux est meilleure. La capacité vraisemblable de la nouvelle usine devrait dans un premier temps être de 1.2 à 1.5 m<sup>3</sup>/s., soit 72'000 à 90'000 litres/min. Précisons encore que les faibles exigences en génie civil de l'ultrafiltration permettront d'augmenter facilement si besoin est la capacité maximale de l'usine.

### 3.3.3.4 L'USINE DE PRODUCTION DE LUTRY

La première usine de production d'eau a été inaugurée à Lutry en 1932 puis agrandie en 1952. Dans les années 1990, la vétusté de l'usine a incité les autorités à étudier la possibilité de moderniser ou de reconstruire une nouvelle usine pour assurer les besoins du futur. C'est ainsi que l'usine actuelle a été graduellement mise en service à partir de l'automne 2000.

#### *La chaîne de traitement*

L'eau brute est pompée à 400 mètres de la rive où la crépine d'aspiration est immergée à 60 mètres de profondeur. L'eau est amenée dans des bassins dans lesquels il est possible d'injecter du charbon actif en poudre (CAP). Il n'est utilisé que lors de pollution de l'eau brute ou de teneur en matière organique trop élevée puisque ses propriétés adsorbantes sont extrêmement élevées. Le CAP est d'ailleurs un élément constitutif des chaînes de traitements classiques de la moitié des stations lémaniques.

L'eau passe ensuite au travers de préfiltres dont le maillage de 130 microns protège les membranes d'éléments grossiers colmatant. Les préfiltres sont rétrolavés régulièrement à l'aide d'eau propre sous pression, sans arrêt de la production. Les résidus sont rejetés au lac sans traitement, puisque aucun additif ne vient s'ajouter à l'eau puisée précédemment dans le même milieu. L'eau préfiltrée traverse ensuite les modules d'ultrafiltration, nouvelle technique pour laquelle un paragraphe est consacré ci-dessous. Malgré le préfiltre, les membranes se colmatent aussi petit à petit par accumulation de particules sur les pores. Les rétrolavages (70 secondes toutes les 45 minutes) utilisent de l'eau propre chlorée sous pression pour permettre une désinfection maximale de la membrane. En plus de cela, des nettoyages par lessive doivent être entrepris de temps en temps, selon la qualité de l'eau brute. A Lutry, plus de deux ans se sont écoulés avant que la baisse de perméabilité n'ait rendu nécessaire l'utilisation de lessive.

Enfin, comme pour la filière classique de traitement de l'eau, une désinfection préventive à l'eau de Javel (NaOCl), produite sur place par électrolyse du sel, est effectuée et l'eau est refoulée vers les réservoirs correspondants avant d'être distribuée.

## *L'ultrafiltration*

Eauservice a fait office de pionnier en étant le premier à choisir une nouvelle technique pour une usine de cette envergure. Avant, seules des installations à petite échelle plus ou moins expérimentales avaient permis de constater le bien-fondé de la technique d'ultrafiltration et la possibilité de son application à Lausanne. Le principe théorique de la filtration membranaire est extrêmement simple :

une membrane est une paroi qui oppose une résistance au transfert des différents constituants d'un fluide. Elle permet une séparation sélective de certains de ses éléments. Dans le traitement de l'eau de boisson, la séparation se réalise avec la pression comme force motrice au travers de membranes semi-perméables. Celles-ci sont perméables à l'eau mais retiennent toutes les particules de taille supérieure aux dimensions des pores. La dimension des pores d'une membrane définit son seuil de coupure la classant dans une des quatre catégories que sont la microfiltration, l'ultrafiltration, la nanofiltration et l'osmose inverse.<sup>2</sup>

L'usine de Lutry s'est *contentée* d'ultrafiltration puisque les pores des membranes mesurent 0,01 micron. C'est suffisant pour retenir les particules en suspension contenues dans l'eau dont les microorganismes (bactéries, protozoaires) et probablement tous les virus. Par contre les éléments dissous ne sont pas arrêtés. Mais pour l'eau de boisson, il serait luxueux de recourir à des procédés plus précis comme la nanofiltration. Ceux-ci sont chers à l'achat, beaucoup plus gourmands en énergie et n'apportent pas un plus déterminant quant à la qualité de l'eau traitée à partir de l'eau brute lémanique. En plus, ils ôteraient les minéraux essentiels à l'être humain ce qui nécessiterait de reminéraliser artificiellement l'eau traitée !

Pour l'installation de Lutry, en chiffres, une production de 0,8 m<sup>3</sup>/seconde [soit 48'000 litres par minutes] nécessite 15 blocs de 44 modules. Chacun de ces 660 modules contient 18'000 fibres pour une surface de 65 m<sup>2</sup> de membranes, soit un total de 42'900 m<sup>2</sup>.<sup>3</sup>

### *Avantages et inconvénients de l'ultrafiltration*

Le coût de cette technique a parfois été remis en cause, comparativement aux techniques classiques. Il est vrai que l'équipement d'un tel système est cher. Les modules membranaires sont onéreux et ont une durée de vie limitée. En l'absence de recul suffisant, on estime que les membranes serviront durant six ans au minimum, en espérant pouvoir les faire durer quelques années supplémentaires. Rappelons qu'aucun ajout n'a été nécessaire sur les filtres à sable de Saint-Sulpice ou de Bret et que leur capacité de filtration reste pratiquement inchangée après des décennies d'activité.

De plus, le rendement d'une usine d'ultrafiltration est plus faible que celui d'une usine classique. En effet, 17 % de la production d'eau traitée de Lutry a été utilisée comme eau d'exploitation pour l'usine, principalement pour les rétrolavages, et ne rapportent donc rien. Comparativement, les usines de Bret et de Lutry n'ont pas utilisé plus de 5 % de l'eau produite pour les rétrolavages des filtres à sable.

Le rendement des usines d'ultrafiltration est étroitement conditionné par la qualité des eaux brutes, et surtout par la quantité des matières en suspension, notamment le phytoplancton. Si elle est importante, les préfiltres comme les membranes se colmatent rapidement et doivent être souvent rétrolavés avec pour conséquence la réduction de la durée de vie des membranes. En effet, d'une part le seuil de coupure s'agrandit au fil du temps par la pression des particules sur les pores membranaires; d'autre part, le

colmatage irréversible des membranes par lesdites particules est accéléré. C'est pourquoi l'ultrafiltration ne convient que pour traiter des eaux de bonnes qualités, par exemple celles puisées profondément dans les grands lacs. Le lac Léman rentre dans cette catégorie, même si l'activité biologique lémanique s'accroît fortement à certaines périodes de l'année, colmate rapidement les membranes et nécessite de fréquents rétrolavages. Les eaux des rivières et les eaux des petits lacs, souvent caractérisées par de fortes turbidité et teneur en matières en suspension, ne conviennent que rarement à cette technique.

Financièrement toujours, la construction d'une filière classique est plus importante en surface de terrain. Les filtres à sable fonctionnent en trois dimensions. Pour St-Sulpice, ils font plus de 50 m<sup>2</sup> avec une épaisseur cumulée d'eau brute, de sable et d'eau filtrée de quatre à cinq mètres. En conséquence, la surface de terrain et le prix de la construction des ouvrages de génie civil sont importants. L'ultrafiltration, elle, n'a besoin que de deux dimensions, ce qui permet d'empiler les modules et de gagner une place considérable. Pour Lutry, la surface utilisée par la nouvelle usine est estimée à la moitié de ce qu'elle aurait été si on avait opté pour une filière classique de filtration de même capacité. Ce rapport est intéressant pour les installations urbaines où les terrains sont souvent rares et hors de prix. Qui plus est, la halle accueillant les blocs d'ultrafiltration est simple et serait facilement réaffectable à moindre coût si pour une raison ou pour une autre on devait abandonner cette usine.

Un deuxième avantage plaide pour cette technique: la possibilité de répartir les investissements sur le long terme, selon l'évolution de la demande. Le peu de contrainte de génie civil qu'implique cette technique et le peu de place qu'elle occupe permettent de réserver de la surface pour accueillir des modules supplémentaires en cas d'augmentation de la demande. Les investissements ne seraient effectués que le cas échéant.

Troisièmement, ce procédé somme toute bêtement mécanique ne nécessite qu'une très faible quantité d'adjuvants utilisés par rapport aux méthodes classiques de traitement de l'eau: pour les rétrolavages, de l'eau propre, de l'eau de Javel et des lessives en quantité minimales; pour la production d'eau, rien d'autre que du charbon actif en poudre dans des cas exceptionnels (aucune fois depuis la mise en fonction de l'usine de Lutry). Quant à la consommation énergétique de l'ultrafiltration elle-même, c'est-à-dire sans compter le pompage, elle est, selon le fournisseur, entre 0.12 et 0.18 kWh par m<sup>3</sup> d'eau produite. En comparaison avec la filtration sur sable avec laquelle on perd plusieurs mètres d'énergie potentielle de l'eau entre le haut et le bas du filtre à sable, on constate que la différence n'est pas très importante.

Quatrièmement, l'ultrafiltration, au contraire des filières classiques de traitement de l'eau, permet de changer de régime de production très rapidement. Il ne suffit que de quelques minutes pour mettre en route les modules d'ultrafiltration et injecter de l'eau dans le réseau. Il est vrai que les réservoirs d'eau traitée dans l'usine puis ceux de la ville permettent d'amortir les hausses de consommations des heures de pointes (6-8, 12-13). Mais puisque les pompes de refoulement consomment beaucoup d'électricité, le CEGEL essaie d'anticiper au plus juste la demande afin de refouler pendant la nuit les eaux de l'usine aux réservoirs, alors que le prix de l'électricité est au plus bas. Cette situation et le fait que le Léman est un appoint aux autres ressources en eau s'écoulant gravitairement peut amener l'usine à devoir produire très rapidement des quantités importantes d'eau potable.

### 3.3.4 ACHATS ET ÉCHANGES D'EAU

Comme précisé plus haut, Lausanne collabore avec plus de 60 autres communes, principalement pour leur fournir de l'eau lorsque leurs sources d'approvisionnement ne suffisent pas à couvrir leurs besoins. Inversement, Eauservice et ces communes ou associations communales voisines ont des accords pour que le premier rachète les surplus d'eau des secondes lorsque leurs réservoirs ne permettent plus de stocker l'ensemble de l'eau potable produite. L'objectif est d'éviter que ces eaux consommables soient rejetées dans les cours d'eau avant une utilisation anthropique.

Eauservice n'est pas particulièrement avantage par ces échanges d'eau. D'une part, les eaux livrées à Lausanne découlent souvent de pluies fortes. Dans ce cas, les eaux ont souvent une turbidité forte, parfois même supérieure aux normes légales. Eauservice est donc contraint de diluer les eaux de cette provenance avec des eaux de meilleure qualité pour satisfaire le consommateur. Remarquons que le volume des eaux achetées par Lausanne est assez faible puisqu'elle représente moins de 2 % du total de sa production.

D'autre part, les échanges d'eau avec d'autres communes viennent toujours renforcer le décalage entre les capacités de production du service et les variations de la demande. En d'autres termes, Eauservice doit fournir de l'eau à ses communes lorsque les sources tarissent en été et que la consommation est forte alors que les communes donnent de l'eau à Lausanne dans des périodes humides pendant lesquelles les installations de production lausannoise ne fonctionnent qu'à faible régime. Il faut savoir que la production est légèrement plus onéreuse en été qu'en hiver, puisque la part d'eau du lac Léman, qu'il faut traiter et relever jusqu'aux réservoirs, est nettement plus forte en été. De plus, Lausanne doit dimensionner à grands frais ses infrastructures pour satisfaire la demande maximale, renforcée par les demandes ponctuelles des communes voisines.

Eauservice n'a que peu d'avantage aux échanges d'eau avec les communes voisines. Depuis quelques années, le prix de l'eau fournie en gros à ces communes diffère selon les saisons, afin de partager les inconvénients des pics de consommation. Cette distinction nouvelle a incité certaines communes à se regrouper en associations intercommunales pour pallier les manques et à ne recourir à l'eau lausannoise qu'en cas d'extrême nécessité!

### 3.4 BILAN DES RESSOURCES DISPONIBLES

Hormis les quantités faibles issues de l'achat d'eau à d'autres communes, Lausanne bénéficie de trois sources d'approvisionnement aux propriétés bien distinctes.

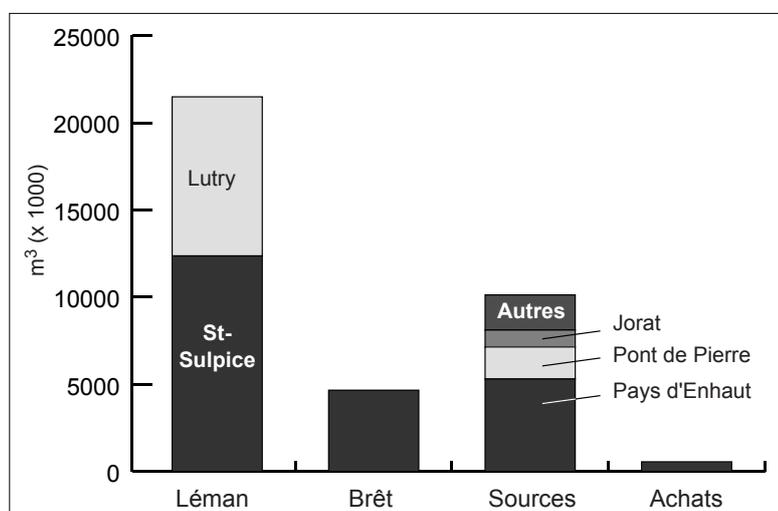


Fig. 13 : production d'eau potable: moyenne 2002-2003  
Source: eauservice

Les onze groupes de sources sont un acquis historique important à conserver puisque pour deux raisons, elles se profilent comme les meilleurs pourvoyeurs d'eau à Lausanne. La première est la qualité de la ressource, qui, bien qu'inconstante et parfois légèrement insuffisante, permet à ces eaux de ne subir aucun traitement si ce n'est leur chlorage, à la différence des ressources lacustres. La seconde est l'avantage altimétrique de ces sources : l'énergie utilisée pour leur acheminement aux réservoirs est gravitaire. Ces deux raisons font de l'eau des sources lausannoises, bien qu'elle soit puisée assez loin, l'eau de boisson la moins chère et à l'impact environnemental le plus faible.

Il est par contre vrai que l'éclatement géographique de l'exploitation et de la protection des eaux souterraines génère potentiellement plus de conflits d'usage avec les acteurs locaux. Pratiquement, la résolution de ceux-ci est rarement problématique.

L'atout principal du Léman est bien évidemment sa taille et la sécurité d'approvisionnement qu'il permet. C'est d'ailleurs lui qui couvre jusqu'à 80% de la production en période estivale. Le développement futur des capacités du réseau exploité par Eauservice, à l'intérieur de son agglomération densifiée ou à l'extérieur, sera entièrement couvert par une augmentation de la production lémanique. Les choix techniques et les ouvrages de génie civil construits permettent très facilement et à moindres frais d'accroître amplement le volume d'eau potable produite.

Enfin, le lac Bret est l'élément le plus fragile des ressources lausannoises en eau et entraînera sans doute la fermeture de l'usine dans les années à venir. Pourtant, il n'est pas dénué d'intérêt, puisqu'il permet une diversification intéressante des ressources en eau. Comme elle est transportée gravitairement et que la production peut être assurée pendant quelques temps par un groupe électrogène, l'usine de Bret est un élément important de l'approvisionnement d'eau en temps de crise ou lors d'une panne électrique majeure.

En conclusion, la situation lausannoise est remarquable. La sécurité d'approvisionnement dont elle jouit est rare autant que précieuse. Elle lui a permis de passer sans restriction d'eau

pour la population la sécheresse historique de l'été 2003, bien que la situation fût très tendue. Lors des modifications futures de ses installations de production, il ne fait aucun doute que cette expérience, doit être prise en compte pour augmenter les capacités de production sans que cela n'ait le moindre impact dans le milieu dans lequel l'eau est prélevée. La localisation de piémont alpin lausannois lui permet ce confort sécuritaire.

L'eau ne manque pas. Mais ce n'est pas seulement par solidarité envers les populations pour lesquelles l'eau potable est rare que son usage à Lausanne doit être modéré. Ce n'est en effet pas sans difficulté qu'elle parvient dans les robinets du consommateur : captages lointains, chaînes de traitement parfois complexes, transport malaisé. L'apport énergétique, bien qu'économiquement supportable, est très élevé. D'autre part, sans trop anticiper sur le contenu du prochain chapitre, l'eau parvenue au robinet n'a parcouru que la moitié de son cycle urbain. Avant d'affirmer haut et fort que l'économie ne fait aucun sens en Suisse, il convient de prendre en considération la suite du cheminement urbain de l'eau.

### 3.5 LA DISTRIBUTION DE L'EAU

Le réseau de distribution lausannois est assez complexe et soumis à des contraintes techniques et commerciales importantes. Il ne s'agit pas seulement de relier chaque robinet à une usine qui produirait en flux tendu parfait la quantité exacte d'eau nécessaire.

Depuis les usines de production lacustres ou depuis les captages de sources, l'eau parcourt un cheminement alambiqué avant d'atteindre le robinet du consommateur, au gré des 800 kilomètres de conduites de distribution gérée par le service des eaux lausannois.

L'eau traitée et désinfectée en usines est acheminée dans des conduites d'adduction de diamètre important vers les réservoirs répartis dans toute la ville. Chacun alimente par gravité une zone de distribution d'altimétrie homogène, appelée régime de pression, située à une altitude inférieure afin de conférer à l'eau la pression requise. En principe, à chaque régime de pression ne correspond qu'un réservoir et inversement.

La topographie difficile de la région lausannoise complique singulièrement la situation. D'une part, la pression mesurée au robinet est légalement bornée. Or, comme la pente est forte sur une large partie du territoire lausannois, les zones définies doivent être assez petites pour qu'une pression adéquate soit garantie sur l'ensemble de la zone. L'étagement altitudinal de la ville est donc divisé par une vingtaine de régimes de pression, chacun alimenté par un réservoir principal et éventuellement un réservoir secondaire.

La difficile topographie lausannoise nécessite aussi de gérer finement le refoulement des eaux depuis les usines de production jusqu'aux réservoirs. Afin d'économiser au maximum l'énergie utilisée pour le refoulement, les eaux sont, si possible, distribuées à une altitude proche ou supérieure de celle où elles sont produites. C'est pourquoi les eaux du lac de Bret et les eaux des différentes sources alimentent les réservoirs du haut de la ville. Au contraire, les altitudes les plus faibles de l'agglomération sont desservies par les eaux lémaniques.

Les réservoirs des usines lémaniques disposent bien évidemment de pompes pour refouler leurs eaux aux étages supérieurs. Mais de manière moins intuitive, il en est de même pour chaque réservoir de la ville. Cela permet d'avoir un réseau de conduites d'adduction maillé permettant de réduire la dépendance à chacune des conduites de refoulement et à chacune des ressources. Pratiquement et par exemple, l'eau en provenance de Lutry n'est

refoulée que vers trois réservoirs. Chacun a pour fonction de distribuer l'eau à sa zone de pression mais aussi de refouler de l'eau jusqu'à d'autres réservoirs situés à des altitudes supérieures. En conséquence, la plupart des réservoirs lausannois peuvent recevoir de l'eau de plusieurs usines de traitement ou de réservoirs, ce qui permet d'obtenir une assez grande flexibilité et une bonne sécurité d'approvisionnement. L'approvisionnement d'un réservoir habituellement desservi par une source mais tarissant en période de sécheresse peut ainsi être facilement modifiée pour recevoir de l'eau d'une usine lacustre.

Le CEGEL est le Centre d'Exploitation et de Gestion d'Eauservice Lausanne. C'est lui qui est responsable de la gestion technique de l'exploitation des usines de productions, des stations de pompages et des réseaux d'alimentation des réservoirs. A l'aide d'un système informatique et d'algorithmes performants, le CEGEL essaie d'optimiser au plus juste le transfert des eaux des usines de traitement jusqu'aux utilisateurs. Puisque le refoulement consomme une importante quantité d'énergie électrique dont le marché est soumis à la loi de l'offre et de la demande, le CEGEL ordonne le fonctionnement des pompes de refoulement le plus possible aux heures creuses de la nuit en anticipant la consommation du jour suivant. Eviter de pomper l'eau aux heures où les tarifs de l'électricité sont les plus élevés peut signifier accepter de vider presque totalement un réservoir si l'on connaît assez précisément la demande pour la journée. Le CEGEL y parvient en prévoyant la courbe de consommation journalière en fonction des courbes des journées précédentes et de facteurs climatiques principalement. Tout le jeu consiste à agir au plus juste sans compromettre l'approvisionnement en cas d'imprévus tels une panne ou un besoin soudain du service du feu.

A ce sujet, les besoins imprévisibles du service du feu exigent en principe des réservoirs de secours. Mais le nombre, la taille et l'interconnexion possible des réservoirs lausannois permettent de l'éviter. C'est ainsi que le CEGEL réserve un volume de secours dans chaque réservoir, prêt à alimenter de suite l'une des 3900 bornes hydrantes couvrant le territoire des 17 communes alimentées au détail. Si le feu devait se prolonger, refoulement et pompage depuis d'autres réservoirs ou usines permettent de faire face à l'accroissement fort et soudain de la consommation de la zone de pression concernée.

---

## NOTES

1 Source: Services industriels, 1987

2 Source: [http://www.gpi-vaud.ch/journal/Usine\\_Lutry.htm](http://www.gpi-vaud.ch/journal/Usine_Lutry.htm)

3 idem



## 4. L'assainissement des eaux

---

### 4.1 HISTORIQUE

Après la distribution de l'eau potable chez le consommateur et son usage tel que décrit brièvement au chapitre 2.2.2, le cycle lausannois de l'eau se poursuit par l'évacuation et le traitement de l'eau permettant de la restituer au milieu naturel.

Rendu si simple grâce au *tout à l'égout* et au raccordement de chaque immeuble, la plupart des usagers oublie qu'il n'y a pas très longtemps encore, l'évacuation des eaux usées était soit une corvée, soit un problème d'hygiène important dans les villes. Scène burlesque des films de Chaplin par exemple, le sceau d'eau sale déversée à même la rue laissant à l'évaporation, au caniveau et aux balayeurs le soin de s'en occuper était monnaie courante. Les problèmes de salubrité, d'hygiène et de santé publique étaient alors très importants.

Pendant longtemps, l'évacuation des eaux usées de la Cité puis de la ville s'effectuait par déversement dans les cours d'eau lausannois à ciel ouvert, la Louve et le Flon. Cette mesure d'hygiène avait des effets positifs considérés comme suffisants pour la santé de la population. Mais tout le monde n'était pas logé à la même enseigne. La bonne société et le pouvoir étaient juchés sur les points surélevés de la ville et ne se souciaient pas du devenir des eaux sales et des déchets introduits dans les cours d'eau et leur vallée. La principale préoccupation du pouvoir lausannois concernant ces bas-fonds insalubres était de permettre aux notables de les éviter ou de les contourner. Ils étaient en effet malfamés car peuplés de populations défavorisées chez qui maladies et épidémies sévissaient fréquemment. A l'aval, le Flon et ses polluants serpentaient dans la campagne pour se perdre dans le Lac Léman et disparaître des esprits.

Les fonds de vallée se sont rapidement transformés en véritables barrières pour l'expansion de la ville et pour la construction d'axes de communication entre ses différents quartiers. De plus, la dynamique naturelle des cours d'eau déstabilisait les versants et menaçait les routes ou habitations qui pouvaient s'y trouver. C'est pourquoi des travaux de voûtage des cours d'eau puis de comblement des vallées ont été entrepris. Le voûtage de la Louve a débuté en 1812 entre les actuelles Place Pépinet et Place de la Riponne. Celui du Flon a débuté en 1873 au Rôtillon pour finir avec l'aménagement de la Vallée de la Jeunesse au début des années 1960.

Ces réalisations d'acheminement par voie souterraine jusqu'au Léman des eaux usées produites par la ville lui ont assurément apporté un plus au niveau de son hygiène et de sa salubrité. Elles sont devenues les épines dorsales des égouts et remplissent la fonction

vitale d'assainissement. En contrepartie, ôtée de la vue et de l'odorat de la population par l'évacuation souterraine, la pollution a aussi disparu de l'opinion publique. Le devenir des eaux usées ne préoccupera plus grand monde pendant plusieurs décennies.

Pourtant, en raison du développement industriel, de l'intensification de l'agriculture par l'usage de produits chimiques et de l'augmentation démographique en particulier dans les villes, le seul pouvoir épurateur de la nature devient incapable de traiter efficacement la multiplication des pollutions. En effet, les milieux récepteurs des égouts des grandes villes suisses montrent d'évidentes marques de détérioration : détritrus sur les berges, traces d'huiles, eutrophisation des eaux, mort de la faune aquatique... Pour rétablir leur état sanitaire, les premiers systèmes d'épuration des eaux par décantation ont vu le jour dans les grandes agglomérations suisses au début du 20<sup>e</sup> siècle. Le premier d'entre eux a sans surprise vu le jour à Saint-Gall, puisqu'elle est l'unique grande ville suisse qui n'est pas située sur les rives d'un lac ou d'un important cours d'eau.

Les constructions de STEP n'ont véritablement pris de l'ampleur que dans les années 1960, suite à la loi fédérale de 1955 sur la protection des eaux contre la pollution (LPEP) et à l'arrêté du Conseil fédéral du 2 février 1962 modifiant son ordonnance d'exécution et augmentant le subventionnement pour la construction de STEP. La législation n'a cessé d'évoluer dans le sens d'une plus grande protection environnementale des lacs et des cours d'eau. L'élévation des connaissances scientifiques et techniques a imposé des exigences supplémentaires aux rejets dans les eaux usées. Citons par exemple l'Ordonnance fédérale de 1975 sur le déversement des eaux usées ou encore la prise de conscience du problème engendré par les phosphates avec la loi vaudoise de 1974 introduisant obligatoirement l'épuration des phosphates et la loi fédérale de 1986 interdisant leur présence dans les lessives.

A Lausanne, l'augmentation de la pollution des berges du lac incite la ville à prolonger l'exutoire des égouts par la pose d'un plongeur sous lacustre de 300 mètres de long en 1930. Seulement, la pression croissante sur les rives du Léman par les touristes et par la population à la recherche de zones de détente ou l'installation importante pour l'image de la ville du siège du CIO (1915) proche de l'exutoire du Flon ont vite mis en lumière le caractère provisoire de cette situation. La question de l'épuration artificielle fait alors son entrée dans le discours politique dès 1938 (Muret, 1987 : 68). Les premières installations de préépuration fonctionnent en 1953. L'exposition nationale de 1964 presse la Ville de Lausanne de se doter enfin d'un instrument performant. C'est ainsi que la mise en service partielle de la STEP sera inaugurée la même année sur les plaines de Vidy. Pour l'essentiel, ce sont toujours les mêmes installations qui sont en place aujourd'hui.

## 4.2 LE RÉSEAU COLLECTEUR

La première des deux entités permettant l'assainissement des eaux usées est le réseau de collecte, souvent nommé égouts. Mis à part l'aspect *miroir* par rapport au réseau de distribution de l'eau potable, le réseau de collecte des eaux usées a assez peu de similitudes avec le premier. Il convient alors de s'y attarder.

Selon l'article 11 de la LEaux, chaque immeuble situé sur une zone à bâtir est soumis à l'obligation de raccordement au réseau de collecte public, en vue du traitement de ses eaux polluées par une station d'épuration. Ainsi, le réseau de collecte d'une ville est un réseau fortement convergent reliant chaque bâtiment à une usine de traitement, ou plusieurs si la taille, la topographie ou l'étalement urbain l'exige.

### 4.2.1 LE CONTENANT

La topographie d'une ville en pente est toujours favorable. En effet, puisque la pente s'arrête logiquement là où commence le milieu récepteur potentiel des eaux traitées, la STEP n'a qu'à s'implanter au voisinage immédiat de celui-ci et récolter les eaux usées à l'aide de la seule gravité. Une prise de connaissance rapide du réseau hydrographique et de la topographie du lieu permet de déterminer sans difficulté les sites appropriés pour placer la STEP. C'est ainsi qu'à Lausanne, la localisation la plus logique de la STEP, en tenant compte de l'acquis historique pour le développement du réseau d'égouts était des terrains à la proximité immédiate de l'exutoire du Flon, rivière drainant l'essentiel des bassins versants lausannois. Cependant, la recherche de terrains pour l'Exposition nationale de 1964 a décalé son implantation un peu plus à l'ouest, sur les plaines de Vidy, au bord du plan d'eau lémanique où elle rejette ses eaux usées.

L'altitude basse permet de recevoir gravitairement l'essentiel des eaux. En plus de la commune de St-Sulpice, seuls 150 hectares de terrains riverains du lac, au-dessous de l'altitude symbolisée par l'Avenue de Cour, voient leurs eaux transiter par des stations de relèvements. Les pompages ne sont pas seulement nécessaires pour permettre à l'eau de s'écouler, mais aussi pour lui donner la force d'entraîner les déchets solides qu'elle transporte.

La topographie complexe de Lausanne, formée de vallées et de collines héritées de la période glaciaire, est responsable de la forme du réseau de collecte lausannois : ses axes principaux suivent les lignes du réseau hydrographique. La raison est double. D'une part, l'acquis historique concernant la construction d'infrastructures est important. Comme présenté ci-dessus, un continuum a vu le Flon et la Louve, d'abord rivières dans lesquelles les déchets liquides étaient déversés, être progressivement voûtées avant de devenir les artères principales du réseau d'égouts lausannois. D'autre part, les rivières occupent tout naturellement les talwegs des bassins versants, c'est-à-dire les fonds de vallées qu'elles ont creusées. Afin de permettre l'écoulement gravitaire et d'éviter les pompages, le réseau de canalisation aboutit donc naturellement vers ces fonds de vallée. Louve, Galicien et Flon sont voûtés dans leurs parties inférieures. Les égouts y ont complètement remplacé les cours d'eau. Par contre, les eaux usées du bassin versant de la Vuachère sont collectées dans une canalisation posée sous le lit du cours d'eau, lui-même laissé à l'air libre.

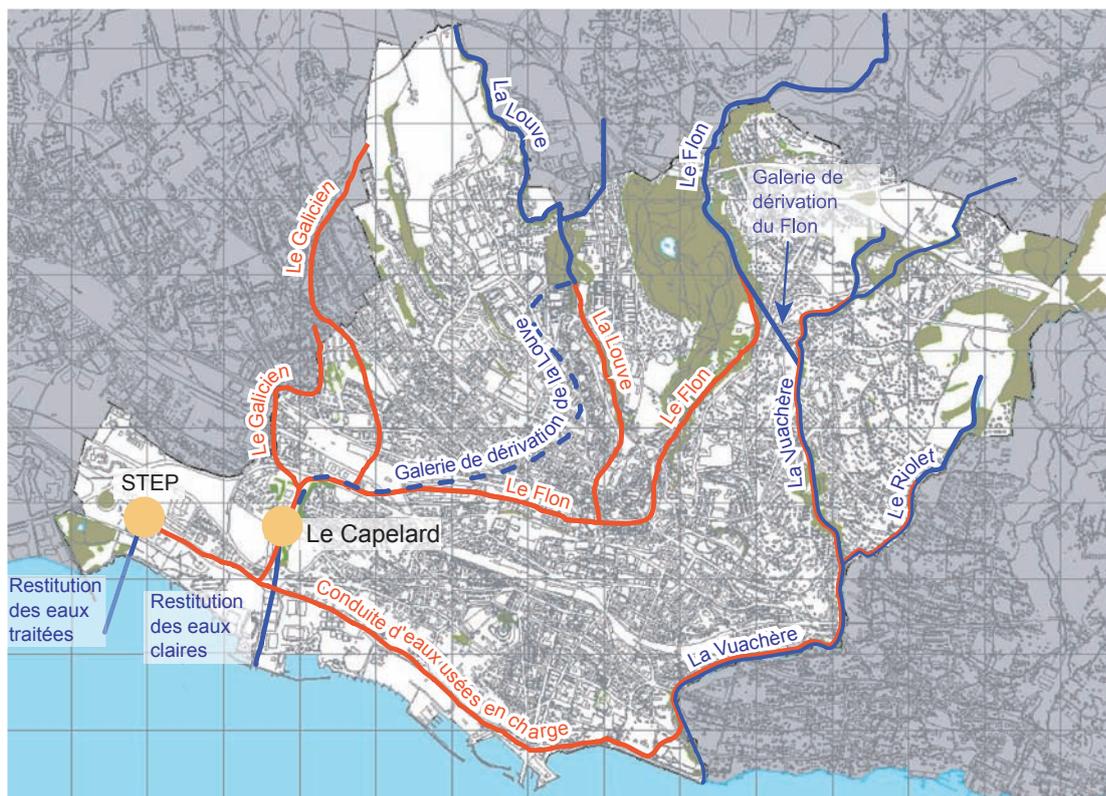


Fig. 14 : principaux canaux collecteurs lausannois  
Source : UGR, 2003

Selon Bergonzo (2003 : 13), le réseau comprend 360 kilomètres de collecteurs publics dans le sous-sol lausannois, soit huit kilomètres d'anciennes rivières voûtées, 50 kilomètres de collecteurs grand-type (> 100 cm de diamètre), 100 kilomètres de collecteurs principaux (> 30 cm) et 200 kilomètres de collecteurs secondaires.

Les collecteurs sont en règle générale situés sous la chaussée afin de réduire la portée des dégâts en cas de rupture de conduite et d'en faciliter le remplacement. Pour collecter par voie gravitaire les eaux usées des bâtiments riverains et parfois même de leurs sous-sols, les canalisations sont profondément enterrées. En moyenne, la profondeur avoisine trois mètres, soit le double de celle du réseau d'alimentation. Concernant les voûtages, par ailleurs accessibles pour les travaux de maintenance, la distance entre la surface et la calotte de la voûte varie entre 150 centimètres et 30 mètres. Rappelons-nous que le réseau de distribution pèse très lourd sur le budget d'Eauservice, malgré des profondeurs et des sections de tuyaux moindres. On peut donc envisager l'importance financière du réseau de collecte des eaux usées, même s'il n'est pas soumis aux mêmes contraintes de pression que le réseau de distribution d'eau potable.

#### 4.2.2 LE CONTENU

La dernière spécificité du réseau de collecte est les contraintes que son contenu lui impose. Mis à part les volumes assez faibles d'eaux utilisées comme matière première ou pour l'arrosage des plantes, les eaux distribuées et consommées par les ménages et par les industries sont évacuées par les égouts. C'est d'ailleurs pour cette raison que la participation financière du propriétaire aux coûts de l'assainissement dépend exclusivement du compteur d'eau potable. Le chapitre 2.2.2 a mis en évidence que la fonction principale de

l'eau est celle d'évacuation des déchets humains, ménagers et industriels. A ces eaux usées viennent s'ajouter des eaux dites claires. Il s'agit des eaux météoriques s'abattant sur la ville et des eaux de ruissellement, par exemple celles de rivières urbaines transformées en égouts publics, comme c'est le cas de la Louve.

Les eaux usées sont très chargées en polluants dissous ou solides. Elles contiennent de grandes quantités de germes fécaux – sources potentielles de contamination, des matières organiques, des produits chimiques (nettoyage, solvants, ...) ou pharmaceutiques (résidus médicamenteux) et tout type de déchets ménagers. Leur débit, à défaut d'être véritablement stable, est prévisible. Le maximum est atteint entre 12 et 14 heures (vaisselle), un maximum local a lieu en début de soirée vers 20 – 21 heures (SEPE, 1995: 10). La décrue est ensuite très rapide jusqu'au minimum qui a lieu vers 5 heures du matin, qui permet d'estimer la quantité d'eau claire parasite présente dans le réseau de l'assainissement. Par exemple, les débits parvenant à la STEP de Lausanne-Vidy sont les suivants: entre 1.5 et 1.8 m<sup>3</sup>/sec durant la journée, entre 0.3 et 0.4 m<sup>3</sup>/sec durant la nuit. En guise de clin d'oeil, soulignons que la pointe la plus brève mais bien marquée correspond à la mi-temps d'un match de foot important et télévisé !

Le débit des eaux claires est par contre extrêmement variable. Faible en période sèche, l'arrivée subite d'un orage violent sur des surfaces imperméabilisées peut aisément provoquer débordements et inondations si la puissance d'un tel événement exceptionnel n'a pas été pris en compte. De même, la qualité des eaux claires est aussi changeante. La première pluie s'abattant sur la ville lave l'atmosphère, les toits et les routes avant de parvenir au réseau d'évacuation. En conséquence, les eaux se chargent considérablement en poussières, suies, métaux lourds, hydrocarbures, huiles... D'autres sortes de déchets présents dans la rue peuvent aussi être emmenés: feuilles mortes, sables, gravillons, papiers, ... Plus l'averse dure, moins la qualité des eaux météoriques sera dégradée par leur contact avec la ville.

L'élaboration du réseau de collecte doit prendre en compte les variations des débits et de la charge solide emportée. Sans quoi, d'importants problèmes sont prévisibles. A Lausanne, les infrastructures sont prévues pour évacuer les crues jusqu'à 250 litres par seconde et par hectare, ce qui correspond à l'estimation de ce que serait une crue centennale. En comparaison, puisque le débit maximal d'eaux usées est estimé au maximum à deux litres par seconde pour 100 habitants, le débit moyen par temps sec hors zones foraines est alors de 1.4 litres par hectare, voire de 4 litres dans les quartiers à la plus forte densité. A la station du Capelard à l'aval du réseau, l'UGR obtient les débits suivants: 850 litres par seconde en valeur moyenne, mais 42'000 litres par seconde en débit de pointe, soit un rapport de 1 à 50. Si c'est une particularité de tous les réseaux d'évacuation des eaux, elle n'est pas sans créer des difficultés aux ingénieurs chargés de leur construction. Les solutions doivent à la fois assurer une vitesse d'écoulement assez grande par temps sec pour entraîner les déchets solides même dans les canalisations les moins pentues et prévoir une section suffisamment importante pour contenir les débits de pointe et prévenir les inondations.

Deux dessableurs existent sur le réseau lausannois. L'un est situé au Capelard, à l'aval des bassins du Flon, de la Louve et du Galicien, l'autre à l'aval du bassin de la Vuachère. Ils récupèrent un important volume de déchets solides grossiers et évitent ainsi qu'ils ne s'accumulent dans les canalisations peu pentues de la partie aval du réseau ou qu'ils ne surchargent le filtrage mécanique de la STEP.

## 4.3 LES EAUX CLAIRES

Les eaux claires sont composées des eaux de surfaces (cours d'eau), des eaux de ruissellement, des eaux météoriques, des eaux parasites (fontaines, fuite du réseau d'eau potable, ...). La variation très importante des débits dans le réseau collecteur leur est principalement due et en particulier les eaux météoriques. Or, les STEP ne sont pas adaptées pour traiter des afflux massifs d'eaux claires. Débordées, elles perdent singulièrement d'efficacité :

Moins il arrive d'eaux usées à la STEP, plus elles séjournent longtemps dans les bassins de décantation, d'où une meilleure élimination des polluants (OFEFP, 1985).

Après une forte pluie, la chaîne de traitement dans la STEP doit être accélérée, voire même contournée. Une partie des eaux usées est alors rejetée sans traitement dans le milieu récepteur. Cela va à l'encontre de l'alinéa 1 de l'article 7 de la LEaux : « Les eaux polluées doivent être traitées ».

Adapter les infrastructures pour qu'elles supportent le surplus d'eau en cas de pluie n'est pas envisageable. Si ce peut être le cas du réseau de collecte afin d'éviter des inondations et des dégâts en ville, il est illusoire de construire une STEP qui puisse traiter 50 fois le volume d'eaux usées par temps sec, et ce seulement quelques fois par année. La surface nécessaire à sa construction serait très importante, son prix élevé et son fonctionnement malaisé. De plus, on s'écarterait des conditions naturelles où « les précipitations participent au processus naturel de renouvellement de nos réserves » (OFEFP, 2001 : 6).

D'autres stratégies doivent alors être imaginées et c'est l'alinéa 2 du même article qui en fournit la base légale :

Les eaux non polluées doivent être évacuées par infiltration conformément aux règlements cantonaux. Si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration, ces eaux peuvent, avec l'autorisation du canton, être déversées dans des eaux superficielles. Dans la mesure du possible, des mesures de rétention seront prises afin de régulariser les écoulements en cas de fort débit.

Le service de l'assainissement lausannois a développé plusieurs solutions afin de se conformer à cet article et ôter à la STEP les eaux claires diminuant son rendement global.

### 4.3.1 LE RÉSEAU SÉPARATIF

La première découle de l'article 11 de l'OEaux et apparaît dans le plan directeur des égouts lausannois dès 1945. Il s'agit de la séparation des eaux claires non polluées des eaux usées par le biais d'un réseau d'égouts séparatif.

Cela consiste à construire deux réseaux d'évacuation parallèles. Le premier livre les eaux usées domestiques ou les eaux industrielles à la STEP. Le second récupère toutes les eaux claires avant qu'elles soient souillées par les eaux usées. Selon le règlement communal lausannois, il s'agit des eaux pluviales (toitures, chaussées, ...), des eaux de fontaine, des eaux de refroidissement, des eaux de drainage, des trop-pleins de réservoirs ou encore des eaux de vidange des piscines. Elles sont ensuite directement réintroduites dans le milieu naturel, parfois en prévoyant des zones d'infiltration, mais le plus souvent en les restituant dans un cours d'eau ou un lac.

Evidemment, la construction d'un second réseau est un travail de longue haleine extrêmement coûteux. C'est pourquoi il n'est rendu obligatoire que pour les nouvelles

constructions, principalement dans les zones périphériques. En principe, la conduite d'eau claire et la conduite d'eau usée sont superposées. Cela permet de réduire les travaux et les frais de chaque nouvelle construction.

Concernant le centre-ville, deux arguments s'opposent à leur passage en séparatif. Premièrement, *ouvrir* tout le centre-ville densément construit pour poser de nouvelles canalisations et exiger des aménagements aux immeubles est une difficile décision politique, compte tenu de l'état des finances publiques.

Secondement, l'utilisation dans l'article 7 du mot non pollué et sa définition approximative dans l'article 3 de l'OEaux empêche l'évacuation vers le milieu naturel sans traitement des eaux dites claires du centre-ville, mais en fait passablement polluées.

Les eaux météoriques en particulier, se chargent, durant leur cycle de précipitation et de ruissellement de la pollution accumulée dans l'atmosphère, sur les toitures, routes, parkings, etc. La circulation routière occupe une place prépondérante dans la pollution de ces eaux de ruissellement : gaz d'échappement, usure des pneumatiques et des garnitures de freins, pertes d'huile et d'essence, usure des chaussées, etc. Les déchets et débris répandus à la surface du sol constituent également une masse polluante non négligeable. (Rossi & Al., 1997 : 181)

Il est alors important de connaître les concentrations et la charge polluante contenue dans les eaux de ruissellement en milieu urbain pour choisir par exemple à partir de quelle densité ou de quel coefficient de ruissellement il vaut mieux rester en réseau unitaire ou passer en séparatif. Où se situe le juste milieu entre un excellent rendement de la STEP mais une pollution forte du milieu récepteur par les eaux de ruissellement d'un réseau séparatif intégral et la quasi absence d'eau de ruissellement d'un réseau unitaire en contrepartie de surcharges et de déficiences ponctuelles de la station d'épuration ?

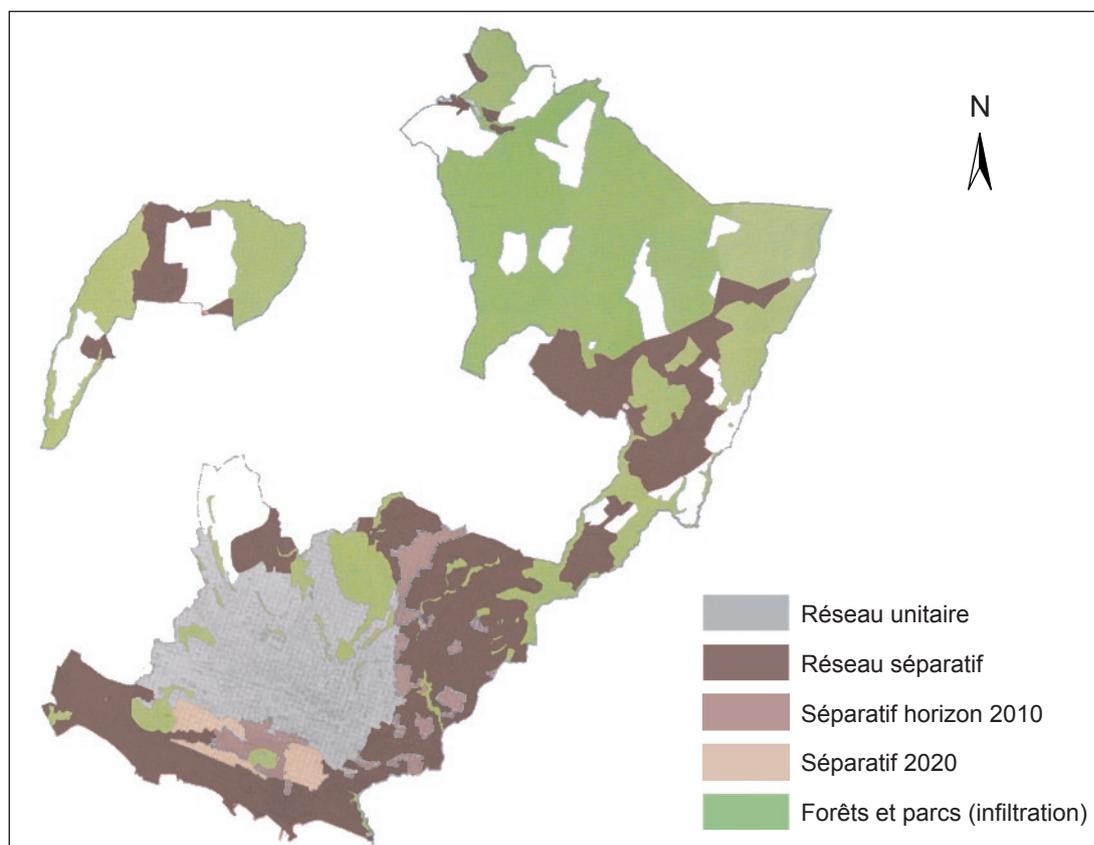


Fig. 15 : réseaux d'évacuation, Lausanne  
Source: service d'assainissement, Lausanne

L'étude de Rossi & Al. entre 1994 et 1996 sur les eaux de ruissellement de cinq bassins versants urbains (Lausanne et Genève) dotés d'un réseau séparatif intégral donne quelques réponses. On y apprend par exemple mais sans surprise que les concentrations de polluants décroissent rapidement pendant l'averse par un effet de nettoyage des surfaces (Rossi & Al., 1997 : 191) ou encore que les composants organiques des eaux de ruissellement sont peu biodégradables (idem, 193). La comparaison de ces résultats avec les normes fixées dans l'annexe de l'OEaux et une modélisation permettrait peut-être de déterminer les limites du réseau séparatif pour une ville et des conditions données. Dans les cas de cette étude, les résultats pour la plupart des polluants étaient inférieurs aux normes fédérales, mais confirment sans aucun doute la pollution des eaux de ruissellement. La réflexion devrait se poursuivre dans le sens de recherche de solutions intermédiaires entre le déversement dans le milieu récepteur sans aucun traitement et le passage par la chaîne longue et complexe des STEP.

A Lausanne, la délimitation entre les deux types de réseau s'est faite dans les années 1940 à l'aide des coefficients de ruissellement et de la densité du bâti. La construction de ce réseau n'est pas encore terminée aujourd'hui, mais devrait l'être dans les années 2020, selon les objectifs du service d'assainissement (fig. 15). Selon l'UGR, la situation en 2001 était la suivante. Les zones foraines du Vernand et de Vers-Chez-Les-Blancs sont bien desservies par le réseau séparatif puisque qu'il couvre plus de 95 % des zones bâties. Le bassin de la Vuachère et les quartiers riverains du lac sont équipées à 83 %. Par contre, le centre-ville est, conformément au plan établi, très peu équipé (3 %). Au total, 780 (42 %) des 1870 hectares construits et imperméabilisés de Lausanne sont desservis par le réseau séparatif.

### 4.3.2 LES COURS D'EAU URBAINS

La seconde solution majeure actuellement mise en œuvre à Lausanne concerne les eaux de ruissellement et les eaux de surface. Plusieurs rivières ont établi leur cours sur le territoire lausannois. Il s'agit de la Vuachère, du Riolet, du Flon, du Petit Flon, de la Louve, des Galicien et du Rionzi. Historiquement utilisées pour évacuer les déchets liquides et solides produits en ville, certaines d'entre elles sont même devenues des égouts à part entière aujourd'hui. Or, leur partie amont draine les eaux claires de bassins versants supérieurs moins urbanisés. Leurs eaux ne sont pas pures, bien sûr, mais elles n'ont sans aucun doute rien à faire à la STEP.

Fort de ce constat, la ville a décidé de détourner le cours de certaines d'entre elles. C'est pourquoi une galerie de dérivation du Flon de 600 mètres a été construite en 1996 jusqu'à la Vuachère, dont le cours rejoint le lac. La STEP de Vidy devait alors être déchargée d'environ quatre millions de mètres cubes d'eaux claires parasites chaque année. Ils ne correspondent pas à la totalité des eaux du Flon. Le lit de la Vuachère, *rivière-hôte*, n'est en effet pas adapté pour contenir les eaux d'un second bassin versant en phase de crue. Un seuil maximal est donc construit et le surplus est toujours envoyé à la STEP. Les travaux ont inclus l'adaptation de ses rives, la revitalisation du cordon boisé l'abritant et quelques aménagements destinés aux piétons.

Le second projet du même ordre est la dérivation des eaux de la Louve depuis la Borde, c'est-à-dire à l'endroit où elle quitte l'air libre pour pénétrer dans le voûtage et devenir

égout. Les travaux sont permis grâce à la construction d'un tunnel ferroviaire reliant la gare de Sébeillon et la future usine d'incinération Tridel à la Sallaz par lequel les déchets lui seront livrés. Son tracé est présenté sur la figure 14. Une galerie étanche lui sera ajoutée par laquelle les eaux de la Louve rejoindront la Vallée de la Jeunesse et le déversoir du Capelard. Remarquons que la galerie intégrera une turbine permettant de produire de l'électricité. Si l'utilité et la rentabilité d'un tel ouvrage sont discutables en raison de la faiblesse des débits concernés et de l'énergie grise contenue dans la turbine, saluons toutefois ce geste politique de prise en compte d'intérêts écologiques dans la construction d'infrastructures urbaines. La mise en service de la dérivation de la Louve devrait intervenir en 2005.

### 4.3.3 MESURES COMPLÉMENTAIRES

Enfin, il est encore possible d'assujettir l'imperméabilisation des sols en milieu urbain à des mesures de réduction de son impact d'accroissement de la force et de la rapidité des crues. La législation fédérale (LEaux, art. 7, al. 2) encourage autant que possible l'infiltration des eaux claires, aussi bien dans des quartiers desservis par un réseau unitaire que par un réseau séparatif. Des ouvrages tels que des puits perdus à l'échelle d'une parcelle ou de zones d'infiltration (étangs, ...) à l'échelle d'un ensemble de parcelles sont deux exemples parmi d'autres des solutions mises en œuvre.

Lorsque l'infiltration n'est pas possible en raison de contraintes pédo-géologiques ou de contraintes liées au bâti, on recourra à la rétention des eaux claires. La rétention permet de régulariser l'écoulement en retenant momentanément les forts débits. La surface imperméabilisée est alors liée à une construction de rétention, elle-même connectée à des canalisations d'eaux claires ou d'eaux usées, selon la présence ou non d'un réseau séparatif. Ces ouvrages prennent aussi des formes bien différentes : volume d'eau retenu sur les toits (par exemple : végétalisation), bassins enterrés parcellaires ou collectifs recueillant les eaux météoriques...

La rétention permet de réduire la force des événements pluviométriques en écrétant les crues sur les exutoires des réseaux d'eaux claires (cours d'eau, plan d'eau) et sur ceux des eaux usées (STEP) et d'éviter de les surcharger ou de les faire déborder.

A Lausanne, les bassins de rétention sont rarement collectifs. Pourtant, un bassin de rétention comme celui du Vernand, équipant toute une zone industrielle, est efficace et moins coûteux que l'addition de plusieurs bassins de petite taille. Cette solution se heurte malheureusement à la difficulté de planifier la rétention d'un ensemble de parcelles, alors que leur construction s'étalera sur plusieurs décennies. C'est pourquoi les solutions individuelles sont les plus fréquentes et s'appliquent à chaque nouvelle construction de plus de 500 mètres carrés.

## 4.4 LA STATION D'ÉPURATION

La station d'épuration est le second élément du système d'assainissement des eaux urbaines. Elle ne constitue que la partie émergée de l'iceberg, mais concentre pourtant l'essentiel des regards: l'inauguration d'une nouvelle STEP se fait souvent en grande pompe, comme c'était le cas de la STEP de Vidy, construite en 1964, et qui devait être l'une des vitrines de la ville par sa qualité et son modernisme en marge des manifestations de l'exposition nationale. Son rôle est effectivement essentiel, mais il dépend très étroitement de la qualité de la partie amont du système d'assainissement.

Après que le réseau de collecte ait recueilli les eaux usées urbaines afin de libérer la ville de ses déchets liquides et de permettre une bonne hygiène publique, la finalité principale de la STEP est de rejeter des « eaux épurées dans un milieu récepteur dans des conditions permettant le maintien ou l'amélioration de la qualité de ce milieu [en] respectant l'équilibre biologique qui lui est nécessaire, en prévenant ou réduisant par ailleurs d'éventuels effets dommageables sur l'environnement et la santé » (Certu, 2003: 9). En d'autres termes, il s'agit de construire une installation capable de séparer les déchets et les polluants (à valoriser ou à éliminer) de l'eau épurée, dont le rejet dans le milieu récepteur sera sans incidence négative sur celui-ci. Il peut être une rivière ou un fleuve, un lac ou encore une étendue d'eau ouverte comme une mer ou un océan. Chacun de ces écosystèmes a des caractéristiques très diverses. Ils exigent alors des stations d'épuration des devoirs très différents. Seuls ceux concernant les lacs et dans une moindre mesure ceux des rivières seront abordés dans la suite de ce texte, conformément à la géographie suisse et lausannoise.

### 4.4.1 LE LAC LÉMAN, BASSIN RÉCEPTEUR

Le bassin récepteur de la STEP de Vidy est le Lac Léman et il est bon d'en dire quelques mots. Car si ses dimensions considérables et son importante capacité de dilution semblent le protéger des pollutions, l'urbanisation rapide de ses rives accroît la pression sur celui-ci et menace son équilibre écologique.

Selon la CIPEL (commission internationale pour la protection des eaux du Léman), les 580 km<sup>2</sup> et les 89 km<sup>3</sup> du Léman en font le plus important plan d'eau d'Europe. Le bassin versant de son principal affluent, le Rhône, compte pour 70% du bassin versant lémanique (7395 km<sup>2</sup>), soit à peu de chose près le territoire montagneux du canton du Valais (Pelli, 2002: 49). Les 30% restants sont répartis entre le bassin de la Dranse du Chablais en Haute-Savoie et en divers micro-bassins vaudois et genevois.

La population permanente du bassin versant du Léman se chiffre à 950'000 habitants, dont le quart pour l'agglomération Lausannoise, et sa capacité d'accueil touristique est supérieure à 600'000.

Le Léman remplit un rôle économique, touristique, paysager, culturel et écologique de premier plan. Les usages sont multiples. Le tourisme et les activités de détente sont multiples et contribuent au bien-être des populations concernées. Citons les activités liées à la plage et aux sports aquatiques tels que la voile, la navigation ou encore le ski nautique.

Citons la pêche professionnelle qui, bien que son importance ait décliné, revêt toujours un intérêt économique et traditionnel non négligeable (Pelli, 2002: 52). De plus, les 200

pêcheurs ont une expérience de terrain unique et sont à même de déceler très rapidement les évolutions de la qualité de lac, de sa faune, de sa flore.

Citons l'approvisionnement en eau potable. Onze stations de traitement prélèvent 80 millions de mètres cubes annuellement de part et d'autres de la frontière. Genève y est très dépendante puisque 80 % de son eau potable provient du Léman.

Enfin, le Léman est le bassin récepteur de multiples stations d'épuration. D'après Pelli (2002 : 50), 156 stations sont situées sur le bassin versant du lac et de ses affluents. 94 % de la population permanente et 85 % de la population saisonnière y sont raccordées (CIPEL, 2000 : 29). Une vingtaine de ces stations sont situées immédiatement aux abords du lac, la plus importante étant celle de Lausanne avec 216000 EH. En plus des rejets des STEP, le Léman est également le réceptacle de nombreuses autres eaux et de la pollution diffuse qu'elles peuvent contenir. Notamment, le lessivage des engrais et des produits phytosanitaires des terrains agricoles par les eaux météoriques et celles de ruissellement les entraîne dans les eaux souterraines ou les eaux de surface affluentes du Léman.

« Les EH (équivalent-habitant) hydrauliques et de polluants servent à dimensionner les ouvrages d'un assainissement urbain. Il est nécessaire de connaître les EH hydrauliques pour dimensionner les canalisations d'un réseau d'assainissement. Il faut en outre connaître au minimum trois EH en polluants pour pouvoir dimensionner les ouvrages d'une station d'épuration : les charges en matières en suspension minérales et organiques ainsi

que la  $DBO_5$  » (Maystre 1996 : 59-60). Les EH sont déterminés par comparaison avec la production domestique quotidienne d'eau usée d'une personne (par exemple, 75 mg/hab pour le phosphore ou de 60 mg  $O_2$ /hab pour la  $DBO_5$ ). L'EH d'une industrie ou d'une commune est calculé sur cette base et est utile aux calculs de péréquation financière et de participation aux frais d'une installation intercommunale.

Ces activités sont à la fois garantes de la qualité du lac puisque de nombreux acteurs ont intérêt à le protéger mais en sont aussi des sources de pollutions nombreuses. Effectivement, la sonnette d'alarme a retenti dans les années 1960 suite à une très sérieuse dégradation de l'état sanitaire du lac. La dégradation a été si rapide que des structures se sont rapidement mises en place comme la création de la CIPEL en 1962 (Pelli, 2002 : 124) pour comprendre les processus à l'œuvre et prendre des mesures pour y remédier.

Le Léman était en train d'étouffer par une trop intense activité biologique d'origine végétale. Il s'agit du phénomène de l'eutrophisation : l'enrichissement des eaux en nutriments, en particulier le phosphore et l'azote, permet la prolifération des plantes aquatiques (phytoplancton, algues, ...). La surproduction végétale entraîne une surconsommation d'oxygène dissous pour la respiration des organismes aquatiques et pour la décomposition bactérienne de la matière organique morte (Pelli, 2002 : 32). En conséquence, l'oxygène peut disparaître complètement des couches les plus profondes et partiellement des couches superficielles, constamment alimentées en oxygène par le contact avec l'atmosphère. « De plus, des conditions anaérobies [particulières] favorisent la remise en circulation du phosphore » (Pelli, 2002 : 32) piégé dans les couches sédimentaires. Le phénomène d'eutrophisation s'auto-intensifie et laisse craindre un cercle vicieux dévastateur. La faune aquatique, en concurrence avec les micro-organismes pour la consommation vitale de l'oxygène dissous était gravement menacée.

La cause de l'eutrophisation du Léman provenait d'apports trop importants en substances nutritives, principalement des dérivés du phosphore. Le phosphore est un composant de la matière vivante. Mais, peu présent dans la nature, il est souvent le facteur limitant la croissance des plantes. Les phosphates sont donc logiquement utilisés dans l'agriculture afin d'accélérer la croissance des plantes et de répondre aux exigences de l'agriculture intensive. Les phosphates étaient aussi un composant essentiel des produits nettoyants (poudre à lessive, poudre à lave-vaisselle, ...).

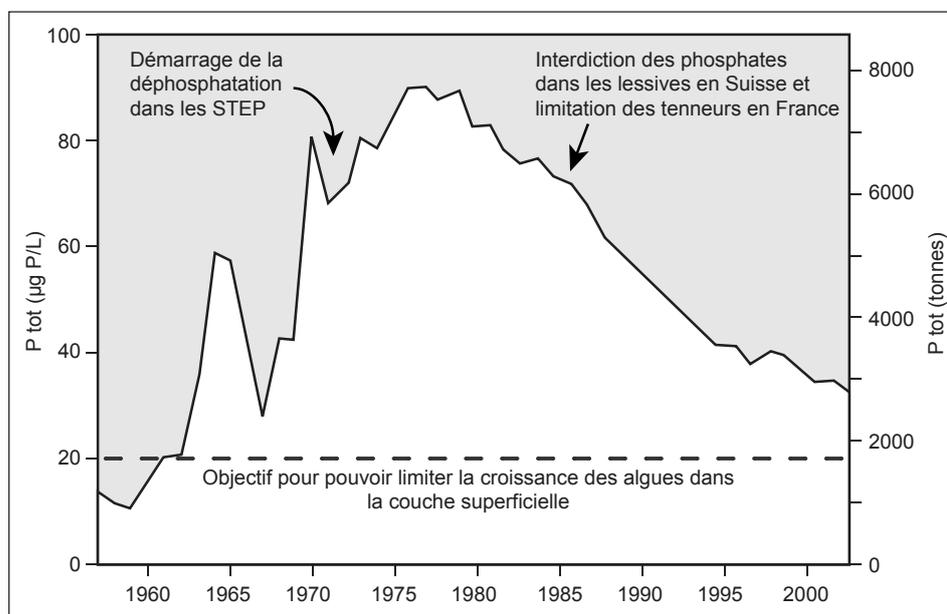


Fig. 16 : Phosphore présent dans les eaux lémaniques  
Source : www.cipel.org

Fruit d'une collaboration efficace relatée dans Pelli (2002) poussée par la gravité de la situation, des mesures ont été prises pour limiter les apports de phosphates dans les affluents du Léman. Les premières installations de déphosphatation dans les STEP ont vu le jour au début des années 1970; les phosphates ont été interdits des lessives en Suisse dès 1986 et limités en France; l'utilisation des engrais a été réglementée en vue de ne pas épandre plus que le phosphore nécessaire.

Grâce à ces efforts, la teneur en phosphore dans l'eau lémanique a été divisée par trois depuis le maximum, au milieu des années 1970. Elle reste pourtant 50 % supérieure à l'objectif à atteindre pour limiter la croissance des algues dans la couche superficielle. Selon la CIPEL (2003: 19), les rejets domestiques, industriels et les apports diffus représentent 1070 tonnes de phosphore biodisponible par an. Un peu moins de 60 % sont retenues par les STEP puis stockées ou incinérées.

Par l'exemple du phosphore, on constate que si vaste soit-il, le Léman est vulnérable et peut souffrir des activités humaines. La situation est bien meilleure aujourd'hui qu'il y a 30 ans, mais de nouveaux polluants sont régulièrement décelés. En sus des habituels phosphates et nitrates, des pesticides, herbicides, hormones de synthèse ou résidus pharmaceutiques sont contenus en faible quantité dans le lac. Prudence et monitoring sont importants puisqu'on ne connaît souvent pas leur impact sur l'écosystème lacustre, voire sur l'être humain puisque certaines substances résistent à la chaîne de production d'eau potable.

#### 4.4.2 LE PROCESSUS D'ÉPURATION DE L'EAU<sup>1</sup>

Sans rentrer trop dans les détails techniques, intéressons-nous au fonctionnement de la STEP de Vidy, puisque c'est elle en définitive qui lie le cycle urbain au cycle naturel de l'eau.

Les deux canaux collecteurs principaux – dits *Lausanne* et dits *Renens* – acheminent annuellement entre 40 et 50 millions de mètres cubes d'eaux usées à la STEP de Vidy. Son objectif est d'extraire le maximum des 0.1% de matières sèches que ces eaux contiennent: un tiers de substances en suspension, deux tiers de substances dissoutes. Il s'agit principalement de matières organiques issues des selles et des urines humaines. Les composés du carbone, de l'azote et du phosphore sont les éléments principaux contenus dans l'eau usée. Des techniques d'épuration de ces éléments existent et obtiennent un rabattement satisfaisant de ces substances. Cependant, les techniques de traitement de l'azote ne sont pas encore généralisées à l'ensemble des STEP suisses et en particulier à la STEP de Lausanne-Vidy. Les eaux usées contiennent encore de nombreux micro-organismes, bactéries et germes pour lesquels les chaînes de traitement sont le plus souvent adaptées. Par contre, des résidus de produits chimiques ou pharmaceutiques laissent le plus souvent les STEP impuissantes. Il s'agit de produits phytosanitaires, de solvants, de molécules pharmaceutiques complexes (p.e. hormone) ou encore de métaux lourds (p.e. toits en cuivre, conduites en zinc, essence au plomb, ...).

Au début de la chaîne d'épuration, les eaux usées subissent un traitement mécanique. Le dessablage consiste à freiner l'eau par rupture de pente afin que les sables qu'elle entraîne se déposent et puissent être dragués. Le dégrillage stoppe les déchets les plus grossiers – papiers, préservatifs, Q-tips, ... – à l'aide de simples grilles à maillage de taille décroissante. Ensuite, les eaux sont dirigées vers de profonds bassins de décantation primaire. Les eaux y sont quasi stagnantes ce qui permet le dépôt ou la flottation des éléments non solubles restants, dont le poids volumique diffère de celui de l'eau. Des racloirs extraient les boues résultantes – *les boues fraîches* – avant leur élimination.

La suite du traitement des eaux consiste en installations de traitement secondaire de deux types, biologique ou physico-chimique. Celui privilégié par la STEP de Vidy est le traitement biologique. Ce n'est que lorsque celui-ci est saturé par un débit supérieur à 1.3 m<sup>3</sup>/sec. que le traitement physico-chimique est activé. Il fonctionne alors en parallèle au traitement biologique.

Le traitement biologique n'est qu'une optimisation et accélération des processus de dégradation bactériologique ayant cours naturellement dans l'environnement. De l'air surpressé est injecté à l'eau afin de l'oxygéner. L'eau est ensuite mise au contact de *boues activées*, milieu riche en micro-organismes et en substances nutritives issues des boues fraîches retirées des bassins de décantation primaires. Les bactéries dégradent les matières organiques dissoutes et les composés du phosphore à l'aide de l'ajout d'un réactif chimique (chlorure ferrique). Phosphore, matières organiques décomposées et bactéries mortes se déposent au fond des bassins et constituent les boues secondaires, évacuées par pompage. L'eau qui en résulte est considérée comme suffisamment propre pour être acheminée vers le canal de rejet.

Le traitement secondaire physico-chimique a une capacité limitée à 1 m<sup>3</sup>/sec. La floculation est la première étape: l'adjonction de produits chimiques (chlorure ferrique,

polymère flocculant) a pour fonction d'insolubiliser et de précipiter les substances dissoutes (matières organiques, phosphore) qui se déposent ensuite au fond des bassins de décantation. Après oxygénation, l'eau est encore filtrée à l'aide de filtres au charbon actif qui ont la propriété de capter les microparticules résultantes. C'était la dernière étape avant de rejoindre le canal de rejet. Les boues issues de la chaîne chimique ont de forte teneur en minéraux.

La décantation secondaire est donc limitée à 2.3 m<sup>3</sup>/sec, ce qui convient par temps sec, où les débits varient entre 0.6 et 1.7 m<sup>3</sup>/sec. Par contre, les débits peuvent être beaucoup plus élevés et atteindre 8 voire 10 m<sup>3</sup>/sec selon les sources lors d'événements météorologiques exceptionnels. Dans ce cas, une partie du surplus est détournée en by-pass vers le lac par la station du Capelard, en amont de la STEP et une autre est rejetée au lac à la suite d'un passage accéléré par les bassins de décantation primaire.

La DBO est la demande biochimique en oxygène. Il est un indicateur indirect du taux de matière organique contenue dans les eaux rejetées par la STEP après filtration. Elle exprime la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes pour la dégradation des matières organiques encore contenue dans les rejets. Par convention, les mesures sont prises à cinq jours d'intervalle afin de déterminer la variation de la teneur en oxygène dissous, d'où DBO<sub>5</sub>.

La DCO est la demande chimique en oxygène. Elle mesure la « consommation en oxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau »<sup>2</sup> Le rapport entre la DCO et la DBO<sub>5</sub> indique la part de composants organiques non biodégradables et informe plus précisément quant à la qualité de l'eau analysée.

Source : www.cipel.org

Selon les données d'exploitation du Service d'assainissement, la STEP de Vidy a retenu 87% du P tot (phosphore total), 87% de la DBO<sub>5</sub> et 81% de la DCO des eaux traitées, selon une moyenne sur 11 ans (1993-2003). Les graphiques ci-dessous témoignent des fortes variations des valeurs au fil des ans. Les raisons sont triples.

Premièrement, les rendements sont étroitement corrélés au temps de passage des eaux usées dans les bassins, donc inversement corrélés aux débits traités. C'est une des causes des baisses de concentration des deux années exceptionnellement sèches de 2003 et 2004.

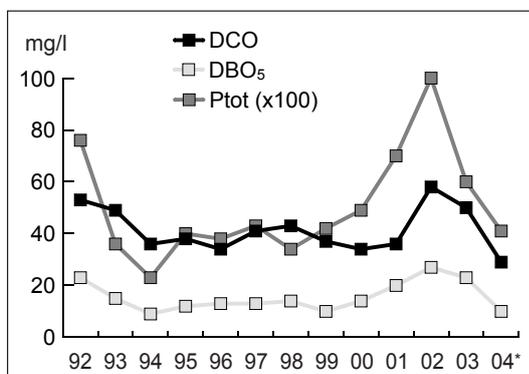


Fig. 17 : STEP de Vidy: teneurs moyennes en sortie (\* 01 janv - 09 juil.)

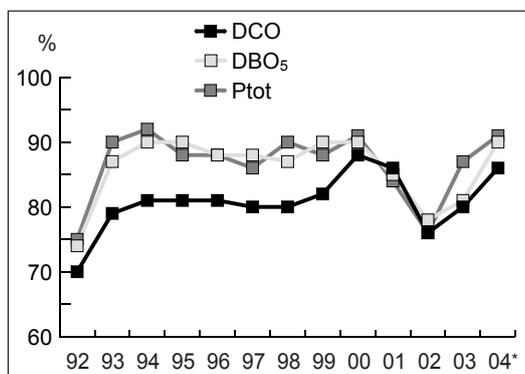


Fig. 18 : STEP de Vidy: rendements d'épuration moyens (\* 01 janv - 09 juil.)

Deuxièmement, des modifications dans les méthodes de détermination des valeurs des rejets sont partiellement responsables de la forte baisse de rendement apparente de 2001 et 2002.

Enfin, des travaux d'entretien ou de modification de la chaîne de traitement ont eu des effets négatifs en 2003 puisque les travaux ont nécessité l'arrêt partiel ou le ralentissement momentané de la chaîne de traitement avant de déployer leurs effets positifs l'année suivante.

Enfin, le canal de rejet est prolongé par une conduite de restitution sous lacustre longue de 700 mètres (350 mètres jusqu'à l'an 2000) confiant à cet énorme bassin récepteur le soin de parachever naturellement l'épuration artificielle de la STEP de Vidy.

#### 4.4.3 LE TRAITEMENT DES BOUES

Le problème majeur rencontré par les stations d'épuration est la gestion des boues résultant des processus précédemment expliqués. Vidy récolte plus de 20'000 tonnes de boues déshydratées, de sables et de déchets grossiers par année.

La revalorisation des boues d'épuration sous forme d'engrais pour l'agriculture était largement répandue par le passé. Cependant, en sus de substances hautement nutritives, ces boues contenaient également des produits toxiques comme certains métaux lourds, que l'on soupçonne de remonter la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme. Le principe de précaution a poussé le pouvoir législatif à interdire l'épandage de ces boues sur les surfaces fourragères et maraîchères depuis mai 2003, puis sur les autres surfaces fertilisables dès octobre 2006. Cette décision s'applique à toutes les STEP de plus de 200 équivalents habitants.

La STEP urbaine de Lausanne n'est pas réellement touchée par cette mesure. En effet, l'absence de zones rurales en suffisance dans le périmètre voisin pour écouler cet important volume de boue a très tôt incité la ville à prévoir sur le site de la STEP des installations permettant d'incinérer les boues (construction: 1979). Il est par contre possible que de petites STEP voisines de celle de Vidy lui livreront désormais leurs boues pour incinération, comme c'est déjà le cas aujourd'hui de celles de Pully, Lutry, Morges, Bussigny et Savigny.

Les boues issues des décanteurs primaires et des décanteurs secondaires (ligne biologique ou ligne physico-chimique) ne contiennent que quelques pourcents de matière sèche, le reste étant de l'eau. Il est donc nécessaire de les épaissir et de les déshydrater avant de pouvoir les brûler.

L'ajout d'un polyélectrolyte organique permet de pré épaissir ces boues secondaires par égouttage jusqu'à 5 à 7 % de matières sèches. Puis, épaisseurs, filtres-presses et adjonction d'un autre polymère organique déshydratent les boues jusqu'à un taux de matières sèches de 35 % en moyenne. A ce moment-là, le volume a été réduit d'un facteur 20 à 30. L'eau résultante est réintroduite dans la ligne de traitement d'eau de la STEP. Ce n'est qu'ensuite que les boues sont dirigées vers des fours pour incinération. Il en résulte trois éléments.

Le premier est une importante production d'énergie sous forme de chaleur. Cette énergie est valorisée puisqu'elle vendue au service du gaz et distribuée à l'aide du réseau lausannois de chauffage à distance.

Le deuxième est la production de sables et de cendres inertes. Ces déchets sont envoyés dans des décharges.

Le dernier est l'émission de CO<sub>2</sub>, de fumées plus ou moins chargées en polluants et d'odeurs nauséabondes. Des systèmes récents de désodorisation, de lavage des fumées et de réduction des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et du monoxyde de carbone (CO) polluants ont été construits entre 1992 et 2003. Les rejets dans l'atmosphère peuvent alors être limités. Ces installations produisent des débris et des boues (lavage humide) qui sont tout deux envoyés en décharge.

#### 4.5 ÉCONOMIES D'ÉCHELLE ET INTERCOMMUNALITÉ DE L'ÉPURATION

Lorsque la Ville de Lausanne a pris la décision de construire la STEP de Vidy au début des années 1960 pour résoudre certains problèmes de pollution sur son territoire, un processus de concertation avec les communes voisines a vu le jour. L'objectif était d'optimiser écologiquement et économiquement l'épuration dans toute la région lausannoise. Dans les faits, les communes concernées jouaient leurs cartes pour conserver un maximum d'autonomie tout en minimisant le coût de l'épuration par habitant. Muret (1987, 66-123) a relaté les relations intercommunales complexes que la question de l'épuration a soulevées pour arriver à une première convention intercommunale en 1967. Cette année-là, Saint-Sulpice, Chavannes, Ecublens, Crissier, Renens, Prilly, Le-Mont-sur-Lausanne, Epalinges et Pully (pour l'ouest de son territoire, situé sur le bassin de la Vuachère) se raccorde à la STEP de Vidy. Elles seront suivies en 1978 par Jouxens-Mézery, Romanel, Cheseaux et l'enclave de Vernand, puis de Villars-Sainte-Croix et d'une partie de Bussigny.

La collaboration intercommunale est fortement encouragée lors de la construction de STEP pour profiter de substantielles économies d'échelle. Mais « si la loi des économies d'échelles conduit à grouper un maximum de communes sur la même installation d'épuration centrale, l'économie réalisée entre en conflit avec l'augmentation du coût des canalisations de concentration » (Muret, 1987 : 72).

Les investissements réalisés pour construire une STEP sont modérés si on les met en regard avec ceux du réseau de collecte. Le cumul des coûts de la construction initiale de la STEP de Vidy en 1964 suivi des investissements continus réalisés pour lui permettre d'intégrer les progrès de la technique et de suivre le renforcement des normes environnementales est supérieur à 100 millions de francs. La valeur du réseau de collecte dépasse, elle, le milliard de francs. Il est vrai que cette estimation est rendue difficile par l'étalement des travaux depuis ... le 18<sup>e</sup> siècle qui se poursuivent encore aujourd'hui par la dérivation des eaux claires ou la mise en séparatif de nouveaux quartiers. Il est heureux que les ouvrages initiaux soient encore performants aujourd'hui : leur remplacement pèserait bien lourd sur les finances municipales.

La situation diffère totalement au sujet des frais d'exploitation. Ceux du réseau de collecte n'ont rien à voir avec la valeur totale du réseau. Ils se limitent aux frais énergétiques des pompes dans les stations de relèvement et au remplacement ponctuel de canalisations usées. Au contraire, ceux de la STEP sont élevés. En plus des frais de personnel, ils comprennent les dépenses énergétiques et les achats de produits chimiques nécessaires aux différentes étapes de l'épuration. Soulignons toutefois que la STEP peut valoriser les boues qu'elle produit et en retirer un certain revenu.

Dans sa directive (1961), l'ASPEE (association suisse des professionnels de l'épuration des eaux) met en évidence les avantages mais aussi les inconvénients de la construction de stations intercommunales. D'un point de vue économique, elle estime que bâtir une STEP ne devient véritablement intéressant qu'en recueillant 10'000 EHT ou plus. Les coûts fixes de la construction et de l'exploitation d'une trop petite STEP majorent en effet fortement le prix du traitement du mètre cube d'eau. Il s'agit en particulier des coûts des travaux de génie civil et de construction des ouvrages mécaniques, trop peu liés aux dimensions de l'ouvrage. Elle recueille encore d'autres arguments favorables aux solutions communes : choix de terrain étendu, possibilité de trouver un milieu récepteur approprié ou encore opportunité de diluer les eaux industrielles dans de grandes quantités d'eaux usées ménagères pour une efficacité de traitement supérieure.

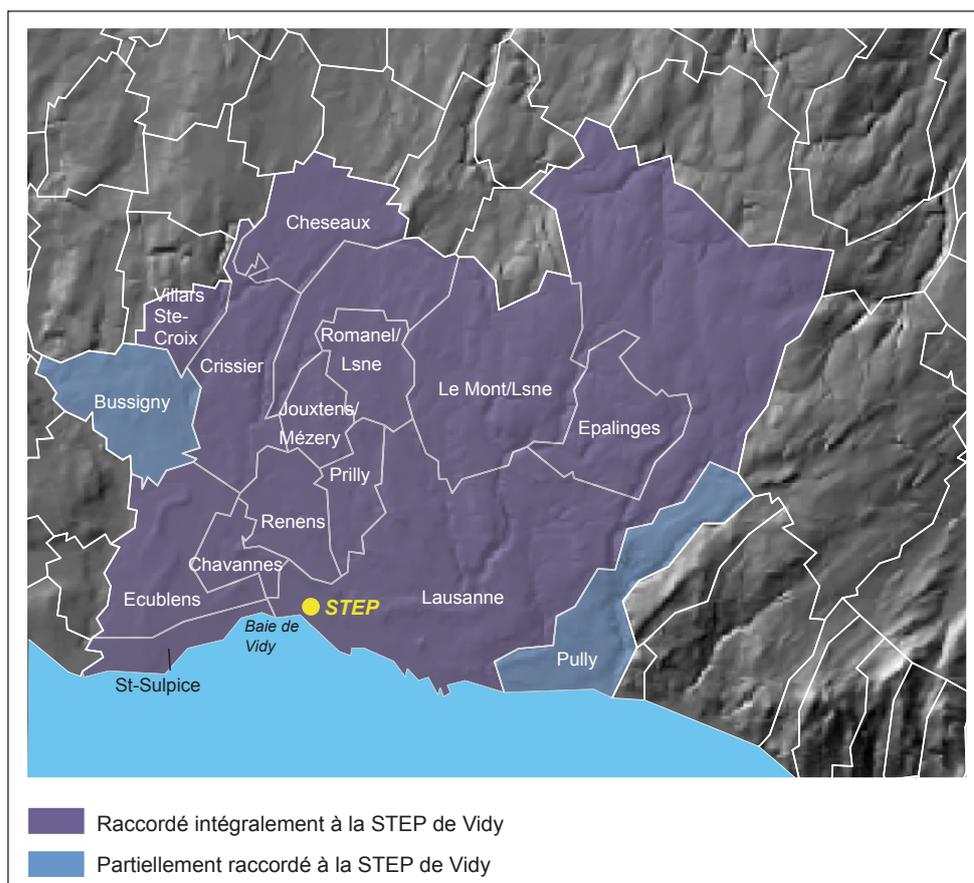


Fig. 19 : communes raccordées à la STEP de Vidy

Les arguments défavorables sont presque tous liés au réseau de collecte. Il est vrai qu'il accapare l'essentiel des fonds de l'assainissement et le coût du simple prolongement des collecteurs pour relier plusieurs communes relativement éloignées à la même STEP peut être une raison suffisante pour s'y opposer. L'ASPEE souligne aussi que la construction d'un collecteur entre deux localités peut pousser à construire le long de celui-ci pour le rentabiliser, au détriment peut-être d'intérêts ou de principes d'urbanisme. Enfin, la concentration des rejets des eaux usées d'un important bassin d'EH en un seul point peut avoir des conséquences négatives si l'exutoire en question n'a pas de capacités auto-épuratives suffisantes. Deux options s'offrent alors au décideur : augmenter le rendement d'une grande station ou construire plusieurs STEP de taille moyenne et de diffuser les rejets vers plusieurs exutoires.

On peut alors se demander s'il ne serait pas préférable que la STEP de Vidy recueille les eaux usées d'autres communes proches de Lausanne. Outre les intérêts ou les désavantages financiers que cette idée pourrait amener si on prenait le temps de l'étudier, trois arguments semblent s'y opposer aujourd'hui. Premièrement, le dimensionnement actuel de la STEP s'oppose à cette idée tant que d'importants aménagements n'y sont pas apportés. Deuxièmement, les communes des hauts de Lausanne sont très vite situées sur le bassin du Rhin et de la mer du Nord. Seul quelques parcelles des communes de Cugy, Morrens ou Froideville au Nord ou Mex et Vufflens-la-Ville à l'Ouest pourraient être raccordées gravitairement à Vidy. Pour le reste, il serait absurde d'investir massivement dans des stations de pompages ou dans des galeries profondément enterrées pour passer au-delà de la ligne de partage des eaux Rhin-Rhône. Finalement, la taille majeure de la STEP (216'000 EH) et la concentration des rejets d'un large bassin de population ou d'industrie en un seul point de l'exutoire lémanique est depuis longtemps problématique pour les rives les plus proches. Augmenter la charge sur celles-ci n'est pas souhaitable.

---

## NOTES

1 Source: Services industriels, 1966

2 Source: [http://www.environnement.gouv.fr/rhone-alpes/bassin\\_rmc/rdbrmc/glossaire.html](http://www.environnement.gouv.fr/rhone-alpes/bassin_rmc/rdbrmc/glossaire.html)



## 5. Bilan du métabolisme de l'eau lausannois

---

*La plupart des informations concernant le cycle lausannois de l'eau dépend des exposés précédents. Nous sommes donc en mesure de les réunir pour obtenir ce que l'on pourrait appeler un bilan du métabolisme de l'eau lausannois, expression détournée qui qualifie le métabolisme urbain appliqué à l'eau. On pourrait aussi appeler cet exercice bilan écosystémique du cycle lausannois de l'eau.*

### 5.1 LA QUESTION DE L'ÉCHELLE

Le seul élément qui nous manque pour construire ce bilan est lié à l'échelle à laquelle doit s'appliquer ce travail. Le problème avait été esquivé au chapitre 2.3, afin de pouvoir comprendre sans contrainte les différentes structures lausannoises liées à l'eau. Mais pour aller plus loin, il est dès lors nécessaire de choisir un périmètre d'étude: nous avons à disposition Lausanne, les communes partenaires de la STEP, les communes desservies au détail par Eauservice, toutes les communes desservies au détail ou en gros par Eauservice ou ... un compromis entre ces différentes propositions.

La résolution de cette question est fortement liée aux données à disposition. La STEP et Eauservice par exemple ne possèdent généralement que des données globales à un ensemble de communes. Or, les ensembles de communes entre les deux services ne correspondent pas. Il est alors possible d'étendre le champ d'étude jusqu'à l'obtention d'un territoire cohérent pour chacune des étapes du cycle de l'eau. Il s'agirait d'obtenir des informations de chacune des communes ou d'associations communales concernées, pour l'assainissement ou/et pour l'approvisionnement en eau potable. Ce travail serait long, ses intervenants disparates et ses résultats probablement incomplets.

En conséquence, nous choisirons la démarche inverse, même s'il faut *casser* une information globale pour qu'elle satisfasse à une échelle plus grande. Cette échelle pourrait être celle des communes raccordées à la STEP. Mais d'une part, le périmètre obtenu ne correspondrait à aucune unité administrative réelle (ni commune, ni district, ni agglomération) et d'autre part, certaines communes n'ont qu'une partie de leur territoire raccordé à Vidy, ce qui éloignerait encore un peu plus la surface étudiée des réalités administratives. C'est pourquoi les limites prises en compte pour le bilan du métabolisme de l'eau seront tout simplement celles du chef-lieu vaudois et ses 127'000 habitants (2003). C'est à la fois la solution la plus réaliste compte tenu du travail préalable et des données à disposition mais aussi une solution qui correspond à de réelles limites administratives.

Réduire l'information pour la faire correspondre aux limites du territoire lausannois n'est pas une tâche aisée. En effet, les services concernés, sauf peut-être l'UGR, ne travaille pas à cette échelle. C'est une lapalissade, mais travailler pour un ensemble de communes nécessite gérer globalement les besoins de l'ensemble. Le cycle urbain de l'eau s'est construit de manière complexe, en tenant compte des particularités, des apports et des exigences de chaque commune. Les influences sont réciproques et ôter virtuellement une partie du territoire modifie l'ensemble. En d'autres termes, la somme des parties ne correspond pas au tout.

Nous avons donc conscience que découper le cycle urbain de l'eau pour qu'il corresponde à l'échelle retenue est un exercice artificiel et les résultats qui en découleront n'auront qu'une valeur indicative, en quelque sorte une valeur moyenne pour l'ensemble de la population concernée, mais appliquée exclusivement à Lausanne.

## 5.2 L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

La distribution d'eau potable ne tient pas compte des limites communales, en tous cas en ce qui concerne les communes desservies au détail. En effet, si on connaît par exemple le volume d'eau s'écoulant de chaque réservoir, l'étalement souvent transcommunal du régime de pression correspondant empêche de déduire la destination de son eau. La population résidante ou le nombre d'emploi aurait pu permettre de le déterminer, mais il semble que les usages et donc les volumes concernés diffèrent localement. Un gros consommateur (industrie) ou la richesse d'un quartier peut sensiblement faire varier le volume total.

Ces difficultés ont été contournées en obtenant des chiffres non garantis se rapportant à la vente d'eau par habitant. Pour 2003, on estime à 310 litres par habitant et par jour (soit 114 m<sup>3</sup>/hab/an) à Lausanne. Cette valeur est de 70 litres inférieurs à l'ensemble des communes desservies au détail, selon le rapport de gestion 2003 d'Eauservice. Cette différence semble plausible en considérant que les industries ont peu à peu quitté le centre pour s'établir à la périphérie de l'agglomération.

Mais maintenant que la consommation exacte est considérée connue, certaines pondérations ne devraient-elles pas être effectuées ? Par exemple, l'un des principaux inputs, notamment sur le plan financier, est l'énergie nécessaire au refoulement de l'eau produite depuis le lac. La pondération envisageable serait de déterminer le centre de gravité de la consommation lausannoise par rapport au total et de le répercuter sur le tableau des inputs. Cependant, nous croyons que ce calcul comme d'autres ne donneraient qu'une illusion de rigueur et de précision, alors que la difficulté de leur détermination n'apporterait rien de plus à l'approximation de l'ensemble.

Ainsi, la consommation lausannoise additionnée des besoins de ses services publics (service du feu, ...) correspond à 52 % de la consommation totale. Ce pourcentage appliqué aux pertes totales (en postulant que les pertes sont homogènes sur le territoire) renseigne sur la production totale nécessaire à Lausanne, soit un peu moins de 20 millions de mètres cubes par année. C'est sur cette base que les tableaux suivants ont été construits.

## 5.2.1 INPUTS

	Unité	Eauservice 2003	Lausanne 2003	Utilisation
Eau d'exploitation	mio m <sup>3</sup>	1.8	0.9	Rétrolavage
Energie	MWh	25800 <sup>(1)</sup>	13400	Pompage, production, régénération du charbon actif
Sel	tonnes	40	21	Production d'eau de Javel (désinfection)
Polychlorsulfate d'aluminium 30%	tonnes	95	49	Floculation

(1) St-Sulpice 8500, Lutry 7800, Bret 1900, stations de pompage 5800.

Tableau 5 : inputs de l'approvisionnement en eau potable

Source: Eauservice

## 5.2.2 OUTPUTS

	Unité	Eauservice 2003	Lausanne 2003	Destination
Eau de boisson	mio m <sup>3</sup>	37.6	19.7	Réseau de distribution
Eau de rétrolavage	mio m <sup>3</sup>	< 1.8	< 0.9	Lacs
Boues (Bret)		pas disponible		Incinérées ou envoyées en décharge

Tableau 6 : outputs de l'approvisionnement en eau potable

Source: Eauservice

## 5.3 L'ASSAINISSEMENT DES EAUX

L'assainissement est évidemment confronté au même problème que précédemment, sauf peut-être pour l'UGR dont les compétences s'arrêtent pratiquement aux limites communales. Mais théoriquement, elle doit tenir compte de l'évolution des volumes d'eaux claires et d'eaux usées de communes en amont qui les déversent dans les conduites lausannoises.

La situation est encore un peu différente en ce qui concerne la STEP de Vidy, puisqu'elle dépend d'une convention signée par une quinzaine de communes. Les données et les informations qu'elle transmet sont globales et réunissent les inputs et les outputs de toutes les communes. Pour les réduire au territoire lausannois, utilisons le même procédé qui permet à la STEP de répartir ses coûts sur l'ensemble des communes partenaires. Pour ce faire, elle se base sur les volumes d'eau consommés par les communes, presque toutes alimentées au détail par Eauservice. La taxe d'épuration est déterminée en fonction de ces chiffres.

Cette procédure n'est pas entièrement juste. Certaines communes périphériques ont en effet l'entier de leur territoire couvert par le réseau séparatif. Elles n'amènent donc à la STEP qu'une partie de leur eau consommée. D'autres par contre, à l'image de Lausanne, envoient à la STEP des eaux claires parasites en sus des eaux consommées. Quoi qu'il en soit, le service d'assainissement considère que les eaux usées lausannoises constituent bon an mal an 65 % environ du volume total acheminé à la STEP.

Ce chiffre est un bon indicateur, mais il n'est que partiel. Mis à part quelques pondérations dues aux rejets industriels, le volume ne renseigne en rien sur la charge contenue dans les eaux, qui est aussi importante que le volume. Les rapports entre les équivalents-habitants usuels (DBO<sub>5</sub>, phosphore) lausannois sur le total des communes n'équivalent pas forcément à celui du volume. En l'absence de données plus précises à ce sujet, nous nous contenterons de ce pourcentage pour établir les tableaux suivants.

### 5.3.1 INPUTS

	Unité	STEP 03 (moy 93-03)	Lausanne 03 (moy 93-03)	Utilisation	Remarque
Eaux météoriques	mio m <sup>3</sup>		46 (22 hors zones foraines)	Infiltration, réseau séparatif, réseau unitaire	1234 mm (1)
Eaux usées	mio m <sup>3</sup>	37.9 (45.6)	24.6 (29.6)	Traitées principalement	
Eaux usées		35.1 (39.7)	22.8 (25.8)	Traitées secondairement	
Eau potable	m <sup>3</sup>	70400 (130000)	45800 (84500)		
Eau du lac	m <sup>3</sup>	154200	100200	Lavage	Depuis 2000
Electricité pour les soufflantes	MWh	3300 (2700)	2100 (1800)	Bassin d'oxygénation	(2)
Gaz	MWh	10200 (2)	6600	Incinération	
Floculant organique	t	7	4.6	Traitement secondaire chimique	
Chlorure ferrique	t	1730	1120	Déphosphatation épaissement des boues	
Chlorure d'aluminium recyclé	t	750	490	Déphosphatation épaissement des boues	Abandonné dès mai 2003 (rendement trop faible)
Polyélectrolyte organique	t	29	19	Egouttage des boues secondaires	
Polymère	t	69	45	Déshydratation des boues	
Bisulfite de sodium, soude caustique, ammoniac		pas disponible		Désodorisation	

(1) Selon le plan directeur communal et météo-suisse, moyenne sur 11 ans, stations de Lausanne et Pully

(2) Les soufflantes ne représentent que 30% de l'électricité consommée à la STEP. Pour le reste, il n'y a pas de décompte particulier entre la chaîne de traitement de l'eau et les autres activités du site de la STEP (par exemple l'ITHU, installation de traitement des huiles usées)

Tableau 7 : inputs de l'assainissement

Source : données d'exploitation 1993-2003, rapport de gestion 2003, assainissement Lausanne

### 5.3.2 OUTPUTS

	Unité	STEP 03 (moy. 93-03)	Lausanne 03 (moy. 93-03)	Remarque
<b>Emissions vers le Lac Léman</b>				
Eaux épurées	mio m <sup>3</sup>	37.9 (45.6)	24.6 (29.6)	
Eaux claires		pas disponible		Via la Vuachère ou le déversoir du Capelard
DCO effluent et rendement moyen	mg O <sub>2</sub> /l et %	50 et 80% (2003) 29 et 86 <sup>(2)</sup>		
DBO <sub>5</sub> effluent et rendement moyen	mg O <sub>2</sub> /l et %	23 et 81% (2003) 10 et 90 % <sup>(2)</sup>		OEaux (annexe 3) : 15 mg O <sub>2</sub> /l (20 lors de la mise en service de la STEP) et 90 %
P total effluent et rendement moyen	mg/l et %	0.6 et 87% (2003) 0.41 et 91 % <sup>(2)</sup>		Objectif de la CIPEL pour stopper l'eutrophisation : 95 % <sup>(3)</sup>
Matière en suspension	mg/l	14 et 90 % <sup>(2)</sup>		
Autres (métaux lourds)		pas disponible		
<b>Traité à la STEP</b>				
Boues déshydratées	tonnes	20000 (22000)	13000 (14000)	Incinérées
Fumée	m <sup>3</sup> /h	13'000 <sup>(2)</sup>		Installation de lavage des fumées
<b>Déchets solides évacués</b>				
Cendres, cendres fines et sable, issus de l'incinération des boues	tonnes	3170 (5650)	2060 (3670)	Décharge de Teuftal (BE) ou d'Oulens (VD) <sup>(1)</sup>
Boues issues du lavage des fumées	tonnes	7.9	5.1	Stabilisées dans la décharge d'Oulens <sup>(1)</sup>
Sables STEP + UGR	tonnes	450 (910)	290 (590)	Décharge de Teuftal <sup>(5)</sup>
Déchets de dégrillage	tonnes	540 (720)	350 (470)	<sup>(5)</sup>
<b>Valorisation par le réseau de chauffage à distance</b>				
Chaleur (MWh)		16100 (15900)	10500 (10300)	<sup>(1)</sup>
<b>Emissions atmosphériques</b>				
Fumée	m <sup>3</sup> /h	13'000 <sup>(2)</sup>		
CO	mg/m <sup>3</sup>	23 <sup>(2)</sup>		OPair (annexe 2) : 50 mg/m <sup>3</sup>
Poussières	mg/m <sup>3</sup>	0.42 <sup>(2)</sup>		OPair (annexe 2) : 10 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	14.5 <sup>(2)</sup>		OPair (annexe 2) : 50 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup>	65 <sup>(2)</sup>		OPair (annexe 2) : 80 mg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>		pas disponible		<sup>(4)</sup>

(1) 12 % déduit correspondant au volume de boues incinérées en provenance d'autres STEP

(2) Mesures du 1<sup>er</sup> janvier 2004 au 9 juillet 2004.

(3) Selon le rapport de gestion pour 2003, en tenant compte des déversements à l'entrée des installations et au déversoir d'orage après le traitement primaire, le rendement total est estimé à 78%, soit 43 tonnes sur 194.2.

(4) En l'absence de mesures, la quantité de CO<sub>2</sub> est difficile à estimer, en raison des variations importantes de la teneur en matière organique contenues dans les boues.

(5) Forte baisse due à la dérivation des eaux du Flon et à l'extension de la mise en séparatif

Tableau 8 : outputs de l'assainissement

Source : données d'exploitation 1993-2003, rapport de gestion 2003, assainissement Lausanne

## 5.4 BILAN

Les listes ci-dessus ne sont pas exhaustives. On s'aperçoit premièrement que des données relatives à certains composants du métabolisme lausannois de l'eau ne sont pas disponibles, soit qu'elles ne sont pas mesurées, soit qu'elles n'ont pas été communiquées.

D'autre part, des composants essentiels sans lesquels le cycle lausannois de l'eau ne fonctionnerait pas n'ont pas été pris en compte, parfois même pas demandés. Il s'agit par exemple des fournitures œuvrant au fonctionnement de l'administration, des besoins des chantiers (onze kilomètres de conduite d'eau potable et quatre kilomètres de conduites d'eau usées ont été posées en 2003, nécessitant matériaux et carburant, créant des déchets), des besoins des usines (renouvellement et transport du charbon actif, remplacement prévisibles des membranes d'ultrafiltration, travaux d'entretien, ...), etc.

Il n'était en fait pas envisageable de comptabiliser tous les éléments participant aux tâches susmentionnées. Nous n'avons donc retenu que les éléments si étroitement liés au cycle de l'eau qu'ils ne dépendent essentiellement que des débits.

Malgré cela, on se rend compte que la liste est longue et les volumes importants. Le néophyte les trouvera peut-être même impressionnants. Ils ne font que témoigner de la complexité et de l'effort fourni pour permettre le simple geste d'ouverture d'un robinet puis l'évacuation de l'eau.

Au sujet des inputs, rappelons-nous de l'idée de Rees d'empreinte écologique, évoquée au chapitre 2.1.2. L'espace recueillant les eaux de pluie récupérées par Lausanne pour les transformer en eau de boisson s'étend sur presque tout le canton de Vaud (fig. 11).

Les ressources naturelles et les usines transformant le sel permettant la désinfection de l'eau ou les produits chimiques divers (floculants, précipitants, ...) sont parfois situées très loin de Lausanne. Il en est de même pour les ressources énergétiques renouvelables ou fossiles (électricité, gaz, produits pétroliers, ...) utilisées pour le cycle urbain.

Au sujet des outputs, trois endroits principaux les recueillent. Premièrement, le lac Léman réceptionne tous les déchets liquides que la STEP ne parvient pas à retenir, ainsi que ceux transmis par les eaux claires. La dilution et l'autoépuration qu'offre cet écosystème est chargé de les faire disparaître. Deuxièmement, l'atmosphère recueille les polluants atmosphériques issus de l'incinération des déchets retenus par l'assainissement et les dissipent également. Deux endroits sont concernés : les fours de Vidy, mais aussi l'usine des Chenevriers dans le canton de Genève. La construction de Tridel, la nouvelle UIOM pour le canton de Vaud, changera certainement cette répartition. Enfin, les décharges d'Oulens (VD) et de Teuftal (BE) recueillent les résidus non combustibles (sables, cendres, ...) du traitement des eaux lausannoises, les stabilisent et les stockent.

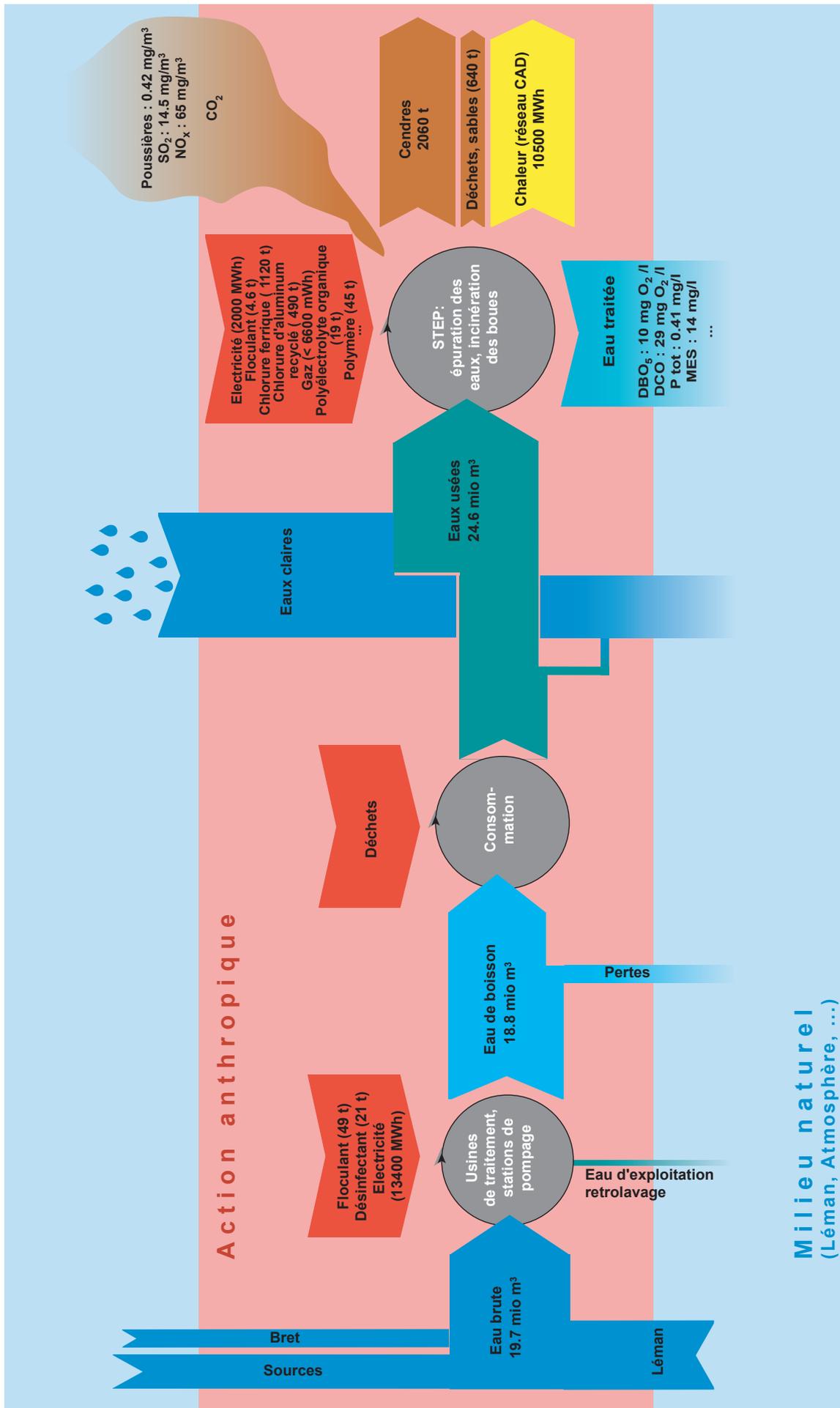


Fig. 20: bilan du métabolisme et du cycle lausannois de l'eau



## 6. Les cycle et métabolisme lausannois de l'eau sont-ils durables?

---

*La ville de Lausanne, ses résidents et ses travailleurs utilisent l'eau pour de multiples usages. Pour ce faire, ils vont la puiser loin, ils la purifient, ils l'acheminent, ils l'utilisent, ils la souillent, ils la nettoient à nouveau avant de la rendre au milieu naturel. Le cycle naturel de l'eau reprend ses droits et ré-alimente les sources d'eau potable de la ville de Lausanne ... ou d'autres. Ces énoncés s'inscrivent au cœur des principes théoriques par lesquels a débuté ce texte: capital naturel, entropie et syntropie, empreinte écologique. Il est temps d'y revenir, et pas seulement à l'aide de la liste peu révélatrice des inputs et des outputs du cycle urbain de l'eau. En effet, elle ne renseigne pas le non-spécialiste sur le caractère durable ou non du métabolisme de l'eau lausannois. Au-delà, essayons alors de découvrir un certain nombre de critères permettant d'en évaluer la durabilité.*

### 6.1 L'AUTONOMIE

Le premier critère concerne l'autonomie de la ville pour la gestion de toutes les étapes du cycle urbain et vital de l'eau. Etre dépendant d'un ou de plusieurs acteurs est une faiblesse importante pour prétendre assurer une gestion durable de l'eau.

Le Lac Léman est sans aucun doute l'atout majeur de la ville de Lausanne et facilite grandement une gestion autonome de l'eau dont elle a besoin. Il recueille la totalité des eaux usées de la ville et assure une dilution et une décomposition ultérieure des matières non dégradées anthropiquement. Nous en reparlerons ci-dessous. Retenons pour l'instant que sa capacité d'absorption des eaux usées urbaines ne compromet en rien sa capacité d'assurer le 60% des prélèvements d'eau brute en vue de leur transformation en eau de boisson, et jusqu'à 80% en été. Par ce biais, il permet même à Eauservice de faire office de tampon pour combler les besoins journaliers ou ponctuels de nombreuses autres communes non riveraines et de leur offrir une sécurité d'approvisionnement qu'elles n'auraient pas seules.

Les infrastructures mises en place permettraient sans beaucoup d'aménagement de n'utiliser que de l'eau du Léman: il suffirait de rajouter le nombre approprié de modules d'ultrafiltration à l'usine de Lutry ou dans la future usine d'ultrafiltration de St-Sulpice et de faire quelques aménagements dans le réseau de distribution. Mais ce serait accepter une dépendance absolue non souhaitable envers ce plan d'eau pour couvrir la demande urbaine. Un accident altérant durablement la qualité des eaux est trop improbable pour en faire un argument suffisant contre l'usage exclusif des eaux du Léman. Par contre, son mode de distribution l'est: l'eau lémanique ne parvient dans les ménages et les industries

qu'à l'aide de beaucoup d'énergie. La production, mais surtout la distribution depuis le Léman, dépendent étroitement de l'approvisionnement en électricité. Bien qu'il faille admettre que le risque d'une panne majeure et de longue durée est faible, le black-out aux responsabilités helvétiques ayant plongé la péninsule transalpine dans le noir en septembre 2003 a démontré que celui-ci existe.

C'est en partie pour cette raison que le service des eaux lausannois tient à conserver les autres sources d'approvisionnement. L'usine de Bret peut fonctionner sur un groupe électrogène. Son eau, comme les eaux des sources, arrive gravitairement à la ville, sans apport énergétique pour les étages les plus bas de la ville. Toute défektivité de l'approvisionnement en provenance du Léman serait donc partiellement comblée par ces alternatives en temps de crise. Mais puisqu'elles sont largement insuffisantes, un contrat avec l'usine de Pierre-de-Plan prévoit l'alimentation en électricité d'Eauservice afin qu'il assure un service minimum.

Les sources et le lac de Bret, grâce à la diversification qu'ils offrent et aussi grâce à leur diffusion sur le territoire vaudois, sont précieux. Et bien qu'un accident soit toujours possible (rupture de conduite, ...), l'attention dont ils sont l'objet, en particulier la protection des ressources par l'achat des terrains alentour, garantit la pérennité d'un certain pourcentage de l'approvisionnement en eau de la ville de Lausanne.

Les autres sources potentielles de rupture du cycle urbain de l'eau concernent bien évidemment les autres inputs et outputs du *système eau*, sur lesquels Lausanne n'a pas de contrôle absolu. La fig. 20 et les tableaux qui la précèdent listent la plupart des acteurs concernés par ces éléments. On pourrait citer le producteur allemand de sel, la décharge bernoise, l'usine d'incinération genevoise ou les communes traversées par les conduites d'adduction.

Premièrement, on peut critiquer le fait que Lausanne exporte une partie de ses nuisances, par l'incinération et la mise en décharge de déchets hors des frontières cantonales.

Deuxièmement, l'économie de marché, la capacité financière de la ville, la sécurité d'approvisionnement et la stabilité politique assurent à long terme l'accessibilité des ressources naturelles et des produits manufacturés prenant part au cycle lausannois de l'eau, même si elle n'est pas autonome au sens strict du terme.

Enfin, puisque Lausanne dépend de ses fournisseurs, elle n'a pas véritablement son mot à dire sur l'exploitation des ressources ou les processus de fabrication des produits qu'elle achète. Indirectement et parfois sans réelle alternative, elle peut alors soutenir la non durabilité caractérisant plusieurs secteurs d'activités. Un exemple parmi d'autre concerne l'importante consommation énergétique, notamment électrique. Puisque la Suisse n'émet pas le désir de s'affranchir des méthodes de production électrique non renouvelables, il serait difficile au cycle lausannois de l'eau de faire cavalier seul en ce sens.

En conclusion, il convient de saluer l'autonomie lausannoise pour la gestion de son eau. La principale raison est certainement sa localisation riveraine du Léman, protégé de toute pollution d'envergure et capable d'absorber une grande quantité de rejets. Les services publics concernés peuvent alors sereinement envisager l'extension de leur activité, en particulier l'approvisionnement en eau potable. Paradoxalement, soulignons tout de même que cette situation enviable pourrait conférer au lac une position quasi hégémonique néfaste si Lausanne veut conserver une gestion autonome et sécuritaire de l'approvisionnement.

## 6.2 ASPECTS SOCIAUX

Les aspects sociaux n'ont pas du tout été évoqués tout au long de ce travail. Pourtant, ils sont toujours présents en filigrane derrière les efforts de chaque ville pour fournir des services performants liés à l'eau. De manière ni détaillée ni exhaustive, citons-en deux parmi les plus importants.

Souvenons-nous de l'insalubrité des bas-fonds lausannois avant la construction des premiers voûtages. Aujourd'hui, la qualité et l'abondance de l'eau de boisson et l'efficacité de l'évacuation des déchets liquides par le service d'assainissement permet à toute la population lausannoise de développer une hygiène excellente : la seule évocation d'épidémie dont le vecteur serait de l'eau impropre semble anachronique ! Le prix de ces services sont supportables par la population comme par la collectivité (c.f. chap. 6.3).

Citons encore l'eau pourvoyeuse de plaisirs et de loisirs, indicatrice de la qualité de vie. Les piscines sont prises d'assaut été comme hiver ; les plages aujourd'hui propres forment des espaces de détente très prisés des Lausannois ; ... Par contre, on peut regretter que l'esthétique de l'eau et sa mélodie ne soient pas plus exploitées pour égayer Lausanne. Beaucoup de fontaines fonctionnent toujours à Lausanne et témoignent d'un passé où il fallait aller chercher hors de chez soi les services rendus par l'eau. Cependant, elles ne sont pas vraiment mises en valeur ni adaptées à l'usage moderne de la fontaine. De la part d'une ville qui s'est ingénierie pendant bien longtemps à enfouir les cours d'eau hors de la vue de ses habitants, la *réconciliation* est bien sommaire. On a même l'impression que le lac doit suffir du point de vue de l'attrait que donne l'eau. C'est d'ailleurs sur ses rives, à la Place de la Navigation, que se trouve la seule fontaine *vécue*, créatrice de lien social de la ville. Au centre par contre, l'eau n'a de loin pas recouvert la place qui était la sienne. Les fontaines-lavoirs ne servent plus et sont désertées. Les cours d'eau ont disparu et ce n'est pas le pâle ersatz que constitue l'alignement de fontaines de la Place de la Louve à la Place Arlaud qui ravive aux yeux et aux oreilles des habitants comme des touristes la présence de l'eau au cœur de la ville.

### 6.3 ASPECTS ÉCONOMIQUES

Les services d'assainissement comme de distribution d'eau ont récemment augmenté le prix au mètre cube de leurs prestations, parfois à plusieurs reprises (fig. 8). Malgré cela, le recouvrement des coûts n'est pas entier.

A Eauservice, les coûts d'exploitation sont largement couverts, mais les excédents ne parviennent pas à couvrir l'intégralité des investissements. La hausse de 2004 allait d'ailleurs dans ce sens, puisqu'elle permet de faire des provisions en vue de la construction prochaine de l'usine d'ultrafiltration de St-Sulpice.

La taxe demandée par l'assainissement est près de deux fois moins chère que celle de l'eau potable. Pourtant, les investissements réalisés pour le développement du réseau séparatif, pour la construction des galeries de dérivation des eaux claires ou pour les travaux de modernisation de la STEP de Vidy sont colossaux. La contribution publique y est donc très élevée.

En conséquence, le coût de l'eau, partagé entre taxes et impôts, est relativement difficile à évaluer pour les habitants ou pour les entreprises.

L'habitant ignore le plus souvent ce qu'il paie pour son eau. C'est en effet le propriétaire qui s'acquitte de la facture, qu'il répercute ensuite sur l'ensemble des charges (chauffage, électricité, conciergerie, ...) qu'il facture en sus du loyer. Si peu de personnes essaient de découvrir le prix de l'eau parmi ce tout, c'est probablement parce qu'il ne pèse pas très lourd sur le budget du ménage. En effet, à Lausanne, 160 litres par jour (moyenne suisse) coûte mensuellement une quinzaine de francs par habitant (taxes d'assainissement et d'eau potable), soit une faible part du budget de chacun, même si la fig. 8 mettait en évidence une croissance presque exponentielle du prix de l'eau.

Dans le secteur privé, le coût de l'eau, malgré les hausses successives, ne semble pas être un facteur rebutant les entreprises fortes consommatrices à rester ou à s'établir dans la région lausannoise. Bien au contraire, la qualité de l'eau brute lémanique et la technique d'ultrafiltration permettent d'obtenir une eau de qualité très bonne et surtout remarquablement homogène dans le temps. Ce facteur est intéressant pour plusieurs types d'entreprises. D'importantes entreprises alimentaires pour qui l'eau est une matière première, dont le leader mondial du soda, une multinationale helvétique de l'alimentaire ou des producteurs de yaourts, profitent du rapport qualité/prix de l'eau extrêmement concurrentiel pour s'installer ou poursuivre leur production dans la région. La qualité et la stabilité de l'eau lausannoise est aussi un argument des autorités pour attirer des entreprises de haute technologie pour lesquelles l'eau est également un composant qui doit être sûr. C'est par exemple le cas d'entreprises médicales ou d'entreprises de biotechnologie, dont un pôle de développement est en train de voir le jour au nord de Lausanne.

Pour conclure, on peut regretter que le principe du pollueur-payeur ne soit appliqué qu'à une partie du cycle urbain de l'eau. On peut en effet considérer que les taxes couvrent grosso modo les frais engendrés par la consommation, soit les frais fixes et les frais d'exploitation de la STEP et des usines de traitement de l'eau. Par contre, les investissements, dont la responsabilité de l'ampleur des coûts est largement imputable aux réseaux souterrains, sont dépendants de l'approbation communale et surtout de son département des finances. Un mémoire essayant d'unifier un cycle urbain le plus souvent pensé sectoriellement ne peut se satisfaire d'une telle situation ! Chaque investissement, qu'il soit nécessaire voire

urgent, dépend largement de l'état des finances communales et des priorités politiques liées à d'autres dépenses extraordinaires. Par exemple, dans le contexte lausannois de finances publiques largement déficitaires et d'investissements massifs (métro M2, UIOM Tridel), la construction de la nouvelle usine de Saint-Sulpice pourrait être repoussée et l'option de la construction d'une nouvelle STEP, souhaitée par certain, ne peut simplement pas être prise en compte. Les réseaux engloutissent beaucoup de ressources financières. Reporter leur coût réel sur les taxes de l'eau en modifierait sensiblement le montant. Mais ils font partie intégrante du cycle et du service rendu à chaque habitant consommant de l'eau. En ce sens, il serait juste d'inclure leur coût dans les taxes et de permettre au cycle urbain de l'eau d'être géré indépendamment et à long terme, hors du jeu politique et de la concurrence financière d'autres projets.

## 6.4 ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

### 6.4.1 L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

#### 6.4.1.1 LE LAC DE BRET

Au lac de Bret, l'action historique des différentes entreprises exploitantes a complètement transformé les écosystèmes naturels du lac, de son bassin versant et de ses affluents. La dynamique naturelle est modifiée et de nombreux paramètres sont gérés par action anthropique, par exemple le niveau du lac, le renouvellement des eaux ou le débit de Grenêt.

Comme évoqué au chapitre 3.3.2, Eauservice joue le rôle de gestionnaire environnemental, même si l'environnement hérité dont il est question est construit, afin de préserver la ressource qu'il exploite. Il cherche à orienter les activités du bassin versant vers des activités moins polluantes, au bénéfice du milieu naturel et des consommateurs de l'eau de Bret.

Cependant, une ombre plane au-dessus de l'exploitation des eaux de Bret et des emplois qu'elle génère. La chaîne de traitement est très longue et sujette aux variations de la qualité de l'eau brute. En conséquence, les coûts de fonctionnement sont élevés et remettent en cause cette exploitation, qui, sans l'acquis historique évoqué ci-dessus, ne serait pas exploité aujourd'hui. Mais abandonner Bret ne va pas sans poser quelques problèmes et cette question doit être mûrement réfléchie.

Premièrement, si Bret constitue une ressource assez importante pour Lausanne en terme de volume, elle est une ressource majeure pour d'autres communes qui en ont aussi usage, même si aucune ne l'utilise exclusivement. Il s'agit de Puidoux et de l'association intercommunale des eaux de Gourze (Forel, Epesse, Cully).

Deuxièmement, la désaffectation de l'usine aura indéniablement des conséquences sur la dynamique lacustre. Aujourd'hui artificielle, elle maintient le renouvellement des eaux du lac en détournant celles du Grenêt et en gérant l'exutoire représenté par la crépine d'eau brute de l'usine de Bret. L'entretien des rives du lac dépend aussi de l'exploitation de l'usine. Il semble légitime de se demander comment cela évoluera sans l'apport d'Eauservice. Peut-on laisser la nature agir pour qu'elle reconquière un espace perdu depuis plus de cent ans ? Doit-on remettre le site en l'état d'avant la Société des eaux de Bret, revitaliser le Grenêt et l'exutoire disparu de l'étang de Bret ? Doit-on entretenir le lac pour qu'il conserve son aspect actuel et un usage récréatif et touristique ?

Enfin, quelles seront les solutions économiquement avantageuses qu'Eauservice mettrait en place pour remplacer cinq millions de mètres cubes s'écoulant gravitairement et pouvant être produits par un groupe électrogène en cas de crise, au contraire des eaux lémaniques ?

Ce texte évite de répondre trop rapidement à ces questions. Il pointe simplement le doigt sur la complexité qui peut surgir de restrictions budgétaires, dont les économies réelles ne sont parfois que des chimères si les charges sont transférées vers d'autres budgets ! Une étude devrait prochainement être réalisée à ce sujet et émettra les suggestions les meilleures à l'autorité compétente.

#### **6.4.1.2 LES SOURCES**

Là aussi, Eauservice, poussé par le canton et la législation fédérale, a un impact positif sur l'environnement. Le contraire serait surprenant puisqu'ils partagent les mêmes intérêts de protection de la ressource. Afin de laisser simplement la nature agir pour fournir une eau de qualité, des mesures peuvent être prises sur les zones de protection pour y limiter les atteintes potentielles. Le chapitre 3.3.1 a déjà longuement abordé ce point et il est inutile d'y revenir plus longuement.

Une dernière remarque s'impose néanmoins. Souvent, les eaux souterraines devenues sources devenaient à leur tour eaux superficielles. Lors de la construction des captages, des débits tout de même conséquents ont été ôtés au milieu naturel et aux écosystèmes qui s'y étaient développés avec ces conditions. Les espaces libérés par l'eau (rivières, zones humides, ...) il y a un siècle ont depuis lors été reconquis par des espèces adaptées au nouveau contexte et il n'en reste plus trace. Bien malin celui qui pourrait aujourd'hui évaluer les conséquences environnementales de cette évolution !

#### **6.4.1.3 LE LAC LÉMAN**

L'impact du prélèvement d'eau sur le Léman est quasiment nul, puisque d'une part l'eau qui lui est soutirée constitue une portion insignifiante de son volume, et que d'autre part, les seuls rejets dans le lac, les eaux de rétrolavage, ne sont qu'un condensé des éléments qui y ont été prélevés lentement.

Citons encore l'intérêt pour le service de disposer d'eaux lémaniques de la meilleure qualité possible. En ce sens, il contribue aux efforts que la CIPEL oriente en ce sens.

#### **6.4.2 L'ASSAINISSEMENT DES EAUX**

L'assainissement a la lourde tâche de réduire l'impact négatif des consommateurs d'eau en ôtant les produits étrangers qu'ils ont introduits dans le cycle de l'eau. En ce sens, l'action de l'assainissement est extrêmement positive et son absence dégraderait très rapidement l'environnement lausannois. Mais puisque aucun rendement n'est parfait et que le résultat de son action avant restitution dans le milieu naturel ne peut être que partiel, il est légitime de se demander si elle est suffisante. Commençons par les rejets dans l'atmosphère avant d'en venir au Léman.

### 6.4.2.1 LES REJETS ATMOSPHÉRIQUES

La collecte et le traitement des eaux résiduaires urbaines ainsi que la gestion des sous-produits qui en découlent sont la source de nuisances olfactives avec des degrés d'intensité très variables selon la nature des effluents, le type de réseau, les filières de traitement. (Certu, 2003 : 96)

A Lausanne, le réseau ne pose pas réellement problème, puisqu'il n'est jamais à ciel ouvert. C'est une protection évidente contre la propagation des odeurs. D'autre part, la forte pente et la présence d'un volume proportionnellement assez élevé d'eaux claires parasites entraînent les déchets contenus dans l'eau et évitent largement les dépôts malodorants. Les stations de relèvement du sud de la ville concentrent quant à elles les dépôts en des points localisés qui facilitent leur évacuation.

Le problème est par contre nettement plus important dans les STEP. Celle de Vidy ne fait pas exception, puisque les nuisances olfactives qu'elle émettait étaient une source de désagrément notoire pour les usagers de l'importante zone de détente du Parc Bourget jouxtant la STEP et surtout pour les riverains. Récemment, la STEP a passablement investi pour atténuer les impacts olfactifs en recueillant et éliminant les gaz et vapeurs malodorants émis aux trois points critiques de la chaîne de traitement.

Le premier est le point d'entrée du réseau dans la STEP, là où le prétraitement mécanique est effectué. Cette phase recueille les odeurs en provenance du réseau mais aussi celles qu'émettent les tonnes de matériaux solides ôtés mécaniquement aux eaux usées, puis stockés avant d'être évacués en décharge ou vers une usine d'incinération.

Le second est le traitement primaire. Les bassins étant à ciel ouvert, vapeurs et émanations s'en échappent librement. Les variations météorologiques, et par conséquent le débit et le temps de passage dans les bassins influencent considérablement le degré de nuisances de ces bassins. Selon le CERTU (2003:97), les bassins de traitement secondaire génèrent beaucoup moins d'odeurs.

Enfin, la source principale d'odeurs provient des boues que l'on retire des bassins de décantation. Très odorantes, elles subissent des phases de stockage puis de déshydratation avant de partir en fumée dans les incinérateurs de Vidy. Ces étapes prennent du temps et le volume de composés odorants volatils émis est suffisamment important pour importuner les riverains, dans le cas où aucune mesure n'est prise.

Les travaux entrepris à la STEP en vue de réduire les impacts olfactifs consistent en une installation biochimique (1992) puis chimique (2003) de traitement de l'air vicié.

L'installation de désodorisation par lavage chimique permet de traiter jusqu'à 86'500 Nm<sup>3</sup>/h d'air vicié en provenance des procédés de déshydratation, de stockage et d'incinération des boues. Quant à l'air vicié provenant des installations de prétraitement, de la fosse tampon et des épaisseurs de boues, il est acheminé vers l'équipement de bio-filtration. (Assainissement Lausanne, 2003a)

Seul les bassins de décantation primaire, laissés à l'air libre, ne voient pas leur flux de pollution olfactive être ventilées et captées vers ces installations.

Ces installations produisent des eaux usées réinsérées en tête de STEP et des boues issues des lavages humides et des cendres évacuées en décharge. La STEP de Vidy annonce que 99% des produits principaux responsables des nuisances olfactives, notamment des composés soufrés, sont retenus par ces installations, à la grande satisfaction du voisinage. Néanmoins, le recul depuis la mise en service de la dernière installation est

faible et incertain puisque la propagation des odeurs dépend largement des conditions météorologiques pour que les riverains puissent véritablement en juger.

Outre la pollution olfactive, les rejets atmosphériques contiennent encore les résidus de l'incinération des boues. En effet, les quelques 20'000 tonnes annuelles de boues déshydratées retirées des décanteurs ne deviennent pas 3000 tonnes de sables et de cendres par enchantement! Afin de limiter les rejets polluants et d'être en conformité avec l'OPair, des installations performantes de lavage des fumées (dépoussièrage mécanique et électrostatiques, lavage humide) retiennent les poussières fines et l'essentiel des métaux lourds, régularisent le pH, retiennent les dioxydes de soufre (SO<sub>2</sub>), détruisent les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et les monoxydes de carbone (CO).

En contrepartie, la combustion de la matière organique contenue dans les boues engendre l'émission d'importantes quantités de CO<sub>2</sub> et de chaleur. Le gaz carbonique n'est ni polluant ni toxique. Mais suspecté d'être un gaz à effet de serre, la Suisse le traque puisqu'elle s'est engagée à en réduire les émissions. La quantité de CO<sub>2</sub> relâchée n'est pas connue à Vidy et est difficile à estimer, puisque la teneur en carbone des boues déshydratées varie considérablement dans le temps.

A défaut d'en connaître la quantité, prenons en compte le second élément produit massivement par la combustion des boues, la chaleur. Bien que ce ne fut jamais le cas à Lausanne, les boues d'épuration étaient autrefois largement valorisées dans l'agriculture en remplacement de l'épandage d'engrais chimique. Aujourd'hui interdites pour un tel usage, une deuxième possibilité de valorisation des boues est la récupération de l'énergie qu'elles contiennent sous forme de chaleur ou d'électricité après leur incinération. Le réseau de chauffage à distance (CAD) lausannois récupère effectivement la chaleur produite à la STEP et la distribue vers des constructions raccordées, comme le quartier de la Bourdonnette ou les serres lausannoises toutes proches. En ce sens, elle remplace d'autres sources d'énergie de chauffage dont la plus courante est la combustion d'énergie fossile (mazout) émettrice de CO<sub>2</sub>.

Dans une étude récente de l'OFEFP qui essaie de déterminer « quel est le mode d'élimination des boues d'épuration le plus rationnel et optimal sur le plan de l'énergie et de la charge en CO<sub>2</sub> » (OFEFP, 1999: 6), on apprend sans surprise que l'incinération sans valorisation, la mise en décharge et la valorisation agricole avec séchage préalable sont négatives sur les plans du bilan en CO<sub>2</sub> et du bilan énergétique. Par contre, l'incinération avec récupération de chaleur voire d'électricité en UIOM ou en cimenterie et l'utilisation de boues liquides pour l'agriculture peuvent être positive énergétiquement et du point de vue de l'émission de CO<sub>2</sub>. Cela dépend des méthodes de séchage ou de déshydratation des boues d'épuration, de la distance de transport des boues et de la proportion d'énergie récupérée.

Le point fort de Vidy est qu'elle évite le transport de 20'000 tonnes de boues par année, puisqu'elles sont incinérées sur place. Par contre, on ne connaît pas l'énergie électrique utilisées en plus du polymère pour déshydrater les boues au moyen des presses. L'incinération des boues contenant 37-38% de matières sèches nécessite l'ajout d'un combustible. Les chiffres donnés ci-dessous incluent la combustion de plus de 11'000 litres d'huile comestible en provenance de l'ITHU, également sur le site de la STEP, et d'environ 10% de boues livrées par d'autres STEP de la région. L'ajout de 360 tonnes de mazout et de 17'500 MWh de gaz naturel ont permis en 2003 de brûler 22'500 tonnes de boues, produisant 19'000 MWh d'énergie thermique, dont l'essentiel est livré au réseau

de chauffage à distance (Rapport de gestion, 2003 ; données d'exploitation, 2003). Notons pour conclure que l'installation d'une turbine transformant une partie de cette énergie en électricité et améliorant la valorisation de la combustion se fera peut-être prochainement, conjointement au remplacement de la chaudière.

#### 6.4.2.2 LES REJETS DANS LE LAC LÉMAN

Le second lieu de rejet du cycle urbain de l'eau est le lac Léman. Exutoire de la Vuachère, du Flon et de la STEP de Vidy, il recueille les eaux épurées et les eaux claires de Lausanne.

La STEP a été construite dans le but de diminuer la pollution déversée dans le lac. Localement, les rives souffraient de la masse des rejets urbains déversés, visibles ou invisibles, qui s'y échouaient. Globalement, le rejet de fertilisants (phosphore, azote, ...) additionné à de nombreux autres rejets du même type tout autour du lac menaçait son équilibre trophique et sa santé à long terme. Si aujourd'hui des critiques émanent de différents milieux quant à l'efficacité de la station de Vidy, elles ne sauraient masquer l'apport considérable dont elle est l'auteur en vue d'améliorer la santé lémanique. Mais aussi positif soit il, l'impact de la STEP sur les eaux lémaniques est-il suffisant ?

Plus de 200'000 équivalents-habitants sont raccordés à la STEP de Vidy, ce qui en fait l'une des plus grandes de Suisse. En parcourant la législation fédérale, on constate que les normes deviennent plus sévères lorsque la taille de la STEP s'accroît. Le seuil est fréquemment 20'000 EH. La raison en est toute simple. Les normes fédérales sont des concentrations. Pour éviter que la charge totale émise par une STEP ne devienne trop importante malgré le respect des concentrations par litre et étouffe le milieu récepteur, il est nécessaire de durcir les normes lorsque les volumes des effluents deviennent trop conséquents.

En appliquant ce raisonnement à Lausanne, on remarque que Vidy est soumise aux mêmes règles que la STEP de Pully par exemple, cinq fois plus petite. On se rend alors bien compte que l'impact sur le lac sera nettement plus élevé, en particulier au point précis où les eaux épurées s'y déversent. Était-il judicieux de concentrer les eaux usées de plus de 200'000 EH en un seul point ? L'outil d'épuration est-il suffisant pour rejeter les eaux épurées au large d'une zone de détente et d'une plage très fréquentée ?

Chaque début d'été, lorsque la CIPEL publie la carte de l'état sanitaire des plages lémaniques, ville et canton s'oppose sur cette question par médias interposés. Année après année, la plage de Vidy fait office de dernier de classe lémanique et une signalisation y déconseille la baignade en raison de la présence de salmonelles et de bactéries pathogènes, ce que personne ne nie. La pierre d'achoppement entre la ville et le canton provient de la source des germes.

Selon la ville, des déversoirs d'orage, des rejets sauvages et des canalisations défectueuses rejettent polluants et germes en quantité dans la Chamberonne, rivière de l'ouest lausannois. Or, son exutoire n'est distant que de quelques centaines de mètres de la plage de Vidy et du canal de rejet de la STEP. Ce serait donc cette rivière et les communes riveraines de la Chamberonne les principales responsables du mauvais état de santé de la baie de Vidy.

Pour le canton par contre, bien qu'il est en train d'étudier le cas de la Chamberonne, la STEP de Vidy est tout simplement trop vieille pour traiter suffisamment les eaux, compte tenu des exigences de la plage toute proche.

Des entretiens téléphoniques ont été réalisés avec des fonctionnaires communaux et cantonaux concernés par ce dossier afin d'éviter de devoir s'en remettre aux coupures de presse et à l'appréciation journalistique. L'exercice s'est avéré ... particulier ! Les positions étaient tranchées et peu conciliables; des conflits de personnes manifestes surgissaient au fil des conversations, ... Bref, mise à part l'apprentissage d'un langage diplomatique ménageant les susceptibilités, les entretiens n'ont pas été d'un grand secours pour éclairer cette zone d'ombre!

Il restait la CIPEL, partenaire et interlocutrice des deux parties. Malheureusement, elle a jugé l'instant peu propice et a refusé de répondre à ce sujet. Elle estime sagement que le problème est reconnu par les deux parties et qu'il ne manque qu'un peu de temps pour qu'ils s'accordent sur les responsabilités et proposent des solutions de résolution du problème. Il serait alors mal venu pour elle de s'insinuer précipitamment dans la discussion et de subir ensuite les tirs croisés des protagonistes.

### *Contamination chimique locale*

Ce manque d'information n'empêche pas de dire quelques mots au sujet de la santé de la baie de Vidy et des aménagements réalisés en vue de sa protection, puisque des études ont mis en évidence la contamination chimique d'une épaisse couche de sédiments aux abords et dans l'axe de l'extrémité du plongeur de la STEP, c'est-à-dire la canalisation sous lacustre qui prolonge le canal de rejet au large de la rive.

The distribution patterns of contaminants, as well as principal components analysis, demonstrated that the sewage treatment plant's effluent is the main source of local sediment contamination » (Pardos & Al., 2004 : 41). « The dramatic increase of heavy metals concentrations in sediment cores since the beginning of STP (sewage treatment plant) operations in 1964 clearly demonstrates that the STP is an important source of contaminants for the Bay of Vidy. Maximum contamination factors vary from 18 (Pb) to 180 (Hg), relative to the natural background levels. Highly contaminated sediment from the late 1960s and beginning 1970s are now covered by less contaminated layers, although heavy metals concentrations are still elevated and well above background levels. (Loizeau & Al., 2004 : 61-62)

Par contre, ces deux auteurs restent prudents quant à l'impact sur l'écologie lacustre et sur la santé humaine de la concentration des produits chimiques que leurs sondages ont découverts. Des valeurs de référence à partir desquelles les polluants contenus dans les sédiments sont jugés dangereux manquent. Tout au plus, Pardos & Al. (2004 : 50) propose que « their concentration are largely above levels suspected of evoking toxic biological responses ».

Les campagnes d'échantillonnage des études susmentionnées ont été réalisées en 1995 et 1996. A leur suite, la ville de Lausanne, acceptant le lien de cause à effet entre la STEP et la contamination des sédiments et appliquant le principe de précaution quant à ses impacts a investi plus de neuf millions de francs pour remplacer le plongeur. Indépendamment des études, cette mesure devenait nécessaire en raison de la vétusté du plongeur (corrodé, émergé par endroit, ...). C'est ainsi qu'en 2000, le nouveau plongeur, long de 700 mètres (ancien : 350) et profond de 30 (ancien : 15) est installé. Présentés comme « l'assainissement de la baie de Vidy », ces travaux sont sensés repousser les rejets de la STEP suffisamment au large et profondément pour que les courants les diluent et n'en ramènent rien vers la rive.

Une proposition avait été faite en vue de draguer la couche vaseuse et les sables de la Chamberonne, soit environ 230'000 mètres cubes. Le coût des travaux ont été jugés prohibitifs. En ce sens, il est surprenant que la solution mise en œuvre ne soit que le déplacement du problème en un autre lieu, moins sensible il est vrai ! Qu'advient-il si une meilleure connaissance du sujet dans le futur démontre la nécessité de retirer et de traiter ces dépôts? La zone sera double et les travaux n'en seront que plus coûteux.

#### *Contamination bactériologique locale*

Du point de vue bactériologique – les études précédentes s'attachaient à la contamination chimique des sédiments, il est intéressant de constater le hiatus qui existe entre les normes, chimiques, auxquels la STEP est soumise et la méthode de classification des plages et de restriction de baignade, bactériologique.

Il est vrai que les bactéries rejetées par la STEP et celles naturellement présentes dans le lac ont besoin de nutriments pour vivre et se multiplier. Les matières organiques et le phosphore rejetés par la STEP, par exemple, permettent leur croissance. Eloigner leur restitution de la zone sensible qu'est la plage de Vidy est un plus. Au large, la chaîne trophique permet d'assimiler les microorganismes sans risque pour les baigneurs de contracter des maladies bénignes.

Mais quatre ans après le prolongement de l'exutoire de la STEP, la situation de la plage ne s'est que très peu améliorée. Est-ce un signe que les « travaux d'assainissement » entrepris sont insuffisants ? Où est-ce la démonstration que le principal responsable est effectivement la Chamberonne ? En raison des difficultés précédemment évoquées, il m'est impossible d'y répondre.

#### *Contamination lémanique globale*

L'ensemble du lac Léman est assez peu sensible aux problèmes locaux précédents, même si, il est vrai, leur action sur l'ensemble de celui-ci n'a pas été étudié. Le seul véritable élément qui puisse actuellement modifier sensiblement l'état trophique du lac est le phosphore, facteur principal provoquant l'eutrophisation de ses eaux (chapitre 4.4.1).

Depuis 1976, année où Vidy a introduit la déphosphatation par précipitation, puis en 2003 où elle a abandonné le chlorure d'aluminium en raison d'un rendement d'épuration trop faible, l'apport en phosphore des bassins versants lausannois au Léman s'est considérablement réduit. De la sorte, la STEP de Vidy contribue à la réduction de la concentration de phosphore dans le lac. Mais conformément à la fig. 16, les efforts entrepris ne sont pas suffisants pour contenir l'eutrophisation. Pour y arriver, la CIPEL a planifié les actions nécessaires de la part des différents agents émetteurs de phosphore du bassin versant lémanique. De la part des STEP, elle souhaite arriver à un rendement d'épuration du P<sub>tot</sub> de 95 % pour les eaux qui transitent par les installations de déphosphatation, soit mieux que les excellentes années 2003 (87 %) et 2004 (91 % jusqu'à mi-juillet) à Vidy.

Si on tient compte des eaux usées qui sont déversées avant le traitement secondaire (en by-pass à l'entrée de STEP et au déversoir d'orage après décantation primaire), on obtient un rendement de 78 % en 2003. La moitié du volume de phosphore que laisse passer le réseau lausannois (hors eaux claires), soit 21 tonnes en 2003, échappe alors à la phase de déphosphatation (Rapport de gestion, STEP Vidy, 2003).



## 7. Pistes d'amélioration

---

*Permis financièrement par la population et les entreprises lausannoises, supporté écologiquement par le milieu naturel concerné, satisfaisant les besoins sociétaux, le métabolisme lausannois de l'eau n'est tout de même pas exempt de quelques tâches noircissant le tableau. Par exemple, si le cycle urbain s'insère plus ou moins bien dans le cycle naturel de l'eau, il le doit à un apport important d'inputs dont la durabilité n'est pas étudiée ici mais dont les déficiences sont manifestes.*

*Voyons alors si des améliorations sont envisageables et utiles pour réduire les impacts de l'utilisation de l'eau à Lausanne. En premier lieu, réduire les impacts du cycle lausannois, c'est réduire les impacts sur le bassin qui absorbe le plus ses effets, c'est-à-dire le Léman. En second lieu, c'est permettre à Lausanne de s'affranchir le plus possible des inputs peu durables qu'elle utilise.*

### 7.1 RÉDUIRE L'INTERVALLE DES DÉBITS ACHEMINÉS À LA STEP

Le fonctionnement de la STEP de Vidy est très étroitement corrélé à l'arrivée d'eau qui lui parvient. La sécheresse de la première partie de l'année en 2004 le démontre. Les rendements des rejets dans le milieu aquatique sont excellents. Ils auraient été identiques lors de l'année extrêmement sèche de 2003, si des travaux n'avaient pas immobilisés pendant plusieurs semaines certaines installations de la STEP.

La raison est la suivante. Le temps de passage dans les bassins de décantation est déterminant. Si des volumes importants arrivent, les phases de décantation doivent être accélérées et cela se ressent immédiatement sur le rendement. Les phases de décantation secondaire voire primaire peuvent être évitées par des by-pass. On peut se demander si des améliorations doivent provenir d'un redimensionnement de la STEP ou d'une réduction de la variation des débits lui parvenant, soit de 0.6 à 12 m<sup>3</sup>/s (Bergonzo, 2003 : 15). Pour mémoire, la décantation secondaire est limitée à 2.3 m<sup>3</sup>/s, la décantation primaire à 7.5 m<sup>3</sup>/s.

La seconde option est la meilleure. En effet, une STEP possède de meilleurs rendements si l'apport en eau usée, à défaut d'être constant, subit peu de variations. Le traitement secondaire biologique doit en effet toujours recevoir un débit minimum. Sinon, la culture bactérienne périt et la durée nécessaire à sa reconstitution s'oppose à des objectifs de rendement d'épuration élevés. La taille des bassins biologiques est alors bornée supérieurement. C'est la raison pour laquelle le traitement physico-chimique absorbe l'essentiel des variations de débit. Cependant, ce dernier traitement n'est pas à privilégier,

puisqu'il nécessite de nombreux inputs et accroît conséquemment le bilan écosystémique de l'épuration.

De plus, même si la différence entre le débit maximum et le débit traité secondairement est grande, elle n'est pas si importante en terme de volume puisqu'ils sont la conséquence d'événements pluviométriques peu courants. Lors d'années peu pluvieuses, moins de 10 % des débits sont rejetés au déversoir d'orage après la décantation primaire.

Adapter les infrastructures pour les contenir serait cher pour un résultat somme toute médiocre. Par contre, si d'importants travaux de rénovations devaient intervenir à la STEP, une réévaluation de la limite supérieure des traitements primaires et secondaires devrait être calculée.

La seconde option signifie, en bref, ne pas acheminer d'eaux claires parasites d'origine pluviométrique à la STEP: un simple calcul de corrélation entre la moyenne des précipitations des stations pluviométriques de Pully et de Lausanne de 1992 à 2003 avec le volume d'eau acheminé dans les bassins primaires de Vidy donne une valeur de 0.9 et témoigne de la forte présence des eaux pluviales.

Les solutions actuellement développées par Lausanne vont dans ce sens et doivent continuer. Il s'agit notamment de la mise en séparatif des zones urbaines périphériques, de la rétention des eaux pluviales, par exemple en végétalisant les toits, ou de la poursuite de la dérivation des eaux de surface: après le Flon, ce sera le tour de la Louve en 2005 et pourquoi pas le Galicien ensuite.

Mais il restera encore le centre-ville unitaire sur lequel approximativement trois à cinq millions de mètres cubes d'eau atmosphérique ruissellent et sont captés annuellement par le réseau d'assainissement. Lors des pluies conséquentes, leurs flux se mélangent aux eaux usées et surchargent la STEP. Le mélange subit alors au mieux un traitement accéléré, au pire pas de traitement du tout.

Rossi & Al. (1997) ont montré que les eaux provenant des centres-villes, en particulier celui de Lausanne, sont moyennement polluées par le lessivage des surfaces. Il n'est donc pas souhaitable de les acheminer au lac sans traitement par la construction d'un réseau séparatif: l'amélioration du rendement de l'épuration des eaux usées serait compensée par la pollution engendrée par les déversements des eaux claires moyennement polluées.

La construction d'un réseau séparatif au centre pourrait tout de même se justifier, si, en cas de pluie, un bassin de rétention retient les eaux usées à l'amont de la STEP. Pendant ce temps, les forts débits d'eaux claires subissent une épuration accélérée, mais suffisante en raison de la pollution moindre dont elles sont l'objet. Puis, quand les trop forts débits d'eaux claires sont passés, le bassin de rétention peut progressivement relâcher les eaux usées vers la STEP.

Cette stratégie doublement gagnante, puisqu'elle verrait les eaux claires être partiellement traitées sans nuire à l'épuration des eaux usées, serait cependant extrêmement coûteuse. Mais à l'image de la construction du réseau séparatif dans les quartiers périphériques, la construction d'un réseau séparatif au centre pourra s'étaler sur plusieurs décennies et profiter de synergie en collaborant avec d'autres chantiers entrepris sous la chaussée pour diminuer les frais.

## 7.2 DÉVELOPPER LA CHAÎNE DE TRAITEMENT DES EAUX À VIDY

Les investissements récents et à venir permettront sans doute à la STEP de Vidy de respecter mieux les exigences fédérales de l'OEaux et de l'OPair, exception faite des années trop pluvieuses. Mais en s'intéressant aux STEP récemment construites, on constate qu'elles intègrent des phases de traitement supplémentaires, parfois poussées par les exigences spécifiques de leur milieu récepteur. De nouveaux procédés, toujours plus performants font leurs preuves, en particulier pour traiter l'azote (non traité à Vidy) par des phases de nitrification-dénitrification. Les composés azotés (nitrates, ammoniac, ...) sont toxiques et ne doivent par conséquent pas dépasser des valeurs limites dans l'eau potable et dans les écosystèmes abritant une vie aquatique. A l'image des phosphores, les nitrates ont aussi des propriétés nutritives pour les algues et favorisent l'eutrophisation. Egalement, des procédés de déphosphatation biologique sont aujourd'hui mis au point et permettent de réduire fortement la quantité de précipitants chimiques (chlorure ferrique) en obtenant des rendements d'épuration similaire.

La STEP de Vidy devra pouvoir s'adapter pour accueillir de nouvelles phases de traitement. On peut en effet s'attendre à ce que les normes légales sévissent à l'avenir ou que certains procédés soient rendus obligatoires, comme cela fut le cas avec la déphosphatation.

De plus, après la décroissance démographique lausannoise des dernières décennies, on peut s'attendre à l'inversion de cette tendance. Des études montrent en effet que les friches industrielles, principalement dans l'ouest lausannois, pourraient se transformer pour abriter plusieurs dizaines de milliers d'habitants supplémentaires, pour peu que la volonté de densification de l'urbain se concrétise.

A moyen terme, l'assainissement devra alors s'affranchir des difficultés financières – ou du manque de volonté – et investir massivement pour être capable de réagir à ces nouvelles conditions, soit par une rénovation en profondeur, soit par une reconstruction.

## 7.3 PRÉTRAITER LES EAUX CLAIRES

L'interview d'un pêcheur de Paudex, dont le secteur d'activité est proche de l'exutoire de la Vuachère, est à l'origine de l'idée de prétraitement des eaux claires. Depuis la dérivation du Flon vers cette rivière, de nombreux déchets solides ou solubles parviennent jusqu'au lac à cet endroit.

En effet, en consultant les données d'exploitation de l'assainissement de ces dernières années, on constate que le volume des déchets de dégrillage a passablement décliné. Cela est dû à l'extension du réseau séparatif et à la dérivation des eaux claires du Flon.

La réduction des volumes d'eaux claires qui s'ensuit, permettant une amélioration du rendement d'épuration, signifie aussi l'*externalisation* de nuisances par l'exportation de déchets grossiers vers d'autres milieux récepteurs. En l'occurrence, il s'agit principalement de la Vuachère, puisqu'elle recueille les eaux dérivées du Flon et les eaux claires issues du réseau séparatif de l'est de la ville.

Il est possible d'améliorer le bilan de la séparation des eaux claires des eaux usées en imaginant des installations de prétraitements automatiques retirant les déchets grossiers, un peu à l'image de l'installation de dégrillage mécanique de la STEP de Vidy. Le lit de la

Vuachère, dont les berges sont utilisées pour des promenades, et son exutoire seraient ainsi partiellement débarrassés de ces objets souvent non biodégradables.

Cette solution est aussi envisageable pour la dérivation des eaux de la Louve vers le déversoir du Capelard et la galerie inférieure du Flon et pour les arrivées d'eaux claires issues du réseau séparatif vers les cours d'eau ou le lac.

Cette solution ne semble intéressante financièrement que si les volumes de déchets sont importants et si l'installation peut-être entièrement automatisée, hormis l'évacuation des déchets récupérés en vue de leur incinération.

## 7.4 AGIR SUR LA CONSOMMATION

Le deuxième train de mesure s'articule autour de la consommation d'eau des ménages et des industries.

Parallèlement à la croissance du niveau de vie et de la consommation de nombreux produits, la consommation d'eau par habitant a crû fortement en Suisse jusqu'au début des années 1970. Les Suisses étaient alors parmi les plus gros consommateurs d'eau au monde. Sa situation de château d'eau européen en est largement responsable et une limitation de la consommation d'eau ne semblait a priori pas nécessaire.

En effet, la réduction de la consommation ne s'inscrit pas dans un besoin lié à la ressource. Abondante et de bonne qualité, rien ne semble pouvoir compromettre la richesse hydrique de Lausanne et de la Suisse. Une forte hausse de consommation à Lausanne serait même facilement digérée par les ressources à disposition, à condition d'adapter les usines pour supporter la forte demande estivale. Mais le bilan écosystémique du cycle de l'eau ne se résume de loin pas à la transition d'un certain volume d'eau du milieu naturel aux consommateurs, puis des consommateurs au milieu naturel. Réduire la consommation signifie réduire tous les autres inputs de l'approvisionnement et de l'assainissement, par exemple l'énergie de refoulement ou les produits chimiques dont le coût environnemental et l'empreinte écologique sont difficilement quantifiables mais réels. Cela signifie aussi un rendement d'épuration meilleur, même si le volume de matière sèche est invariant.

A la suite de soubresauts économiques et de l'émergence de considérations écologiques (chapitre 2.2.4) et malgré l'abondance de la ressource, la consommation a décliné de 20 % environ depuis une vingtaine d'années. Malgré cela, personne ne souffre d'avoir à consommer moins, et pour cause, puisque la Suisse fait toujours partie du peloton de tête des consommateurs d'eau potable dans le monde. On peut alors se demander s'il est possible de réduire encore la consommation d'eau potable sans compromettre les services qu'elle rend.

C'est ainsi que fréquemment, des appels à une consommation modérée sont émis de part et d'autre. Ils rappellent par exemple qu'une douche nécessite trois à quatre fois moins d'eau qu'un bain, que le lave-vaisselle consomme moins que le lavage à la main ou qu'il ne faut pas laisser couler un filet d'eau pendant que l'on se brosse les dents ou que l'on se rase. Ces conseils ont des résultats et il est utile de les formuler de temps à autre. Pourtant, leur portée est limitée, puisqu'ils ne touchent qu'une partie de la population et qu'ils ne s'adressent qu'à quelques activités bien précises.

Le potentiel d'économie repose plutôt sur des choix architecturaux et sur les innovations des entreprises de construction. Jusqu'à aujourd'hui, laissées libres par l'abondance de la ressource, elles n'étaient pas réellement encouragées à développer des produits utilisant parcimonieusement l'eau de boisson. Prenons l'exemple des WC, responsables du tiers de la consommation domestique (et bien plus dans les écoles ou les immeubles de bureaux). Auparavant, les chasses d'eau contenaient de neuf à douze litres. Un leader européen de construction sanitaire propose aujourd'hui des chasses d'eau *double touche* actionnant des réservoirs de trois et six litres et permettant de réduire de plus de 60 % la consommation.

Il serait aussi possible d'équiper les robinets et le pommeau de douche de brises jets, ces petits appareils à visser sous le robinet et qui aère le filet d'eau et en plafonne le débit. Les producteurs de lave-linge et de lave-vaisselle ont compris l'avantage en terme d'image qu'ils peuvent retirer s'ils proposent des appareils consommant peu d'eau. Il incombe ensuite aux architectes sous-traitant l'installation des cuisines agencées et des buanderies à demander l'installation de tels appareils et même d'inciter à en concevoir de plus performants.

Une seconde solution serait d'imaginer des installations sanitaires permettant de faire des usages successifs de la même eau. Rappelons-nous que l'eau de boisson ne devient eau usée qu'en raison des 0.1 % de matière sèche qu'elle contient et pour lesquelles la STEP est construite. Il est presque *dommage* de jeter une eau *si peu sale*. Il semble par exemple concevable d'imaginer un système pour lequel l'eau de la douche, filtrée serait réutilisée comme eau prioritaire par les WC de l'étage inférieur. Cela permettrait d'économiser de l'eau et de récupérer de l'énergie – même sans échangeur de chaleur – puisque l'eau chauffée reste un moment de plus à l'intérieur de l'immeuble.

Tjallingii (1995 : 57-59) par exemple propose des aménagements de ce type appliquée à consommation domestique néerlandaise. Sans baisse de confort, la consommation peut selon lui être réduite de 136 litres par jour et par habitant à 78 litres.

De la même façon, les besoins industriels et les besoins des services publics peuvent être réétudiés afin d'y déceler des potentiels d'économie du même ordre. Grâce aux procédures de certification ISO 14'000 auxquelles prennent part un nombre croissant d'industries et de services publics pour des raisons économiques et d'image, des rationalisations dans l'usage de l'eau se multiplient. Néanmoins, non perçues comme nécessaires, leurs résultats sont bien en deçà de ce qu'il serait possible de faire.

## 7.5 RÉCUPÉRER L'EAU DE PLUIE

Dans le même ordre d'idée, on peut se demander si la récupération de l'eau de pluie n'est pas une solution à mettre en œuvre, même si l'avantage est nul pour le service d'assainissement sur une zone desservie séparativement. Il y a en effet un petit côté absurde à aller chercher de l'eau à des dizaines de kilomètres, alors qu'on cherche le meilleur moyen de se débarrasser de l'eau qui tombe sur le territoire communal ! Coïncidence étrange, le tableau 7 met en évidence la similitude des volumes de pluies s'abattant sur la ville imperméabilisée et la consommation d'eau potable. N'y aurait-il alors pas moyen de réduire les impacts de la production et de la distribution de l'eau potable en récupérant l'eau de pluie, comme cela se faisait autrefois ?

*Dans cette région (n.d.a.: région niçoise) où on ne connaît pas les puits, les maisons isolées disposaient dès la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, de citernes individuelles récoltant et conservant l'eau des toits. Un ingénieux système partiteur branché sur la descente de gouttières permettait de rejeter l'eau dans la nature lorsque commençait à tomber la pluie, et jusqu'à ce que le toit ait été convenablement lavé des poussières et saletés accumulées. Ensuite, on tournait l'eau vers la citerne pour l'y recueillir. Une pompe à bras permettait de remplir facilement, au fur et à mesure des besoins de la maisonnée, le seau qui permettrait de l'apporter jusqu'à la maison pour les divers usages domestiques. C'était un bien précieux que l'on apprenait dès l'enfance à respecter et à économiser, et l'on savait au besoin la faire servir plusieurs fois: l'eau de lavage des légumes pouvait ainsi être employée secondairement pour nettoyer les sols ou arroser les plantes... Le progrès et les tuyaux de plomb qui permirent de réaliser une desserte de toutes les habitations commencèrent à changer le rapport de l'homme à l'eau. Venue d'on ne savait plus où ni par quels chemins, disponible en abondance à tout moment sans difficulté apparente, elle se banalisa et perdit peu à peu son caractère précieux lié à sa rareté et à l'effort indispensable pour s'en procurer. En même temps, les besoins estimés par habitant et l'exigence de qualité de l'eau augmentait avec les progrès de la science et l'amélioration des conditions de vie, obligeant les collectivités à une permanente et difficile adaptation. (Bourrier-Reynaud, 1999)*

De nombreux auteurs s'inspirent de citations de ce type, témoins d'un temps reculé mais si sensé, pour imaginer des modèles de consommation domestique durable utilisant l'eau de pluie.

La récupération de l'eau de pluie à l'échelle d'une maison individuelle ou d'un immeuble locatif ou de bureaux peut être envisagée pour plusieurs usages. Il s'agit principalement du rinçage des toilettes, du lavage du linge, de l'arrosage du jardin et des plantes ou encore du lavage de la voiture, soit environ la moitié de la consommation domestique suisse. L'autre moitié (boisson, cuisson, douche, ...) ne peut pas se satisfaire de la qualité de cette eau qui a préalablement lavé l'atmosphère de pollutions atmosphériques et les toits de leur suie et leurs poussières pour des raisons d'hygiène et de confort évidentes. La première difficulté résulte alors de la différenciation sans équivoque possible entre le réseau d'eau de boisson et celui d'eau de pluie.

La récupération de l'eau de pluie nécessite la pose d'un réservoir d'eau, d'un second réseau de distribution interne et d'une installation de surpression refoulant l'eau aux étages supérieurs si le réservoir est placé au sous-sol. En effet, selon O. Jolliet, placer le réservoir sous le toit, soit dans un espace à plus forte valeur ajoutée que le sous-sol, nécessite de meilleures sous structures et murs porteurs qui ne sont pas compensés par le gain énergétique lié à la consommation.

Le Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes de l'EPFL, au travers du projet CYCLEAUPE (Joliet, 2002), a étudié l'intérêt économique et écologique de la récupération de l'eau de pluie, pour les usages du rinçage des toilettes comme du lavage du linge.

CYCLEAUPE dresse un tableau comparatif coût-bénéfice entre plusieurs scénarios de récupération d'eau de pluie, de systèmes conventionnels ou de systèmes d'économie d'eau. Pour ce faire, il liste les intrants – matériaux, énergie, transport – et les émissions de polluants – eau, sol, air, énergie – liés à l'eau potable (traitement, pompage, distribution), aux installations de récupération de l'eau de pluie et à l'eau usée afin de déterminer quel système est le plus avantageux économiquement et écologiquement pour une situation hydrique proche de celle de Lausanne.

En bref, les conclusions de l'étude rapportent que l'utilisation de l'eau pluviale pour le lavage du linge peut se justifier dans des régions où la dureté de l'eau est élevée. En effet, il est nécessaire d'utiliser plus de produit à lessive, puisque son action y est amoindrie. Si les dosages sont corrigés et précis, il devient alors intéressant économiquement et écologiquement d'envisager un tel système.

Par contre, le seul rinçage des toilettes par l'eau de pluie n'est ni rentable économiquement, ni intéressant écologiquement par rapport à des toilettes conventionnelles et surtout par rapport aux toilettes à faible consommation. L'énergie et les matériaux utilisés pour le réservoir (construction, transport, fonctionnement), pour ne citer qu'eux, s'opposent aux avantages d'un tel système. De plus, selon E. Rey de l'association Ecoparc, « les efforts de réglage et de filtrage s'avèrent relativement importants par rapport aux avantages obtenus ».

Pendant, l'utilisation à grande échelle de la récupération de l'eau de pluie peut devenir avantageux. Il s'agit des institutions consacrées à l'éducation (écoles, gymnases, universités, ...) et d'autres bâtiments (bureaux, ...) où le rinçage des toilettes occupe une place plus importante que les 30% de l'usage domestique. La taille de ces institutions permet de profiter d'économie d'échelle pour l'installation des réservoirs, en particulier s'il est possible de privilégier une récupération d'eau avec approvisionnement gravitaire. Par exemple, la récupération de l'eau de pluie au bâtiment de l'OFS à Neuchâtel, immeuble de bureaux, lui permet de réduire de plus de 40% sa consommation d'eau potable.

A Lausanne en particulier, où l'énergie de pompage contenue dans l'eau potable peut-être très élevée selon les quartiers, des installations similaires, à petite ou grande échelle, doivent être pensées et évaluées.

## 7.6 ACCROÎTRE LA COLLABORATION INTERCOMMUNALE ET INTERSERVICES

Enfin, la polémique actuelle sur la responsabilité de la pollution de la plage de Vidy plaide pour un renforcement des coopérations intercommunales. En effet, dans ce cas précis, on peut dire que l'agglomération lausannoise a échoué dans sa mission d'utiliser l'eau pour les services qu'elle rend sans nuire au milieu naturel. Une raison de cet échec est sans aucun doute la possibilité de se réfugier publiquement derrière un partage mal établi des responsabilités, permis par l'éclatement et le nombre des acteurs de l'assainissement. S'il est vrai que l'épuration est intercommunale, la partie amont de l'assainissement, qui la conditionne étroitement, est divisée en autant de services qu'il y a de communes. Ceux-ci raccordent leurs eaux usées à la STEP, se débarrassent de leurs eaux claires, mais peuvent aussi fermer les yeux sur des canalisations sauvages *raccordées* à la Chamberonne ou ses affluents. Le problème de la baie de Vidy est connu et récurrent. Si l'assainissement dans son ensemble avait été confié à un service unique, il ne lui serait pas possible de nier sa responsabilité et aurait dû agir pour le résoudre.

Les défenseurs acharnés du fédéralisme affirmeront que cette idée supprimerait la souveraineté des communes. Or, l'assainissement dépasse les frontières si étroites du maillage communal. Il est destiné au bien commun, celui des populations et des écosystèmes qui en profitent. Précisément, la pollution de Vidy, provoquée par la STEP ou par la Chamberonne, agit indifféremment de la provenance des populations qui se baignent sur la plage. Bien que lausannoise, la plage est utilisée peut-être plus encore par les populations des communes voisines de Lausanne que par les Lausannois eux-mêmes !

C'est pourquoi il semble qu'à l'intérieur d'une agglomération, une planification d'ensemble des services publics est certainement plus efficace qu'une gestion morcelée communale, comme c'est le cas de la STEP et du service des eaux. Ce dernier par exemple, grâce à l'importance de la ressource dont il dispose, peut offrir ses services à de nombreuses communes, souvent en sus de leurs propres ressources. Il leur assure ainsi à moindre coût la sécurité d'approvisionnement dont elles ont besoin. Sans cela, chaque commune devrait investir séparément afin de pouvoir résister à de longues périodes de sécheresse. Le coût serait prohibitif et l'impact sur l'environnement supérieur.

Ajoutons encore un dernier mot au sujet de la collaboration interservices. Ce mémoire se penche sur le cycle urbain de l'eau comme un tout. C'est malheureusement rarement le cas des collaborateurs des différents services. Par exemple, Eauservice ne voit pas d'un très bon œil l'idée d'inciter à l'économie d'eau, puisque la ressource est pléthorique et que son financement dépend des volumes consommés. Par contre, les baigneurs de Vidy y ont eux intérêt, puisque le rendement de la STEP en serait amélioré. Ou encore, le prolongement du plongeur de l'assainissement s'est fait sans concertation avec le service des eaux. Pourtant, la crépine d'aspiration de l'eau brute de l'usine de St-Sulpice en est toute proche et la qualité de l'eau pompée aurait pu s'en ressentir. Il semble bien que ce ne soit finalement pas le cas, mais une réflexion a priori réunissant l'ensemble des acteurs du cycle de l'eau aurait permis d'éviter ce risque.



## 8. Conclusion

---

Le cycle lausannois de l'eau s'inscrit en plein dans les modes de fonctionnement de la société occidentale à laquelle elle appartient. Le haut niveau de consommation lui est permis par des solutions techniques de grandes envergures et par la profusion de la ressource. En conséquence, les problèmes qui peuvent en découler apparaissent secondaires et tout appel à la modération se heurte à l'argument immédiat et semble-t-il imparable de la prodigalité naturelle.

Les différents aspects du cycle urbain de l'eau présentés précédemment soulignent que son mode de gestion actuel lui permet sans aucun doute de perdurer encore longtemps. Les solutions techniques mises en place permettent au milieu naturel de supporter aisément les impacts du cycle urbain de l'eau. Toutefois, il existe quelques zones d'ombres, comme les nuisances olfactives ou la qualité moindre des eaux baignant la plage de Vidy. Malgré leur caractère trop local pour leur conférer le statut de problèmes publics, des sommes conséquentes sont continuellement investies pour les atténuer et pour renforcer l'ensemble du cycle. Soyons sûr que si elles devenaient trop importantes, la collectivité trouverait le financement nécessaire à leur résolution rapide.

En ce sens, la collectivité choisit de supporter un certain nombre de nuisances, dans les limites qu'elle juge acceptables. Au sujet du cycle urbain de l'eau, elle estime qu'il serait démesuré de transférer des fonds d'autres budgets pour activer la machine scientifique et technique afin de les résorber. Au contraire, lorsque que la collectivité a pris conscience des problèmes de santé du lac Léman, son aisance financière et son désir de disposer d'un environnement sain lui ont rapidement permis de trouver des alternatives aux rejets massifs des éléments pathogènes qu'elle y déversait. Bien sûr, cette action n'a pas été motivée par écocentrisme. La collectivité a au contraire perçu les avantages qu'elle retirera à moyen et à long terme de ses efforts de préservation de l'état de santé de l'écosystème lémanique dont elle tire profit.

La capacité de réaction lausannoise est un privilège que n'ont pas les sociétés concernées par les situations critiques présentées dans le chapitre introductif, probables signes avant-coureurs d'une crise de l'eau de grande ampleur. Lausanne ne vérifie en outre pas les deux premières hypothèses supposées favoriser de tels scénarii.

D'une part, le milieu naturel est apte à supporter le poids démographique en question. Les ressources sont abondantes et la protection dont elles sont l'objet empêche leur dégradation. Quant aux rejets dans les milieux récepteurs, ils n'excèdent pas la capacité naturelle d'auto épuration.

D'autre part, Lausanne peut financièrement construire les infrastructures nécessaires pour disposer des ressources et pour réduire les rejets du cycle urbain dans des limites acceptées par l'environnement. Ajoutons tout de même un bémol à ce propos, puisque les coûts du métabolisme de l'eau pèsent sur les budgets municipaux à tel point que certains investissements sont repoussés de quelques années.

Il convient d'ajouter un troisième point positif. La conscience écologique des citoyens comme des autorités est assez développée. D'une manière générale, les intérêts environnementaux et surtout leurs implications sur le fonctionnement de la société sont bien compris et acceptés, en tout cas à court terme. De la sorte, la collectivité ne laisse pas une situation se dégrader à tel point qu'elle devienne irréversible ou dangereuse pour son fonctionnement.

Reprenons finalement la dernière hypothèse mentionnée dans l'introduction : l'aisance technique favorise d'y recourir de plus en plus et pourrait imprudemment détourner l'attention des processus naturels auxquels elle reste pourtant fondamentalement attachée à long terme. Par exemple, le rejet de substances étrangères dans les cours d'eau urbains a poussé à la création de la STEP. Puis, l'utilisation massive de produits contenant du phosphore a nécessité l'adjonction de l'étape de déphosphatation, accroissant en fin de chaîne de traitement le volume des cendres qu'il s'agit de stocker. D'autres substances parviennent aujourd'hui aux STEP qui n'y sont pas véritablement adaptées : les métaux lourds aboutissent dans les boues d'épuration et empêchent leur valorisation dans l'agriculture, qui les remplacent alors par des engrais chimiques ; les engrais chimiques, les produits phytosanitaires ou les résidus médicamenteux (antibiotiques, hormones de synthèse, ...) traversent l'épuration artificielle et nuisent à la vie aquatique et potentiellement à la santé humaine par leur éventuel *recyclage* via les usines de potabilisation de l'eau ; les usines de potabilisation de l'eau font appel à de nouvelles techniques pour faire face à de nouvelles substances contenues dans l'eau brute ; ...

Ceci donne l'impression de rentrer dans une spirale de traitements curatifs ou lieu de penser préventivement. Les traitements préventifs ne sont, il est vrai, peut-être pas toujours envisageables. Au hasard et parmi d'autres, une médecine douce et naturelle n'ayant recours qu'à des produits inoffensifs lorsqu'ils se retrouvent dans le cycle de l'eau n'existe pas aujourd'hui et n'offrirait peut-être que des résultats inférieurs à ceux de la médecine que nous connaissons. Par contre, d'autres sont sans aucun doute concevables si la volonté d'aller dans cette direction était affichée.

Mais temps que ce n'est pas le cas, ou seulement très modestement, le cycle urbain de l'eau contribuera aussi à un accroissement d'entropie et à une extension de l'empreinte écologique urbaine. Le seul input net vers l'organisme Gaïa est l'énergie solaire. Seule l'eau brute, puisée en de nombreux endroits, ne retrouve sa place originale qu'avec l'aide exclusive de cette énergie, via le cycle naturel de l'eau. Nous pourrions encore citer l'usage d'énergie d'origine hydraulique ou le travail de la microfaune dans l'épuration artificielle comme naturelle. Mais pour le reste, cycle et métabolisme urbains de l'eau reposent essentiellement sur des ressources fossiles ou minérales non renouvelables. Les outputs ont quant à eux plutôt tendance à étendre l'empreinte écologique de la ville. Certains sont confiés à la nature et transformés, mais d'autres restent durablement à la charge de la collectivité, parfois loin des terres lausannoises.

Quelque part, il s'agit d'une dépendance du cycle urbain de l'eau envers des acteurs et des ressources sur lesquels Lausanne n'a pas de contrôle. Les exploitations de ces dernières ne respectent parfois pas du tout les idées du développement durable et du droit des générations futures d'en disposer à leur tour. Le cycle de l'eau lausannois n'est pas seul en cause, loin s'en faut. Il fait partie d'un processus bien plus large qui ne donne que peu de place au long voire au très long terme.

En effet, pour des événements à court ou moyen terme, par exemple la dégradation de l'état de santé du Léman ou la pollution de la Baie de Vidy, les gens agissent car ils y voient leurs intérêts et peuvent les anticiper de quelques années voire de quelques décennies. Mais au-delà, à partir du moment où l'on parle de solidarité avec les générations à venir ou avec des populations étrangères avec qui les contacts sont rares, ils ne sont plus prêts à agir similairement.

Le confort, la facilité ou le niveau de vie ne se négocient pas, paraît-il ? Mais est-il possible d'éviter au moins les gaspillages inutiles et d'optimiser les pratiques ? Quelques suggestions ont été émises au sujet de cycle urbain de l'eau, mais ce dernier n'est qu'une petite partie de ce qui devrait être pris en compte par un processus réflexif large appliqué à de nombreux pans de notre société. La démonstration de Georgescu-Roegen semble logique et solide. Il est surprenant qu'elle ne puisse être admise et intégrée par un plus grand nombre. Des solutions passent-elles par l'entreprise d'un travail éducatif de grande ampleur ?



## Bibliographie

---

- ASPEE (1961), *Directives pour la création d'installations intercommunales d'épuration des eaux usées*, Association suisse des professionnels de l'épuration des eaux.
- BERGONZO E. (2003), *Gestion du réseau public d'évacuation des eaux*, service d'assainissement, Lausanne (non publié).
- BOCHATAY D., RAY S. (2003), *Les enjeux hydrographiques dans les métropoles du Tiers-Monde*, Séminaire de cours, IGUL, Lausanne (non publié).
- BOCHET B., CUNHA A. (2003), *Métropolisation, forme urbaine et développement durable: aménagement des villes et stratégies environnementales*, Observatoire de la ville et du développement durable, IGUL, Lausanne (non publié).
- BONARD Y. (2003), *Le métabolisme urbain. Ville entropique ou ville syntropique*, Séminaire de géographie humaine, Développement durable (non publié).
- BOURRIER-REYNAUD C. (1999), *L'eau, c'est naturel, mais il y a plus ou moins loin de la source aux lèvres*, in REGRAIN R., AUPHAN E. & Al. *L'eau et la ville*, éd. du CTHS, Paris.
- CERTU (2003), *Evaluation des impacts des stations d'épuration et de leur réseau de collecte. Eléments techniques*, Ministère de l'écologie et du développement durable, Cachan.
- CIPEL (2000), *Plan d'action 2001-2010 en faveur du Léman, du Rhône et de leurs affluents. Fiches: objectif et actions*, Lausanne.
- CIPEL (2003), *Plan d'action 2001-2010 en faveur du Léman, du Rhône et de leurs affluents. Tableau de bord technique*, Lausanne.
- CUNHA A. (2002), *Développement durable, transformation des écosystèmes urbains et impacts écologiques*, Notes de cours « Développement urbain durable, gestion des ressources et gouvernance », IGUL, Lausanne (non publié).
- DARR P., FELDMAN S.L., KAMEN C. (1976), *The demand for urban water*, Studies in applied regional science Vol. 6, Leiden.
- DEZERT B., FRECAUT R. (1978), *L'économie des eaux continentales*. CDU et SEDES réunis, Paris.
- DUPONT A. (1978), *Hydraulique urbaine. Tome 1. Captage et traitement des eaux*, éd. Eyrolles, Paris.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1978), *De la science économique à la bioéconomie*, in *Revue d'économie politique*, mai-juin 1978, n°3, pp.337-382.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1979), *Demain, la décroissance*, éd. Pierre-Marcel Favre, Lausanne.
- GRENIER W. (1875), *Notice sur le chemin de fer Lausanne-Ouchy et les eaux de Bret. Articles publiés dans la Gazette de Lausanne*, Lausanne.

- HOLLIGER C. (2002), *Station d'épuration. L'élimination des nutriments azote et phosphore des eaux usées urbaines*, Polycopié de cours, Laboratoire de Biotechnologie Environnementale, SSIE-EPFL, Lausanne (non publié).
- JOLLIET O. et Al (2002), Analyse du cycle d'approvisionnement en eau et récupération d'eau de pluie, *Documents environnement* n° 147, OFEFP, Berne.
- LEITMAN J. (1999), *Sustaining Cities. Environmental Planning and Management in Urban Design*, éd. McGraw-Hill, New York.
- LEROY J.-B. (1986), *La pollution des eaux*, QSJ ?, puf, Paris.
- LOIZEAU J.-L. & Al. (2004), *The impact of a sewage treatment plant's effluent on sediment quality in a small bay in Lake Geneva (Switzerland-France). Part 2: Temporal evolution of heavy metals*, in *Lakes & reservoirs: Research and Management*, F.-A. Forel Institute, UNIGE, Versoix, pp. 53-63.
- MARSILY G. de (2000), *L'eau*, éd. Dominos Flammarion, Evreux.
- MATHIEU H. (1972), *L'eau et les déchets urbains*, Centre de recherche d'urbanisme Paris XVI, Paris.
- MAYSTRE L.Y, KRAYENBUHL L. (1994), *Approvisionnement en eau potable*, Polycopié de cours, DGR, EPFL, Lausanne (non publié).
- MEROT S. (1996), *Les sources et les eaux souterraines. Etude du droit suisse*, Collection juridique romande, éd. Payot, Lausanne.
- MURET Jean-Maurice (1987), *Les relations intercommunales dans la région lausannoise. Les cas de l'alimentation en eau et de l'épuration des eaux usées*. Mémoire de licence sous la direction du Prof. Laurent Bridel, IGUL, Lausanne (non publié).
- OFEFP (1985), *L'eau claire n'a pas sa place dans les stations d'épuration*, Berne.
- OFEFP (2001), *L'eau, c'est la vie ! La protection des eaux – un défi permanent*. Magazine environnement, 3/2001, OFEFP/BUWAL, Berne
- OFEFP (2003), *L'eau souterraine*, Office Fédéral de l'Environnement, des forêts et du paysage, Berne
- OMS (1997), *La protection des captages*, OMS Bureau régional pour l'Europe, Copenhague.
- PACIONE M. (2001), *Urban geography, a global perspective*, ed. Routledge, London.
- PARDOS M. & al. (2004), *The impact of a sewage treatment plant's effluent on sediment quality in a small bay in Lake Geneva (Switzerland-France). Part 1: Spatial distribution of contaminants and the potential for biological impacts*, in *Lakes & reservoirs: Research and Management*, F.-A. Forel Institute, UNIGE, Versoix, pp. 41-52.
- PASSET R. (1979), *L'économie et le vivant*, éd. Payot, Paris. PETRELLA R. (1999), *Le manifeste de l'eau. Pour un contrat mondial*, éd. Page deux, Lausanne.
- PELLI G. (2002), *La coopération transfrontalière pour la protection des lacs: les cas du lac Léman, du lac de Lugano et du lac Majeur*, Mémoire de licence, IGUL, Lausanne, non publié).
- POTTERAT T. et Al. (2003), *La problématique de l'épuration des eaux*, Séminaire de développement urbain et environnement, UNIL, Lausanne (non publié).
- PPDE (en cours de réalisation), *Plan directeur de la distribution d'eau*, Eauservice, Lausanne.
- RAMSEIER S., MANTEGAZZI D., BERSIER Y. (2003), *Qualité des eaux potables produites à partir du Léman*, in *Rapport de la commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution, Campagne 2002*, Laboratoire du service de l'eau, SIG Genève.

- REGRAIN R., AUPHAN E. (1999), *L'eau et la ville*, Comité des travaux historiques et scientifiques, éd. CTHS, Paris.
- RIBI J.-M. (2002), *Approvisionnement en eau potable*, Polycopié de cours, SSIE, EPFL, Lausanne (non publié).
- ROSSI L. & AL. (1997), *Etude de la contamination induite par les eaux de ruissellement en milieu urbain*, in *Rapport de la CIPEL, Campagne 1996*, CIPEL, Epalinges, pp. 179-202.
- ROUYRRE C. (2003), *Guide de l'eau. Comment moins la polluer ? Comment la préserver ?* éd. Seuil, Paris/Tours.
- SCHARDT H. (n.d., env. 1900), *Eau de source et eau de lac*, Lausanne.
- SCHARDT H. (1905), *Les sources issues de terrains calcaires et leurs qualités comme eau d'alimentation*, extrait du tome XXXII du bulletin de la société neuchâteloise des sciences
- SEPE (1996), *Stations d'épuration. Bilans 1995*, Service des Eaux et de la Protection de l'Environnement, Etat de Vaud, Epalinges.
- Service d'assainissement (1993), *Bassin versant de la STEP de Vidy. Bilan. Programme d'action*, Lausanne (non publié).
- Service d'assainissement (2000), *L'eau. La vie*. Lausanne.
- Service des routes et voiries – Lausanne (1966), *Station d'épuration des eaux usées de la région lausannoise*, Lausanne.
- Services industriels – Lausanne (1966), *Cent ans d'histoire du Service des eaux*, Lausanne.
- Services industriels – Lausanne (1985), *La distribution de l'eau à Lausanne*, Service des eaux, Lausanne.
- Services industriels – Lausanne (1987), *Station de Brêt*, Service des eaux, Lausanne.
- naturelles, Neuchâtel.
- STEP (1987), *Station d'épuration des eaux usées de la région lausannoise. Lausanne-Vidy*, Lausanne.
- TJALLINGII S. P. (1995), *Ecopolis. Strategies for ecologically sound urban development*, Backhuys Publishers, Leiden.
- TROMBE F. (1977), *Les eaux souterraines*, QSJ ?, PUF, Paris, 1<sup>ère</sup> édition : 1950.
- VESTER (1987), *L'eau, c'est la vie. Un livre sur l'environnement, la cybernétique et les 5 cycles de l'eau*, ulisséditions, Paris.
- VILAGINES R. (2003), *Eau, environnement et santé publique*, éd. tec & doc et éd. médicales internationales, Londres/Paris/New York.
- WACKERNAGEL M., REES W. (1999), *Notre empreinte écologique*, éd. écosociété, Montréal.
- WWF Vaud (2000), *Nature et développement durable en ville de Lausanne. Les énergies renouvelables*, Lausanne.
- ZWEIFEL P. (1994), *Analyse économique du traitement des eaux usées en Suisse*, Mémoire de diplôme n° 49, cahiers de recherches économiques, UNIL, Lausanne (non publié).

## 10.1 LOI FÉDÉRALE SUR LA PROTECTION DES EAUX (LEAUX), EXTRAITS

du 24 janvier 1991 (Etat le 22 décembre 2003)

### Chapitre 1 Sauvegarde de la qualité des eaux

#### Section 1 Déversement, introduction et infiltration de substances

##### Art. 6 Principe

- 1 Il est interdit d'introduire directement ou indirectement dans une eau des substances de nature à la polluer; l'infiltration de telles substances est également interdite.
- 2 De même, il est interdit de déposer et d'épandre de telles substances hors d'une eau s'il existe un risque concret de pollution de l'eau.

##### Art. 7 Evacuation des eaux

- 1 Les eaux polluées doivent être traitées. Leur déversement dans une eau ou leur infiltration sont soumis à une autorisation cantonale.
- 2 Les eaux non polluées doivent être évacuées par infiltration conformément aux règlements cantonaux. Si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration, ces eaux peuvent, avec l'autorisation du canton, être déversées dans des eaux superficielles. Dans la mesure du possible, des mesures de rétention seront prises afin de régulariser les écoulements en cas de fort débit.
- 3 Les cantons veillent à l'établissement d'une planification communale et, si nécessaire, d'une planification régionale de l'évacuation des eaux.<sup>5</sup>

#### Section 2

##### Traitement des eaux usées et utilisation des engrais de ferme

##### Art. 10 Egouts publics et stations centrales d'épuration des eaux

- 1 Les cantons veillent à la construction des réseaux d'égouts publics et des stations centrales d'épuration des eaux usées provenant:
  - a. des zones à bâtir;
  - b. des groupes de bâtiments situés hors des zones à bâtir pour lesquels les méthodes spéciales de traitement (art. 13) n'assurent pas une protection suffisante des eaux ou ne sont pas économiques.
- 1bis Ils veillent à l'exploitation économique de ces installations.<sup>7</sup>
- 2 Dans les régions retirées ou dans celles qui ont une faible densité de population, on traitera les eaux polluées par d'autres systèmes que les stations centrales d'épuration, pour autant que la protection des eaux superficielles et souterraines soit assurée.
- 3 Les égouts privés pouvant également servir à des fins publiques sont assimilés aux égouts publics.
- 4 ...<sup>8</sup>

##### Art. 11 Obligations de raccorder et de prendre en charge les eaux polluées

- 1 Les eaux polluées produites dans le périmètre des égouts publics doivent être déversées dans les égouts.
- 2 Le périmètre des égouts publics englobe:
  - a. les zones à bâtir;
  - b. les autres zones, dès qu'elles sont équipées d'égouts (art. 10, 1er al., let. b);
  - c. les autres zones dans lesquelles le raccordement au réseau d'égouts est opportun et peut

raisonnablement être envisagé.

3 Les détenteurs des égouts sont tenus de prendre en charge les eaux polluées et de les amener jusqu'à la station centrale d'épuration.

#### **Section 4 Mesures d'organisation du territoire**

##### **Art. 19 Secteurs de protection des eaux**

1 Les cantons subdivisent leur territoire en secteurs de protection en fonction des risques auxquels sont exposées les eaux superficielles et les eaux souterraines. Le Conseil fédéral édicte les prescriptions nécessaires.

2 Dans les secteurs particulièrement menacés, la construction et la transformation de bâtiments et d'installations, ainsi que les fouilles, les terrassements et autres travaux analogues ne peuvent être entrepris qu'après l'octroi d'une autorisation cantonale.

##### **Art. 20 Zones de protection des eaux souterraines**

1 Les cantons délimitent des zones de protection autour des captages et des installations d'alimentation artificielle des eaux souterraines qui sont d'intérêt public; ils fixent les restrictions nécessaires du droit de propriété.

2 Les détenteurs de captages d'eaux souterraines sont tenus:

- a. de faire les relevés nécessaires pour délimiter les zones de protection;
- b. d'acquérir les droits réels nécessaires;
- c. de prendre à leur charge les indemnités à verser en cas de restriction du droit de propriété.

##### **Art. 21 Périmètres de protection des eaux souterraines**

1 Les cantons délimitent les périmètres importants pour l'exploitation et l'alimentation artificielle futures des nappes souterraines. Dans ces périmètres, il est interdit de construire des bâtiments, d'aménager des installations ou d'exécuter des travaux qui pourraient compromettre l'établissement futur d'installations servant à l'exploitation ou à l'alimentation artificielle des eaux souterraines.

2 Les cantons peuvent mettre à la charge des futurs détenteurs de captages d'eaux souterraines et d'installations d'alimentation artificielle des eaux souterraines les indemnités à verser en cas de restriction du droit de propriété.

## 10.2 ORDONNANCE SUR LA PROTECTION DES EAUX (OEaux)

du 28 octobre 1998 (Etat le 18 novembre 2003)

### Chapitre 1 Dispositions générales

#### Art. 1 But et principe

- 1 La présente ordonnance a pour but de protéger les eaux superficielles et les eaux souterraines contre les atteintes nuisibles et de permettre leur utilisation durable.
- 2 A cet effet, toutes les mesures prises en vertu de la présente ordonnance doivent tenir compte des objectifs écologiques fixés pour les eaux (annexe 1).

#### Art. 2 Champ d'application

- 1 La présente ordonnance régit:
  - a. les objectifs écologiques fixés pour les eaux;
  - b. les exigences auxquelles doit satisfaire la qualité des eaux;
  - c. l'évacuation des eaux;
  - d. l'élimination des boues d'épuration;
  - e. les exigences auxquelles doivent satisfaire les exploitations pratiquant la garde d'animaux de rente;
  - f. les mesures d'organisation du territoire relatives aux eaux;
  - g. le maintien de débits résiduels convenables;
  - h. la prévention d'autres atteintes nuisibles aux eaux;
  - i. l'octroi de subventions fédérales.
- 2 La présente ordonnance ne s'applique aux substances radioactives que si ces dernières exercent un effet biologique dû à leurs propriétés chimiques. Dans la mesure où ces substances exercent un effet biologique dû au rayonnement, les législations sur la protection contre le rayonnement et sur l'énergie nucléaire s'appliquent.

### Chapitre 2 Evacuation des eaux

#### Section 1 Notions d'eaux polluées et d'eaux non polluées

##### Art. 3

- 1 L'autorité détermine si, en cas de déversement dans les eaux ou en cas d'infiltration, les eaux à évacuer sont considérées comme polluées ou non, en fonction:
  - a. du type, de la quantité, des propriétés et des périodes de déversement des substances susceptibles de polluer les eaux et présentes dans les eaux à évacuer;
  - b. de l'état des eaux réceptrices.
- 2 En cas d'infiltration, l'autorité examine également si:
  - a. les eaux à évacuer peuvent être polluées en raison des atteintes existantes au sol ou au sous-sol non saturé;
  - b. les eaux à évacuer sont suffisamment épurées dans le sol ou le sous-sol non saturé;
  - c. les valeurs indicatives fixées dans l'ordonnance du 1er juillet 1992 sur les atteintes portées aux sols (OSol) peuvent être respectées à long terme, excepté en cas d'infiltration dans une installation prévue à cet effet ou dans les talus et les bandes de verdure situés aux abords des voies de circulation.
- 3 Les eaux de ruissellement provenant des surfaces bâties ou imperméabilisées sont en règle générale classées parmi les eaux non polluées si elles s'écoulent:
  - a. des toits;
  - b. des routes, des chemins et des places sur lesquels ne sont pas transvasées, traitées ni stockées des quantités considérables de substances pouvant polluer les eaux, et si, en cas d'infiltration, ces eaux sont suffisamment épurées dans le sol ou le sous-sol non saturé; en évaluant si les quantités de substance sont considérables, on tiendra compte du risque d'accidents;
  - c. des voies ferrées, s'il est garanti que l'on renonce à long terme à y utiliser des produits phytosanitaires visés à l'annexe 4.3 de l'ordonnance du 9 juin 1986 sur les substances<sup>3</sup> (Osubst)<sup>4</sup>, ou si, en cas d'infiltration, une couche de sol biologiquement active permet une rétention et une dégradation suffisantes des produits phytosanitaires.

#### Section 3 Evacuation des eaux polluées

##### Art. 8 Infiltration

- 1 Il est interdit de laisser s'infiltrer les eaux polluées.
- 2 L'autorité peut autoriser l'infiltration d'eaux polluées communales ou d'autres eaux polluées de composition analogue:
  - a. si les eaux polluées ont été traitées et que les exigences auxquelles est soumis le déversement dans les

- eaux sont respectées;
- b. si les eaux du sous-sol concernées respectent, après infiltration des eaux polluées, les exigences de qualité des eaux définies dans l'annexe 2;
  - c. si les eaux sont infiltrées dans une station prévue à cet effet, si les valeurs indicatives fixées dans l'OSol7 ne sont pas dépassées même à long terme ou si la fertilité du sol est assurée même à long terme lorsqu'il n'existe pas de valeurs indicatives, et
  - d. si les exigences relatives au fonctionnement des installations d'évacuation et d'épuration qui déversent des eaux dans le milieu récepteur (art. 13 à 17) sont respectées.

#### **Section 4 Construction et exploitation d'installations d'évacuation et d'épuration des eaux**

##### **Art. 11 Séparation des eaux à évacuer dans les bâtiments**

Le détenteur de bâtiments doit veiller, lors de leur construction ou lorsqu'ils subissent des transformations importantes, à ce que les eaux météoriques ainsi que les eaux non polluées dont l'écoulement est permanent soient amenées jusqu'à l'extérieur du bâtiment sans être mélangées aux eaux polluées.

##### **Art. 12 Raccordement aux égouts publics**

- 1 Le raccordement d'eaux polluées aux égouts publics hors de la zone à bâtir (art. 11, al. 2, let. c, LEaux) est considéré comme: a. opportun lorsqu'il peut être effectué conformément aux règles de la technique et aux coûts de construction usuels; b. pouvant être raisonnablement envisagé lorsque les coûts du raccordement ne sont pas sensiblement plus élevés que ceux d'un raccordement comparable dans la zone à bâtir.
- 2 L'autorité ne peut autoriser de nouveaux raccordements d'eaux non polluées s'écoulant en permanence dans une station centrale d'épuration (art. 12, al. 3, LEaux) que si les conditions locales ne permettent ni l'infiltration ni le déversement dans les eaux.
- 3 Pour qu'une exploitation agricole soit libérée de l'obligation de se raccorder aux égouts publics (art. 12, al. 4, LEaux), il faut que l'importance de son cheptel bovin et porcin soit telle qu'il comprenne au minimum huit unités de gros bétail-fumure.

#### **Chapitre 5 Mesures d'organisation du territoire relatives aux eaux**

##### **Art. 29 Détermination des secteurs de protection des eaux et délimitation des zones et des périmètres de protection des eaux souterraines**

- 1 Lorsqu'ils subdivisent leur territoire en secteurs de protection des eaux (art. 19 LEaux), les cantons déterminent les secteurs particulièrement menacés et les autres secteurs. Les secteurs particulièrement menacés décrits à l'annexe 4, ch. 11, comprennent:
  - a. le secteur Au de protection des eaux, destiné à protéger les eaux souterraines exploitables;
  - b. le secteur Ao de protection des eaux, destiné à protéger la qualité des eaux superficielles, si cela est nécessaire pour garantir une utilisation particulière des eaux;
  - c. l'aire d'alimentation Zu, destinée à protéger la qualité des eaux qui alimentent des captages d'intérêt public, existants et prévus, si l'eau est polluée par des substances dont la dégradation ou la rétention sont insuffisantes, ou si de telles substances présentent un danger concret de pollution;
  - d. l'aire d'alimentation Zo, destinée à protéger la qualité des eaux superficielles, si l'eau est polluée par des produits phytosanitaires visés à l'annexe 4.3 de l'Osubst13 14 ou des éléments fertilisants, entraînés par ruissellement.
- 2 Ils délimitent, en vue de protéger les eaux du sous-sol qui alimentent des captages et des installations d'alimentation artificielle d'intérêt public, les zones de protection des eaux souterraines (art. 20 LEaux) décrites dans l'annexe 4, ch. 12. Ils peuvent également délimiter des zones de protection des eaux souterraines pour des captages et des installations d'alimentation artificielle d'intérêt public prévus, dont la localisation et la quantité à prélever sont fixées.
- 3 Ils délimitent, en vue de protéger les eaux souterraines destinées à être exploitées, les périmètres de protection des eaux souterraines (art. 21 LEaux) décrits dans l'annexe 4, ch. 13.
- 4 Pour déterminer les secteurs de protection des eaux et délimiter les zones et périmètres de protection des eaux souterraines, ils s'appuient sur les informations hydrogéologiques disponibles; si ces dernières ne suffisent pas, ils veillent à procéder aux investigations hydrogéologiques nécessaires.

##### **Art. 30 Cartes de protection des eaux**

- 1 Les cantons établissent des cartes de protection des eaux et les adaptent en fonction des besoins. Ces dernières comportent au moins:
  - a. les secteurs de protection des eaux;
  - b. les zones de protection des eaux souterraines;

- c. les périmètres de protection des eaux souterraines;
- d. les résurgences, les captages et les installations d'alimentation artificielle importants pour l'approvisionnement en eau.

2 Les cartes de protection des eaux sont accessibles au public. Les cantons remettent à l'office et à chaque canton limitrophe concerné un exemplaire des cartes des zones de protection des eaux (y compris les modifications).

### **Art. 31 Mesures de protection**

1 Quiconque construit ou transforme des installations dans un secteur particulièrement menacé (art. 29, al. 1) ainsi que dans une zone ou dans un périmètre de protection des eaux souterraines, ou y exerce d'autres activités présentant un danger pour les eaux, doit prendre les mesures qui s'imposent en vue de protéger les eaux; ces mesures consistent en particulier:

- a. à prendre les mesures exigées dans l'annexe 4, ch. 2;
- b. à installer des dispositifs de surveillance, d'alarme et de piquet.

2 L'autorité veille:

- a. à ce que pour les installations existantes qui sont situées dans les zones définies à l'al. 1 et présentent un danger concret de pollution des eaux, les mesures nécessaires à la protection des eaux, en particulier celles qui sont mentionnées dans l'annexe 4, ch. 2, soient prises;
- b. à ce que les installations existantes qui sont situées dans les zones S1 et S2 de protection des eaux souterraines et menacent un captage ou une installation d'alimentation artificielle soient démantelées dans un délai raisonnable, et à ce que d'autres mesures propres à protéger l'eau potable, en particulier l'élimination des germes ou la filtration, soient prises dans l'intervalle.

### **Annexe 4 (art. 29 et 31) Mesures d'organisation du territoire relatives aux eaux**

#### **1 Détermination des secteurs de protection des eaux particulièrement menacés et délimitation de zones et de périmètres de protection des eaux souterraines**

##### **11 Secteurs de protection des eaux particulièrement menacés**

111 Secteur Au de protection des eaux

- 1 Le secteur Au de protection des eaux comprend les eaux souterraines exploitables ainsi que les zones attenantes nécessaires à leur protection.
- 2 Pour être considérée comme exploitable ou propre à l'approvisionnement en eau, une eau souterraine doit, naturellement ou à la suite d'une alimentation artificielle:
  - a. exister en quantité suffisante pour être exploitée, les besoins n'étant pas pris en considération, et
  - b. respecter, au besoin après application d'un traitement simple, les exigences fixées pour l'eau potable dans la législation sur les denrées alimentaires.

112 Secteur Ao de protection des eaux

Le secteur Ao de protection des eaux comprend les eaux superficielles et leur zone littorale, dans la mesure où cela est nécessaire pour garantir une utilisation particulière.

113 Aire d'alimentation Zu

L'aire d'alimentation Zu couvre la zone où se reforment, à l'étiage, environ 90 % des eaux du sous-sol pouvant être prélevées au maximum par un captage. Lorsque la détermination de la zone exige un travail disproportionné, l'aire d'alimentation Zu couvre tout le bassin d'alimentation du captage.

114 Aire d'alimentation Zo

L'aire d'alimentation Zo couvre le bassin d'alimentation duquel provient la majeure partie de la pollution des eaux superficielles.

##### **12 Zones de protection des eaux souterraines**

121 Généralités

- 1 Les zones de protection des eaux souterraines se composent de la zone de captage (zone S1), de la zone de protection rapprochée (zone S2) et de la zone de protection éloignée (zone S3). Pour les eaux du sous-sol en milieu karstique ou fissuré, il n'est pas nécessaire de délimiter la zone S3 si la désignation d'une aire d'alimentation Zu permet d'assurer une protection équivalente.
- 2 Pour les eaux du sous-sol présentes dans les roches meubles, le dimensionnement des zones S2 et S3 est déterminé par la quantité maximale pouvant être prélevée et sur la base d'une situation d'étiage.
- 3 Pour les eaux du sous-sol en milieu karstique ou fissuré, le dimensionnement des zones de protection des eaux souterraines est déterminé par la vulnérabilité du bassin d'alimentation du captage ou de

l'installation d'alimentation artificielle. La vulnérabilité est déterminée selon les critères suivants:

- a. formation des roches proches de la surface, tel qu'épikarst et zone désagrégée;
- b. formation des couches de couverture;
- c. conditions d'infiltration;
- d. formation du système karstique ou des systèmes de discontinuité.

#### 122 Zone de captage (zone S1)

- 1 La zone S1 doit empêcher que les captages et les installations d'alimentation artificielle ainsi que leur environnement immédiat soient endommagés ou pollués.
- 2 Elle comprend le captage ou l'installation d'alimentation artificielle, la zone désagrégée par les travaux de forage ou de construction et, au besoin, l'environnement immédiat des installations.
- 3 Pour les eaux du sous-sol en milieu karstique ou fissuré, elle couvre encore d'autres zones:
  - a. si ces dernières présentent une vulnérabilité particulièrement forte (p. ex. ponors, dolines, fissures et zones tectonisées), et
  - b. si l'existence d'une liaison directe entre ces zones et le captage ou l'installation d'alimentation artificielle est prouvée ou doit être présumée.

#### 123 Zone de protection rapprochée (zone S2)

- 1 La zone S2 doit empêcher:
  - a. que des germes et des virus pénètrent dans le captage ou l'installation d'alimentation artificielle;
  - b. que les eaux du sous-sol soient polluées par des excavations et travaux souterrains, et
  - c. que l'écoulement des eaux du sous-sol soit entravé par des installations en sous-sol.
- 2 Pour les eaux du sous-sol présentes dans les roches meubles, elle est dimensionnée de sorte:
  - a. que la durée d'écoulement des eaux du sous-sol, de la limite extérieure de la zone S2 au captage ou à l'installation d'alimentation artificielle, soit de 10 jours au moins, et
  - b. que la distance entre la zone S1 et la limite extérieure de la zone S2, dans le sens du courant, soit de 100 m au moins; elle peut être inférieure si les études hydrogéologiques permettent de prouver que le captage ou l'installation d'alimentation artificielle sont aussi bien protégés par des couches de couverture peu perméables et intactes.
- 3 Pour les eaux du sous-sol en milieu karstique ou fissuré, elle couvre les parties du bassin d'alimentation du captage ou de l'installation d'alimentation artificielle qui présentent une forte vulnérabilité.

#### 124 Zone de protection éloignée (zone S3)

- 1 La zone S3 doit garantir qu'en cas de danger imminent (p. ex. en cas d'accident impliquant des substances pouvant polluer les eaux), on dispose de suffisamment de temps et d'espace pour prendre les mesures qui s'imposent.
- 2 Pour les eaux du sous-sol présentes dans les roches meubles, la distance entre la limite extérieure de la zone S2 et la limite extérieure de la zone S3 doit en règle générale être aussi grande que la distance entre la zone S1 et la limite extérieure de la zone S2.
- 3 Pour les eaux du sous-sol en milieu karstique ou fissuré, la zone S3 comprend les parties du bassin d'alimentation du captage ou de l'installation d'alimentation artificielle qui présentent une vulnérabilité moyenne.

### 13 Périmètres de protection des eaux souterraines

Les périmètres de protection des eaux souterraines sont délimités de manière à permettre de déterminer des endroits opportuns pour les captages et les installations d'alimentation artificielle et de délimiter les zones de protection des eaux souterraines en conséquence.

## 2 Mesures de protection des eaux

### 21 Secteurs de protection des eaux particulièrement menacés

#### 211 Secteurs Au et Ao de protection des eaux

- 1 Dans les secteurs Au et Ao de protection des eaux, on ne mettra pas en place des installations qui présentent un danger particulier pour les eaux; pour la construction de grands réservoirs destinés au stockage de liquides pouvant polluer les eaux, l'art. 9, al. 1, de l'ordonnance du 1er juillet 199835 sur la protection des eaux contre les liquides pouvant les polluer (OPEL) est applicable.
- 2 Dans le secteur Au de protection des eaux, on ne mettra pas en place des installations qui sont situées au-dessous du niveau moyen de la nappe souterraine. L'autorité peut accorder des dérogations lorsque la capacité d'écoulement des eaux du sous-sol est réduite de 10 % au plus par rapport à l'état non influencé par les installations en question.
- 3 En cas d'extraction de gravier, de sable et d'autres matériaux dans le secteur Au de protection des eaux, il y a lieu:

- a. de laisser une couche de matériau de protection d'au moins 2 m au-dessus du niveau naturel maximum décennal de la nappe; dans le cas d'une installation d'alimentation artificielle, le niveau effectif de la nappe est déterminant s'il est situé plus haut que le niveau maximal décennal;
- b. de limiter la surface d'extraction de manière à garantir l'alimentation naturelle des eaux du sous-sol;
- c. de reconstituer la couche de couverture après la fin des travaux de manière à ce que son effet protecteur corresponde à celui d'origine.

#### 212 Aires d'alimentation Zu et Zo

Lorsque les eaux sont polluées par l'exploitation des sols dans les aires d'alimentation Zu et Zo, du fait de l'entraînement par le ruissellement et par la lixiviation de substances telles que des produits phytosanitaires visés à l'annexe 4.3 de l'Osubst36 ou des engrais<sup>37</sup>, les cantons définissent les mesures nécessaires pour assurer la protection des eaux. Sont par exemple considérées comme telles les mesures

consistant à:

- a. renoncer à utiliser des produits phytosanitaires visés à l'annexe 4.3 de l'Osubst ainsi que des engrais conformément aux restrictions imposées par les cantons en vertu des annexes 4.3, ch. 3, al. 3 et 4.5, ch. 33, al. 3, de l'Osubst;
- b. limiter les surfaces de grandes cultures et de cultures maraîchères;
- c. limiter le choix des cultures, de la rotation et des techniques culturales;
- d. renoncer à retourner les prairies à l'automne;
- e. renoncer à transformer les herbages permanents en terres assolées;
- f. maintenir une couverture végétale du sol en permanence et en toutes circonstances;
- g. utiliser exclusivement des moyens auxiliaires techniques, des procédés, des équipements et des méthodes d'exploitation particulièrement adaptés.

## 22 Zones de protection des eaux souterraines

### 221 Zone de protection éloignée (zone S3)

1 Ne sont pas autorisées dans la zone S3, sous réserve de l'al. 3:

- a. les exploitations industrielles et artisanales impliquant un risque pour les eaux du sous-sol;
- b. les constructions diminuant le volume d'emmagasinement ou la section d'écoulement de l'aquifère;
- c. l'infiltration d'eaux à évacuer, à l'exception des eaux non polluées s'écoulant des toits (art. 3, al. 3, let. a) à travers une couche recouverte de végétation;
- d. la réduction importante des couches de couverture protectrices;
- e. les canalisations soumises à la loi du 4 octobre 1963<sup>38</sup> sur les installations de transport par conduites, à l'exception des conduites de gaz.

2 L'utilisation de produits phytosanitaires visés à l'art. 4.3 de l'Osubst<sup>39</sup>, de produits pour la conservation du bois ainsi que d'engrais est régie par les annexes 4.3, 4.4 et 4.5 de l'Osubst.

3 Les installations utilisant des liquides pouvant altérer les eaux sont soumises à l'art. 9, al. 3, OPEL<sup>40</sup>.

### 222 Zone de protection rapprochée (zone S2)

1 Les exigences du ch. 221 sont applicables à la zone S2; en outre, ne sont pas autorisés, sous réserve des al. 2 et 3:

- a. la construction d'ouvrages et d'installations; l'autorité peut accorder des dérogations pour des motifs importants si toute menace pour l'utilisation d'eau potable peut être exclue;
- b. les travaux d'excavation altérant les couches de couverture protectrices;
- c. l'infiltration d'eaux à évacuer;
- d. les autres activités susceptibles de réduire la quantité d'eau potable et d'altérer sa qualité.

2 L'utilisation de produits phytosanitaires visés à l'annexe 4.3 de l'Osubst<sup>41</sup>, de produits pour la conservation du bois ainsi que d'engrais est régie par les annexes 4.3, 4.4 et 4.5 de l'Osubst.

3 Les installations qui utilisent des liquides pouvant polluer les eaux sont soumises à l'art. 9, al. 2, OPEL<sup>42</sup>.

### 223 Zone de captage (zone S1)

Dans la zone S1, seuls les travaux de construction et les activités servant à l'approvisionnement en eau potable sont autorisés; une exception est consentie pour l'herbe fauchée laissée sur place.

#### 23 Périmètre de protection des eaux souterraines

1 Les travaux de construction et les autres activités exécutés dans les périmètres de protection des eaux souterraines doivent satisfaire aux exigences fixées au ch. 222,

al. 1 et 3.

2 Si la situation et l'étendue de la future zone de protection éloignée (zone S3) sont connues, les surfaces correspondantes doivent satisfaire aux exigences fixées au ch. 221, al. 1 et 3.

## 10.3 OPAIR

### ANNEXE 2

#### 7 Déchets

##### 71 Installations pour l'incinération des déchets urbains et des déchets spéciaux

###### 711 Champ d'application et définitions

1 Le présent chiffre s'applique aux installations pour l'incinération ou la décomposition thermique des déchets urbains ou des déchets spéciaux. En sont exclues les installations pour l'incinération de bois usagé, de déchets de papier et d'autres déchets similaires (ch. 72), celles pour l'incinération des lessives de sulfite provenant de la fabrication de cellulose (ch. 73), ainsi que les fours à ciment (ch. 11).

2 Sont réputés déchets urbains les déchets provenant des ménages ainsi que d'autres déchets de composition similaire, notamment:

- a. Les déchets de jardin;
  - b. Les déchets du marché;
  - c. Les déchets de la voirie;
  - d. Les déchets de bureaux, les emballages et les déchets de cuisine de l'hôtellerie;
  - e. Les déchets urbains ayant subi un traitement;
  - f. Les dépouilles d'animaux et les résidus carnés;
  - g. Les boues des stations centrales d'épuration des eaux;
  - h. Les déchets gazeux selon l'annexe 5, chiffre 41, 2<sup>e</sup> alinéa;
  - i. Les déchets selon l'annexe 5, chiffre 3, 2<sup>e</sup> alinéa, lettre b.
- 3 Sont réputés déchets spéciaux les déchets mentionnés dans l'ordonnance du 12 novembre 198649 sur les mouvements de déchets spéciaux (ODS).

###### 712 Applicabilité de l'annexe 1

1 Les limitations des émissions au sens de l'annexe 1, chiffre 7, ne sont pas applicables.

2 Dans les cas où la limitation des émissions au sens de l'annexe 1 est applicable, elle l'est indépendamment des débits massiques qui y sont fixés.

###### 713 Grandeur de référence et évaluation des émissions

1 Les valeurs limites d'émission se rapportent à la teneur en oxygène des effluents gazeux comme il suit:

- a. Installations pour l'incinération de déchets liquides: 3 pour cent (% vol)
- b. Installations pour l'incinération de déchets gazeux seuls ou avec des déchets liquides: 3 pour cent (% vol)
- c. Installations pour l'incinération de déchets solides seuls ou avec des déchets liquides ou gazeux: 11 pour cent (% vol)

2 Pour évaluer les émissions, on calculera la moyenne des valeurs enregistrées pendant une phase de fonctionnement de plusieurs heures.

###### 714 Valeurs limites d'émission

1 Les émissions ne dépasseront pas les valeurs suivantes:

- a. Poussières: 10 mg/m<sup>3</sup>
- b. Plomb et zinc, ainsi que leurs composés exprimés en métaux, au total: 1 mg/m<sup>3</sup>
- c. Mercure et cadmium, ainsi que leurs composés, exprimés en métaux, par substance: 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- d. Oxydes de soufre, exprimés en anhydride sulfureux: 50 mg/m<sup>3</sup>
- e. Oxydes d'azote (monoxyde et dioxyde), exprimés en dioxyde d'azote, pour un débit massique égal ou supérieur à 2,5 kg/h: 80 mg/m<sup>3</sup>
- f. Composés chlorés inorganiques sous forme de gaz, exprimés en acide chlorhydrique: 20 mg/m<sup>3</sup>
- g. Composés fluorés inorganiques sous forme de gaz, exprimés en acide fluorhydrique: 2 mg/m<sup>3</sup>
- h. Ammoniac et composés de l'ammonium, exprimés en ammoniac: 5 mg/m<sup>3</sup>
- i. Matières organiques sous forme de gaz, exprimées en carbone total: 20 mg/m<sup>3</sup>
- k Monoxyde de carbone: 50 mg/m<sup>3</sup>

2 Pour les installations présentant une teneur en oxydes d'azote (monoxyde et dioxyde), exprimés en dioxyde d'azote, de 1000 mg/m<sup>3</sup> ou plus dans le gaz brut, l'autorité peut, en dérogation du premier alinéa, lettre h, fixer une valeur limite d'émission moins sévère pour l'ammoniac et les composés de l'ammonium.

715 ...

#### 716 Surveillance

1 On mesurera et on enregistrera en permanence:

- a. La température des effluents gazeux dans la zone de combustion et dans la cheminée;
- b. La teneur des effluents gazeux en oxygène, à la sortie de la zone de combustion;
- c. La teneur des effluents gazeux en monoxyde de carbone.

2 On surveillera en permanence le fonctionnement de l'installation d'épuration des gaz en mesurant un paramètre d'exploitation significatif, tel que la température des effluents gazeux, la baisse de pression ou le débit d'eau du laveur de fumée.

#### 717 Entreposage

On entreposera dans des locaux fermés ou des conteneurs, les déchets dégageant de mauvaises odeurs ou qui émettent des vapeurs dangereuses. L'air évacué sera aspiré puis épuré.

#### 718 Interdiction d'incinérer des déchets dans de petites installations

- 1 Il est interdit d'incinérer des déchets urbains et des déchets spéciaux dans des installations d'une puissance calorifique inférieure à 350 kW.
- 2 L'interdiction n'est pas applicable aux déchets spéciaux provenant des hôpitaux qui, de par leur composition, ne peuvent pas être éliminés en tant que déchets urbains.

#### 719 Incinération de déchets particulièrement dangereux pour l'environnement

- 1 Avant de procéder à l'incinération de déchets dont les émissions peuvent être particulièrement dangereuses pour l'environnement, le détenteur d'une installation fera des essais avec de petites quantités afin d'en connaître les émissions probables. Il communiquera le résultat à l'autorité compétente.
- 2 Sont considérées comme particulièrement dangereuses pour l'environnement, les émissions qui sont à la fois hautement toxiques et difficilement dégradables, tels les hydrocarbures aromatiques polyhalogénés.