

**ETUDE  
LEMANO**



*La Versoix et son bassin versant*

Annexe 1 :  
indicateurs LEMANO  
de durabilité de la gestion  
des ressources en eau



**Classification des indicateurs LEMANO**  
selon la notion de « capital de développement »

n°	Capital	Stock	Indicateur
1	Capital environnemental	Flux hydrologiques	Surfaces imperméabilisées
2			Anthropisation des débits
3		Eaux souterraines	Exploitation des aquifères
4			Concentration en nitrate
5		Eaux de surface	Qualité physico-chimique de l'eau
6			Peuplement de macro-invertébrés benthiques
7			Espèces piscicoles types
8			Anthropisation du réseau hydrographique
9	Capital économique	Réseau de distribu- tion d'eau potable	Interruption de l'approvisionnement en eau potable
10			Pertes réseau
11		Filière d'assainisse- ment des eaux usées	Raccordement aux installations de dépollution
12			Efficienc e hydraulique des STEP – déversements
13			Qualité chimique des effluents de STEP
14		Infrastructures hydroélectriques	Facteur d'utilisation de la puissance installée - barrages d'accumulation
15	Capital social	Santé	Qualité microbiologique de l'eau potable
16		Transparence	Accès aux comptes de l'eau
17			Information des consommateurs relative à l'eau potable
18		Maîtrise de la de- mande	Sensibilisation de la population au respect de l'eau
19			Politique de prix de l'eau potable
20		Organisation	Collaboration des communes
21			Achèvement des études légalement requises



### Code de lecture LEMANO des grilles d'évaluation

Appréciation LEMANO		État environnemental	Capacité de charge du système	Normes légales	Risque	Gestion	Infrastructures
verbale	%						
très bon	100	naturel	intacte	< 0.5 de la norme	aucun	adéquate	remplissent leurs fonctions et ont une marge de capacité
bon	75	légèrement anthropisé	marge de capacité de charge existante	0.5- 1 de la norme	acceptable pour tous	présente des défauts mineurs	remplissent leurs fonctions et ont une faible marge de capacité
moyen	50	anthropisé	totalement utilisée	1 – 1.5 de la norme	acceptable pour la plupart	présente des défauts acceptables	remplissent leurs fonctions avec difficulté et n'ont aucune marge de capacité
mauvais	25	très anthropisé	dépassée, situation réversible	1.5 – 2 de la norme	difficilement acceptable	présente des défauts importants	remplissent partiellement leurs fonctions et sont sous-dimensionnées
très mauvais	0	totalement anthropisé	largement dépassée, situation irréversible	> 2 de la norme	inacceptable	présente des défauts majeurs	ne remplissent pas leurs fonctions et leurs capacités sont nettement dépassées



## Indicateur no 1 - Surfaces imperméabilisées

Capital : Environnemental

Stock : Flux hydrologiques

### DESCRIPTION

La surface imperméabilisée est une mesure globale du taux d'urbanisation ou du développement socio-économique d'une région et témoigne d'une pression anthropique sur l'environnement.

Dans le contexte de l'évaluation LEMANO, un sol est considéré comme imperméabilisé lorsqu'il est recouvert par des bâtiments, des toits, des routes et des parkings ou toute autre surface recouverte par du béton ou du goudron.

L'imperméabilisation des sols modifie globalement et durablement le cycle de l'eau. Elle provoque une augmentation du ruissellement des eaux de pluie, une diminution de leur infiltration et percolation dans les sols ainsi qu'une diminution de l'évapotranspiration. Elle altère les flux hydrologiques naturels : diminution du temps de concentration<sup>1</sup> (augmentation de la vitesse de transit), augmentation de la fréquence des crues (risques d'inondations) et de la durée des étiages (pertes de rétention d'eau du sol, diminution de l'alimentation en eau des rivières) ; elle modifie les caractéristiques morphologiques, physico-chimiques et biologiques des rivières. L'eau de ruissellement urbain parvient directement dans les cours d'eau, lacs ou étangs, et en altère la qualité de l'eau.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

<i>Environnemental</i>	Intégrité des écosystèmes (écomorphologie, diversité de la flore et de la faune), qualité des eaux
<i>Social</i>	Alimentation en eau potable, santé, loisirs (pêche, canoë, baignade, randonnée), patrimoine (valeur d'existence, paysage), sécurité (maîtrise des risques d'inondation), emplois
<i>Économique</i>	Eau industrielle (production hydroélectrique), tourisme et agriculture

#### Dimension

<i>Spatiale</i>	Dynamique hydrologique (disponibilité en eau dans le bassin versant), qualité et quantité des eaux de surface, des eaux souterraines et du réseau hydrographique en aval des surfaces imperméabilisées
<i>Temporelle</i>	Disponibilité des biens et services procurés par un système hydrographique naturel pour les générations futures

### MODE D'ÉVALUATION

1. Calcul de l'indice :

$$I_{SI} = \frac{S_i}{S_{tot}} * 100 [\%]$$

où

$I_{SI}$	= indice de surfaces imperméabilisées [%]
$S_i$	= surfaces imperméabilisées [km <sup>2</sup> ]
$S_{tot}$	= surface totale du bassin versant [km <sup>2</sup> ]

<sup>1</sup> « Le temps de concentration  $T_c$  des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier. » source : <http://echo.epfl.ch/e-dro-logie/>, consulté en août 2009

2. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_{SI}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
< 3	très bon	100
3 – 10	bon	75
10 – 25	moyen	50
25 – 60	mauvais	25
> 60	très mauvais	0

d'après Bauer M.E. *et al* , 2005, modifié

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

Ne sont pris en compte ni la topographie, ni la distribution spatiale des zones imperméabilisées au sein du bassin versant, ni les sols agricoles plus ou moins compactés qui favorisent les phénomènes de ruissellement et limitent l'infiltration des eaux de pluie dans le sol.

#### RÉFÉRENCES

- Bauer M.E., Loeffelholz B. and Wilson B. (2005). Estimation, mapping and change analysis of impervious surface area by LANDSAT remote sensing.
- Booth D.B. and Jackson C.R. (1997). Urbanization of aquatic system – Degradation thresholds, stormwater detention, and the limits of mitigation.
- Center for Watershed Protection (2002).
- IWI (1990), [www.epa.gov/iwi/](http://www.epa.gov/iwi/)



## Indicateur no 2 - Anthropisation des débits

Capital : Environnemental

Stock : Flux hydrologiques

### DESCRIPTION

Cet indicateur décrit la proportion du réseau hydrographique soumise à des perturbations de débit.

La perturbation principale des débits des rivières dans le bassin lémanique provient de la production d'hydroélectricité et ceci plus particulièrement dans la partie alpine du bassin. La production d'énergie perturbe l'écoulement naturel des rivières d'amont en aval via les prélèvements d'eau des rivières, les barrages et la restitution de l'eau turbinée. D'autres prélèvements, tels que définis par la LEaux, peuvent également affecter le fonctionnement naturel des débits (production d'eau potable et irrigation).

Le réseau hydrographique anthropisé, notamment pour la production d'énergie, peut être subdivisé en trois catégories distinctes (Weingartner et Aschwanden, 1994) :

- le cours supérieur, situé en amont des barrages et des prélèvements d'eau, au débit naturel ;
- le cours moyen ou tronçon à l'aval des prélèvements et barrages caractérisés par des débits très inférieurs au débit naturel (soumis aux débits résiduels (LEaux)) dus aux dérivations d'eau (par exemple conduites forcées) nécessaires à la production d'énergie ;
- le cours inférieur ou tronçon à l'aval des restitutions des centrales hydroélectriques dont le débit fortement perturbé par la production d'électricité (par exemple le marnage) est caractérisé par des variations rapides et fortes (quotidiennes et horaires).

Les perturbations induites par la production d'hydroélectricité et les autres prélèvements d'eau ont des conséquences non négligeables sur l'écosystème aquatique. L'ampleur de la perturbation du débit est estimée, en première approximation, par le pourcentage du débit naturel annuel moyen restant.

Le pourcentage du linéaire du réseau hydrographique d'un bassin versant subissant des altérations de débit est calculé à l'échelle 1:25'000. L'indice révèle l'anthropisation du réseau en regard d'une situation naturelle et non les impacts environnementaux sur celle-ci.

Les éclusées (variations horaires et journalières) ne sont pas prises en compte. Cet indicateur est calculé à partir des débits moyens annuels.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes (écomorphologie, diversité de la flore et de la faune), intégrité des nappes d'accompagnement des rivières (quantité et qualité)

*Social* Loisirs (pêche, canoë, baignade, randonnée), patrimoine (valeur d'existence, paysage), sécurité (maîtrise des risques d'inondation), eau potable, santé

*Économique* Eau industrielle, production hydroélectrique, tourisme et agriculture

#### Dimension

*Spatiale* Quantité et qualité des eaux de surfaces, des eaux souterraines et du réseau hydrographique en aval des prélèvements (retenue, dérivation, pompage, etc.)

*Temporelle* Disponibilité des biens et services procurés par un système hydrographique naturel pour les générations futures

**MODE D'ÉVALUATION**

1. En aval des prélèvements d'eau et des barrages, le débit naturel est réduit. En revanche, en aval des points de restitution d'eau le débit annuel moyen peut être supérieur au débit naturel (apport d'eau en provenance d'un autre bassin versant).

L'indicateur mesure un écart par rapport au débit naturel : plus sa valeur est élevée, plus la perturbation qui en découle est importante.

$$I_q = \frac{|(Q_{nat} - Q_{act})|}{Q_{nat}} * 100 \quad [\%]$$

où

$I_q$  = indicateur de perturbation du débit naturel [%]

$Q_{nat}$  = débit annuel moyen naturel [m<sup>3</sup>/an]

$Q_{act}$  = débit perturbé par des prélèvements et/ou restitutions [m<sup>3</sup>/an]

$I_q$ [%]	Perturbation
$I_q < 20$	faible
$20 \leq I_q < 40$	modérée
$40 \leq I_q < 60$	moyenne
$60 \leq I_q < 80$	forte
$I_q \geq 80$	très forte

d'après Weingartner et Aschwanden, 1994, modifié

2. Pour estimer la perturbation globale des débits du réseau hydrographique d'un bassin versant, il est nécessaire de mesurer la longueur des tronçons des cours d'eau :
  - en amont des prélèvements d'eau et des barrages (débit moyen annuel non perturbé),
  - en aval des barrages et des prélèvements d'eau jusqu'au point de restitution de l'eau prélevée quand celle-ci est restituée dans le même cours d'eau ou jusqu'à l'exutoire du bassin versant (débit perturbé) ;
  - à l'aval des restitutions d'eau prélevée (débit plus ou moins perturbé).

Cette classification se fait pour chaque rivière du bassin versant et la perturbation du débit de chaque tronçon est évaluée.

3. L'indice global de perturbation du débit du bassin versant est obtenu par la moyenne pondérée suivante :

$$\bar{I}_q = \frac{\sum_{i=1}^n I_{qi} * L_i}{L_{tot}} \quad [\%]$$

où

$\bar{I}_q$  = indice global de perturbation [%]

$I_{qi}$  = indice de perturbation du tronçon i [%]

$L_i$  = longueur du tronçon i [m]

$L_{tot}$  = longueur totale du réseau hydrographique (au 1:25'000) du bassin versant [m]

4. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$\bar{l}_q$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
$l_q < 20$	très bon	100
$20 \leq l_q < 40$	bon	75
$40 \leq l_q < 60$	moyen	50
$60 \leq l_q < 80$	mauvais	25
$l_q \geq 80$	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

Le module "hydrologie" du système modulaire gradué (SMG) est en cours de préparation à l'OFEV. La méthode n'est pas encore publiée et seule une description succincte est disponible (Pfaundler, 2005) ; un logiciel de calcul gratuit est également disponible. L'évaluation proposée par l'OFEV (analysant plus de paramètres) est, comme l'indice proposé par LEMANO, une mesure de l'écart des régimes hydrologiques entre la situation actuelle et une situation naturelle.

Selon Weingartner et Aschwanden (1994), l'ampleur de la perturbation du débit résulte de la variation entre les débits moyens annuels actuel et naturel.

#### RÉFÉRENCES

- Pfaundler M. (2005). Module Hydrology – a hydro-ecological assessment method. Federal Office for Water and Geology, Bern, Switzerland ([www.module-stufen-konzept.ch/download/hymod\\_short\\_description.pdf](http://www.module-stufen-konzept.ch/download/hymod_short_description.pdf) consulté le 12 mars 2007)
- Weingartner R. et Aschwanden H. (1994). Quantification des débits des cours d'eau des Alpes suisses et des influences anthropiques qui les affectent. Revue de géographie alpine, n° 2.
- LEaux, Loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991 (RS 814.20).



## Indicateur no 3 - Exploitation des aquifères

Capital : Environnemental

Stock : Eaux souterraines

### DESCRIPTION

Cet indicateur exprime l'impact des prélèvements d'eau dans les aquifères.

Afin d'assurer l'alimentation en eau potable des habitants du bassin versant du Léman, les ressources suivantes sont utilisées : les aquifères, les sources (captages) et les eaux superficielles (le Léman pour les zones proches du lac). Les aquifères et les sources (exutoires de nappes) sont dans la mesure du possible privilégiés, car la qualité de l'eau provenant de ces ressources nécessite généralement peu de traitements avant distribution.

Tout prélèvement d'eau de surface ou souterraine entraîne des modifications du système hydrologique et l'atteinte d'un nouvel équilibre peut prendre des années, voire des décennies. En outre, il est extrêmement difficile de calculer la quantité d'eau exploitable durablement étant donné la complexité du fonctionnement des systèmes hydrologiques. En conséquence, plusieurs auteurs (Alley *et al.* 1999, Devlin et Sophocleous 2005, Foster *et al.* 2006, IGRAC 2006) recommandent d'utiliser des critères indirects pour déterminer si l'exploitation d'une nappe ou d'une source est durable.

Les critères suivants permettent de déterminer s'il y a surexploitation ou gestion non durable de la ressource :

- diminution continue de la hauteur de la nappe (le système n'atteignant pas un nouvel équilibre) ou du débit des sources, non liée à une période de diminution de la pluviométrie et provenant par exemple de pompages excessifs et/ou de l'imperméabilisation des sols en amont ;
- diminution de la qualité de l'eau de la nappe liée à un pompage excessif pouvant changer la circulation de l'eau souterraine (apport d'eau contaminée) ;
- diminution notable du débit des rivières, voire assèchement, la nappe ne pouvant plus alimenter la rivière ou trop de sources étant captées ;
- l'altération des écosystèmes en aval, notamment l'assèchement des zones de marais ;
- effondrement du sol dû à un tassement du réservoir suite à la surexploitation de l'eau souterraine (situation extrême).

Il y a surexploitation des aquifères lorsque les prélèvements provoquent des modifications importantes des flux hydrogéologiques aboutissant à des impacts environnementaux notables. L'exploitation durable des nappes et des sources correspond à un compromis permettant de préserver la qualité de l'eau, l'intégrité des écosystèmes et de satisfaire les besoins socio-économiques. Elle doit également avoir pour objectif d'établir un nouvel équilibre hydrologique.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

<i>Environnemental</i>	"Services" de l'écosystème (milieu, habitat, biodiversité et impacts irréversibles sur l'écosystème), capacité de stockage des nappes souterraines
<i>Social</i>	Prix de l'eau potable, disponibilité de la ressource (risque de conflits)
<i>Économique</i>	Coût de production d'eau potable, irrigation des cultures, alimentation de la population et des industries, intégrité structurale des sols (risque de détérioration des infrastructures)

**Dimension**

<i>Spatiale</i>	Intégrité amont/aval des écosystèmes, de l'hydrologie et des réseaux hydrographiques souterrains
<i>Temporelle</i>	Disponibilité des biens et services procurés par un système hydrographique naturel pour les générations futures

**MODE D'ÉVALUATION**

1. L'indice d'exploitation est évalué pour chaque nappe et chaque source à l'aide de la grille ci-dessous. La somme des points obtenus donne l'indice d'exploitation/surexploitation :

Critères	Réponses	Points
Baisse continue du niveau de la nappe indiquant qu'elle n'atteint pas un nouvel équilibre	oui	1
	non	0
Baisse de la qualité de l'eau liée aux prélèvements	oui	1
	non	0
Baisse de débit ou assèchements de rivières proches	oui	1
	non	0
Altération des écosystèmes directement en aval du prélèvement	oui	1
	non	0
Effondrement du sol (en cas de pompage)	oui	1
	non	0
Indice d'exploitation		Total des points

2. Attribution d'un score final au bassin versant :

Si une seule ressource alimente en eau potable les habitants du bassin versant, le score est celui obtenu au point 1. Si plusieurs ressources alimentent en eau potable les habitants du bassin versant, le score ASL (obtenu au point 1) est pondéré par la quantité d'eau prélevée à chaque nappe ou chaque source :

$$I_{exp} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

où

- $I_{exp}$  = indice d'exploitation durable des ressources en eau du bassin versant
- $I_i$  = indice LEMANO pour une ressource i
- $Q_i$  = débit annuel du prélèvement par ressource i

3. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$\bar{i}_{exp}$ [points]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
0	très bon	100
1	bon	75
2	moyen	50
3	mauvais	25
> 3	très mauvais	0

Les appréciations de la grille d'évaluation sont proposées selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

--

#### RÉFÉRENCES

- Alley W.M., Reilly T.E. et Lehn O. 1999. – Sustainability of ground-water resources – U S Geological Survey – Circular 1186 – Denver, Colorado
- Devlin J.F. et Sophocleous M. - 2005 – The persistence of the water budget myth and its relationship to sustainability – Hydrogeology Journal, v.13, n°4, 549-554.
- Foster S., Tuinhof A., Kemper K., Garduno H. et Nanni M. – 2006 – Sustainable groundwater management – Concepts and tools – Characterization of groundwater systems, key concepts and frequent misconceptions. The World Bank – Briefing notes series – Note 2.
- International Groundwater Resources Assessment Center (IGRAC) – 2006 – Guideline on groundwater monitoring for general reference purposes.





## Indicateur no 4 - Concentration en nitrate

Capital : Environnemental  
Stock : Eaux souterraines

### DESCRIPTION

Cet indicateur permet de suivre l'évolution de la qualité des eaux souterraines utilisées pour l'alimentation en eau potable.

Les concentrations naturelles en nitrate (NO<sub>3</sub>) dans les eaux souterraines (aquifères) sont normalement faibles et ne dépassent généralement pas les 6 à 10 mg/l. Toutes les valeurs dépassant 10 mg/l indiquent une pollution. Les concentrations élevées de NO<sub>3</sub> sont d'origine anthropique, essentiellement agricole (engrais), et sont indicatrices de la présence potentielle de pesticides et/ou de bactéries fécales.

Selon l'OMS et la Communauté Européenne, l'eau contenant des concentrations supérieures à 50 mg NO<sub>3</sub>/l est impropre à la consommation (40 mg NO<sub>3</sub>/l pour la Suisse).

Les pays européens et la Suisse, se sont fixés pour objectif de réduire les concentrations de NO<sub>3</sub> dans les eaux souterraines à 25 mg NO<sub>3</sub>/l d'ici 2015.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

<i>Environnemental</i>	Intégrité des écosystèmes (qualité physico-chimique de la ressource en eau)
<i>Social</i>	Santé (qualité physico-chimique et sanitaire de l'eau potable)
<i>Économique</i>	Investissements dans les infrastructures de production d'eau potable (coût de l'eau potable), pratiques agricoles responsables

#### Dimension

<i>Spatiale</i>	Qualité des eaux de surface et souterraines (pollution nutritionnelle et potentiellement toxique) situées en aval des sources de pollution
<i>Temporelle</i>	Disponibilité des biens et services procurés par des aquifères de qualité

### MODE D'ÉVALUATION

1. La moyenne pondérée des concentrations en nitrate dans les eaux souterraines est utilisée pour calculer la valeur de l'indicateur. La pondération se rapporte aux débits captés/pompés dans les aquifères considérés comme représentatifs de la taille des aquifères.

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i * C_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad \text{mg NO}_3/\text{l}$$

où

$\bar{C}$	= concentration moyenne de NO <sub>3</sub> [mg NO <sub>3</sub> /l]
$Q_i$	= débit du captage ou de la station de pompage de la ressource i [l/min]
$C_i$	= concentration de NO <sub>3</sub> de la ressource i [mg NO <sub>3</sub> /l]

NB : dans l'idéal, le paramètre de pondération Q devrait correspondre au volume d'eau contenu dans les aquifères, mais cette donnée n'est que très rarement disponible.

2. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$\bar{c}$ NO <sub>3</sub> [mg/l]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
< 5	très bon	100
5 – 10	bon	75
10 – 25	moyen	50
25 – 50	mauvais	25
> 50 mg	très mauvais	0

Valeurs seuils reprises de OFEFP/OFEG (2004), excepté pour la dernière valeur qui, selon cette source, est de 40 mg NO<sub>3</sub>/l.

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

Les effets des nitrates sur la santé ont récemment été remis en question (Barroin, 2006 ; Grumber, 2006 ; L'hirondel et L'hirondel, 2002) ; cependant, la concentration en nitrate dans les eaux souterraines reste un indicateur de risque de pollution agricole (engrais, pesticides et germes fécaux). Les nitrates ont peu d'impact sur l'eutrophisation en milieu d'eau douce.

#### RÉFÉRENCES

- Barroin (2006) : Le nitrate : condamné...sans preuve ! Lémaniques n°61, revue de l'Association pour la Sauvegarde du Léman, Genève, 4 p.
- Grumberg P (2006) : Les nitrates sont-ils nocifs pour notre organisme? Question de Joël Le Roc'h, maire de Locquirec (29). Science et vie, n° 1062
- L'hirondel J et l'hirondel JL (2002) : Nitrate and man. Toxic, harmless or beneficial? CABI Publishing.
- OFEFP/OFEG (2004) : NAQUA – Qualité des eaux souterraines en Suisse 2002/2003, Réseau national d'observation de la qualité des eaux souterraines, Berne, 204 p.

## Indicateur no 5 - Qualité physico-chimique de l'eau de la rivière

Capital : Environnemental

Stock : Eaux de surface

### DESCRIPTION

L'indice décrit la qualité physico-chimique de l'eau et l'état de pollution de la rivière.

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau conditionnent l'intégrité structurale et fonctionnelle de l'écosystème et déterminent son état écologique.

Les paramètres les plus pertinents sont la température, le pH, les ortho-phosphates (PO<sub>4</sub>), le phosphore total (P<sub>tot</sub>), les nitrates (NO<sub>3</sub>), les nitrites (NO<sub>2</sub>), l'ammonium (NH<sub>4</sub>), le carbone organique dissout (COD), les chlorures et la demande biologique en oxygène (DBO5). Chaque paramètre peut être indicateur d'un ou plusieurs types de pollution anthropique.

Le calcul de cet indicateur exige trois agrégations successives, au niveau des paramètres analysés, des stations de mesures et du bassin de rivière dans son ensemble.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes (diversité de la flore et de la faune), équilibre métabolique (anabolisme - catabolisme)

*Social* Approvisionnement en eau potable, valeur paysagère, loisirs (pêche)

*Économique* Investissements dans les filières de potabilisation de l'eau et d'assainissement des eaux usées, revitalisation, tourisme

#### Dimension

*Spatiale* Qualité de l'eau des cours d'eau d'amont en aval

*Temporelle* Intégrité des biens et services procurés par un système hydrographique assurant le plein usage pour les générations futures

### MODE D'ÉVALUATION

Trois agrégations successives sont requises pour le calcul de l'indice :

#### 1. Paramètres

Chaque paramètre est évalué séparément. Pour attribuer une classe à un paramètre, il faut au minimum cinq mesures annuelles. L'objectif de qualité pour une classe donnée est atteint si au moins 80% des mesures respectent les valeurs de la grille d'évaluation et si les dépassements restent inférieurs au double de ces valeurs seuils (OFEFP, 2004). Les paramètres minimums sont : P<sub>tot</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, COD ou DBO5. Les seuils et classes de qualité des paramètres chimiques sont les suivants :

Classe de qualité	PO <sub>4</sub> [mg P/l]	P <sub>tot</sub> [mg P/l]	NO <sub>2</sub> [mg N/l]	NO <sub>3</sub> [mg N/l]	NH <sub>4</sub> [mg N/l] ( > 10° C ou pH > 9 )	NH <sub>4</sub> [mg N/l] ( < 10° C )	COD [mg C/l]	DBO5* [mg O <sub>2</sub> /l]
très bon	< 0.02	< 0.04	< 0.02	< 1.5	< 0.04	< 0.08	< 2.0	< 1
bon	0.02-0.04	0.04-0.07	0.02-0.05	1.5-5.6	0.04-0.2	0.08-0.4	2.0-4.0	1-2
moyen	0.04-0.06	0.07-0.10	0.05-0.075	5.6-8.4	0.2-0.3	0.4-0.6	4.0-6.0	2-3
mauvais	0.06-0.08	0.10-0.14	0.075-0.10	8.4-11.2	0.3-0.4	0.6-0.8	6.0-8.0	3-4
très mauvais	≥ 0.08	≥ 0.14	≥ 0.10	≥ 11.2	≥ 0.4	≥ 0.8	≥ 8.0	≥ 4

OFEFP (2004)

\* selon la OEaux (Art. 12, al. 5), les objectifs en DBO5 diffèrent selon l'état de l'eau du cours d'eau, « pollué » ou « peu pollué ». La méthode LEMANO utilise les seuils pour un cours d'eau « peu pollué »

## 2. Station de mesures

Le paramètre présentant le plus mauvais résultat détermine la classe de la station étudiée (Hébert 1996 et WFD CIS 2005).

Classe de qualité de la station	Appréciation LEMANO
	score [%]
très bon	100
bon	75
moyen	50
mauvais	25
très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

## 3. Bassin versant

L'agrégation des valeurs de qualité physico-chimique de l'eau du réseau hydrographique est considérée ici afin d'attribuer un score au bassin versant.

L'évaluation de la qualité physico-chimique dépend du nombre de stations de mesures :

- s'il n'y a qu'une seule station de mesures (à l'exutoire), le score attribué au bassin versant correspond à celui de cette station ;
- si plusieurs stations de mesures sont localisées sur le cours principal de la rivière, le score attribué au bassin versant correspond à la moyenne des scores de qualité physico-chimique obtenus pour chaque station ;
- si des stations de mesures sont situées sur le cours principal et sur certains de ses affluents, les scores de qualité physico-chimique sont pondérés en fonction de l'importance du cours d'eau. L'ordre du cours d'eau est déterminé à l'aide de la méthode de Strahler (1952) qui permet d'attribuer plus de poids aux stations de mesures proches de l'exutoire, car elles intègrent mieux l'ensemble des processus susceptibles d'influencer les scores de qualité physico-chimique (plus grande surface du bassin versant).

$$\bar{S}_{QPC} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{QPC_i} * P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad [\%]$$

où

- $\bar{S}_{QPC}$  = score de la qualité physico-chimique du bassin versant [%]
- $S_{QPC_i}$  = score de la qualité physico-chimique pour la station i [%]
- $P_i$  = poids du cours d'eau à la station i

L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

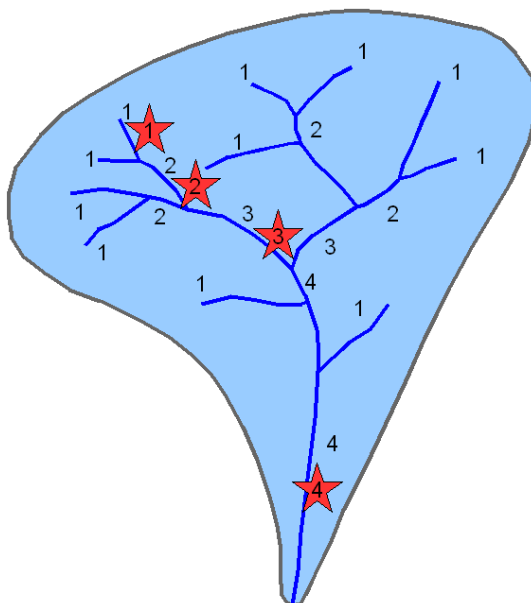
$\bar{S}_{QPC}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
95 - 100	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
0 - 25	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

### MÉTHODE DE STRAHLER (1952)

L'ordre du cours d'eau reflète le degré de ramification ou de confluence du cours d'eau et il est établi d'amont en aval de la façon suivante :

- tout cours d'eau dépourvu de tributaires est d'ordre 1 ;
- le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau du même ordre est augmenté de 1 ;
- le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau d'ordre différent prend l'ordre du plus élevé.



Le poids de chaque station est obtenu en calculant le rapport "ordre du tronçon au point d'échantillonnage" / "ordre à l'émissaire". Par exemple, le poids de la station 2 (étoile rouge n° 2) du schéma ci-dessus, sera égal à 2/4 et le poids de la station 4 (étoile n° 4) de 4/4. Les stations situées à l'aval sont considérées comme plus importantes car elles sont généralement associées à des cours d'eau de plus grand débit et drainent une plus grande surface du bassin versant.

Le poids de chaque station peut donc être exprimé avec la formule suivante :

$$P_i = \frac{O_i}{O_e}$$

où :

- Pi = poids de la station i
- Oi = ordre du tronçon de la rivière où la station i est située
- Oe = ordre du tronçon à l'émissaire

#### REMARQUES

Le module « chimie » de l'OFEFP (2004) est adopté ici (version en cours de révision).

#### RÉFÉRENCES

- Hébert S.(1996). Développement d'un indice général de la qualité de l'eau pour les rivières du Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec
- OFEFP (2004). Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Module Chimie – Analyses physico-chimiques - Niveaux R & C (région & cours d'eau) – Projet – Informations concernant la protection des eaux, Berne, 48 p.
- Strahler A.N. (1952). Dynamic basis of geomorphology. Geological Society of America Bulletin, 63, 923-938.
- WFD CIS (2005). Guidance Document N°. 13 - Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential

## Indicateur no 6 - Peuplement de macro-invertébrés benthiques

Capital : Environnemental

Stock : Eaux de surface

### DESCRIPTION

L'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) permet de décrire globalement l'état biologique et écologique des cours d'eau.

En Suisse comme en France, la qualité biologique d'une rivière est évaluée à l'aide de l'IBGN (IBGN, AFNOR 2004). Cet indice repose sur l'étude des macro-invertébrés benthiques.

Dans leur structure, les populations d'invertébrés benthiques intègrent à la fois les perturbations d'ordre chimique subies par le milieu (pollution organique et toxique) et la qualité physique des habitats (diversité des substrats, variété des écoulements, état des berges, etc.).

Ces organismes servent de nourriture à bon nombre d'espèces de poissons et constituent un des premiers maillons de la chaîne alimentaire.

L'IBGN est exprimé en valeurs allant de 0 à 20, 20 étant la valeur qui décrit la meilleure qualité de l'eau et du milieu. Dans les eaux naturelles, la diversité des macro-invertébrés benthiques est en général élevée et les espèces présentes sont relativement sensibles aux pollutions précitées. Le principe de l'évaluation est basé sur la présence ou l'absence des taxons plutôt polluo-sensibles et sur l'abondance en espèces de macro-invertébrés benthiques

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes (débit, qualité physico-chimique, écomorphologie, diversité de la flore et de la faune)

*Social* Loisirs (pêche), patrimoine (valeur esthétique), santé

*Économique* Adéquation de la filière d'assainissement des eaux usées et revitalisation

#### Dimension

*Spatiale* Distribution spatiale des habitats et des biotopes et continuum écologique (corridor biologique)

*Temporelle* Disponibilité des biens et services procurés par un système hydrographique naturel pour les générations futures

### MODE D'ÉVALUATION

1. L'appréciation de la qualité biologique de la rivière se fait en divers points d'échantillonnage répartis le long du cours d'eau (point d'échantillonnage) en utilisant l'IBGN (AFNOR 2004). La grille ci-dessous permet d'évaluer l'état biologique de la rivière sur chacun de ces sites :

IBGN*	État biologique
17 - 20	très bon
13 - 16	bon
9 - 12	moyen
5 - 8	mauvais
≤ 4	très mauvais

\* AFNOR (2004)

2. Le choix des sites d'échantillonnage est primordial pour l'appréciation finale de la qualité biologique du réseau hydrographique du bassin versant considéré. L'OFEFP (2005) préconise trois types de sites :
- « sites liés à des atteintes spécifiques à la qualité des eaux » (en amont et en aval des atteintes),
  - « sites représentatifs de bassins versants ou de structures topographiques »,
  - « sites de référence peu touchés par les nuisances anthropogéniques ».
3. Les stations choisies selon les principes de l'OFEFP (2005) permettent d'évaluer la qualité biologique d'un réseau hydrographique à l'échelle régionale. En admettant que le choix des sites est représentatif, la moyenne des IBGN disponibles est utilisée pour caractériser l'état biologique du réseau hydrographique. Les valeurs minimales doivent toutefois être documentées.

$$IBGN = \frac{\sum_{i=1}^n IBGN_i}{n}$$

où

$\overline{IBGN}$  = moyenne des IBGN  
 $IBGN_i$  = valeur de l'IBGN à la station i  
 $n$  = nombres de stations

4. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

IBGN*	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
17 - 20	très bon	100
13 - 16	bon	75
9 - 12	moyen	50
5 - 8	mauvais	25
< 4	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

L'agrégation à l'échelle du bassin versant répond à des besoins pratiques d'évaluation et n'intègre pas la totalité de l'information fournie par chaque station de mesure. Les détails concernant ces stations sont fournis dans la partie descriptive du rapport d'évaluation concernant le bassin versant étudié.

#### RÉFÉRENCES

- AFNOR (2004) - Norme AFNOR NT 90-350 (Association française de normalisation)
- OFEFP (2005) - Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Macrozoobenthos - Niveau R (région) – Projet, Informations concernant la protection des eaux, Berne, 50 p.



## Indicateur no 7 – Présence d'espèces piscicoles types

Capital : Environnemental

Stock : Eaux de surface

### DESCRIPTION

Cet indicateur évalue l'état du peuplement piscicole et indirectement l'état qualitatif des écosystèmes d'eaux courantes.

Les poissons constituent un bon indicateur qui intègre plusieurs paramètres caractérisant différents éléments constitutifs des écosystèmes (OFEFP 2004).

Les réseaux hydrographiques peuvent être fractionnés en zones piscicoles caractérisées par la présence d'espèces types et d'espèces accompagnatrices (Huet 1949). En première approximation, la présence de la gamme complète de ces espèces indique que l'écosystème remplit sa fonction piscicole. Ces espèces ont une durée de vie de plusieurs années et certaines d'entre elles ont des comportements migratoires. Par conséquent, les données ichtyologiques fournissent des informations à la fois temporelles et spatiales concernant la qualité des milieux.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes (débits, qualité physico-chimique, écomorphologie, diversité faune et flore)

*Social* Loisirs (pêche), patrimoine (valeur d'existence)

*Économique* Filière d'assainissement des eaux usées, production hydroélectrique et revitalisation

#### Dimension

*Spatiale* Conservation de la distribution spatiale des habitats et des biotopes et continuum (corridor biologique)

*Temporelle* Disponibilité des biens et services procurés par un système hydrographique naturel pour les générations futures

### MODE D'ÉVALUATION

#### 1. Évaluation des résultats des pêches électriques

A chaque zone piscicole (Huet, 1949) correspond une population piscicole type (EAWAG 2002, OFEFP 2004). Selon les écarts avec la composition de l'ichtyofaune attendue, la grille ci-dessous permet d'attribuer un score LEMANO sur la base des résultats des pêches électriques :

Interprétation des résultats de la pêche électrique*	Appréciation LEMANO	
	Verbale	score [%]
Composition de l'ichtyofaune correspondant à la zone piscicole considérée	très bon	100
Composition de l'ichtyofaune légèrement modifiée par rapport à la zone piscicole (il manque moins d'1/3 des espèces attendues)	moyen à bon	75
Réduction massive du nombre d'espèces présentes (il manque plus d'1/3 des espèces attendues) ou composition de l'ichtyofaune non typique de la zone piscicole considérée, espèces exotiques plus qu'anecdotiques	mauvais	25
Décalage des zones piscicoles dû aux activités anthropiques.	très mauvais	0

\*EAWAG, 2002

2. Extrapolation des résultats des pêches électriques aux tronçons de rivière

Selon les recommandations de l'OFEFP (2004), les pêches électriques doivent être effectuées le long de tronçons représentatifs de la rivière (pente, obstacles naturels ou artificiels, écomorphologie, débits, etc.).

La présence d'obstacles, tant naturels qu'artificiels, est un facteur prépondérant. Si l'obstacle est naturel, le référentiel est adapté en diminuant le nombre d'espèces types devant être présentes.

Le résultat de chaque pêche électrique s'applique à l'ensemble du tronçon qu'il représente (ATL 2005).

Afin de tenir compte de la longueur des tronçons considérés, le poids de chaque tronçon peut donc être exprimé avec la formule suivante :

$$P_t = \frac{L_t}{L_{tot}}$$

où

- $P_t$  = poids du tronçon
- $L_t$  = longueur du tronçon considéré [m]
- $L_{tot}$  = longueur totale des tronçons considérés [m]

3. Agrégation à l'échelle du bassin versant

La somme des scores de chaque tronçon pondéré par son poids respectif donne le score final de l'indice d'espèces piscicoles types pour le bassin versant.

$$S_p = \sum_{i=1}^n S_i * P_i \quad [\%]$$

où

- $S_p$  = score du bassin versant [%]
- $S_i$  = score de l'indicateur sur le tronçon i [%]
- $P_i$  = poids du tronçon i

L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$S_p$	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
95 - 100	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
0 - 25	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

**REMARQUES**

Cet indicateur devrait être complété par les éléments suivants : la structure d'âge des populations considérées, l'état sanitaire des populations et la quantité d'individus par unité linéaire ou de surface de rivière ainsi que par la capacité des espèces à se reproduire naturellement (EAWAG 2002, OFEFP 2004). Ces données ne sont généralement pas disponibles. Par expérience, il apparaît que même la donnée de base (nombre d'espèces présentes) n'est pas disponible partout.

De plus, il n'est pas tenu compte du repoissonnement des rivières.

Dans le bassin lémanique, la petite lamproie n'est pas considérée comme une espèce type de la zone à truite (OFEFP 1996).

**RÉFÉRENCES**

- Association Truite – Léman - ATL (2005). L'Echo des truites – Bulletin de l'ATL – n°3 – septembre 2005
- EAWAG (2002). Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Poissons – niveau R (région). Version pour la consultation des cantons – Berne, 65 p.
- Fischnetz (2004). Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final. EAWAG/OFEFP, Dübendorf, Bern, 198 p.
- Huet, M. (1949). Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courants. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 11 : 333–351.
- OFEFP (1996). L'environnement pratique. Biologie, menaces et protection des lamproies en Suisse. Informations concernant la pêche n°56. Berne, 52 p.
- OFEFP (2004). Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Poissons – niveau R (région). Informations concernant la protection des eaux n°44. Berne, 63 p.



## Indicateur no 8 - Anthropisation du réseau hydrographique

Capital : Environnemental

Stock : Eaux de surface

### DESCRIPTION

Cet indicateur mesure le degré d'altération morphologique du cours d'eau.

« *L'écomorphologie, soit les caractéristiques structurelles des cours d'eau et de leurs abords, représente un facteur clé pour l'ensemble des propriétés et des processus de l'écosystème que constitue un cours d'eau* » (OFEV 2006a).

Les caractéristiques des rives et du fond du lit - morphologie, végétation, etc. – influencent la diversité des habitats pour la flore et la faune (diversité biologique, valeur piscicole), la capacité d'autoépuration, etc.

Les causes de dégradation peuvent être dues à des interventions humaines directes (endiguement, mise sous tuyau, etc.), ou indirectes (régime hydraulique, flux sédimentaires, assèchements, température de l'eau, etc.).

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes (diversité de la flore et de la faune, métabolisme des eaux, dynamique hydrologique et morphologique), échanges avec les aquifères

*Social* Sécurité, loisirs (pêche, canoë, baignade, randonnée/promenade), patrimoine (valeur d'existence, qualité esthétique), emplois (entretien/revitalisation des cours d'eau)

*Économique* Biens fonciers (agriculture, immobilier, etc.)

#### Dimension

*Spatiale* Aménagement du territoire, quantité et qualité des eaux de surface

*Temporelle* Fonctions environnementales, sociales et économiques du système hydrologique (disponibilité des biens et services générés par un écosystème sain pour les générations futures)

### MODE D'ÉVALUATION

- Le degré d'anthropisation du réseau hydrographique est déterminé à l'aide des critères proposés par le Système Modulaire Gradué (SMG) : largeur du lit, variabilité de la largeur du lit mouillé, aménagement du fond du lit, renforcement du pied de la berge ainsi que la largeur et nature des rives (OFEFP 1998). L'évaluation de ces critères permet de classer chaque tronçon de rivière dans les catégories suivantes :

Classification SMG*			Appréciation LEMANO**	
points	classes	état ou type d'atteinte	verbale	score [%]
0 à 1	I	naturel/semi-naturel	très bon	100
2 à 5	II	peu atteint	moyen à bon	75
6 à 9	III	très atteint	mauvais	25
10 à 12	IV	non naturel / artificiel	très mauvais	0

\* OFEFP (1998)

\*\*Les appréciations sont proposées selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

2. Les appréciations se font par tronçon de rivière. Elles s'appuient d'abord sur les études effectuées par les cantons dont les résultats sont extrapolés à l'ensemble du réseau hydrographique du bassin. Au cas où les informations manquent, il est possible d'estimer la qualité écomorphologique du réseau, en utilisant soit des études ou données similaires, soit les règles d'extrapolation utilisées par l'OFEV (2006b) pour l'ensemble de la Suisse.

Le calcul des scores permettant de classer chaque tronçon de rivière dépend des informations disponibles concernant les cinq critères du SMG (OFEFP 1998).

3. Un poids est attribué à chaque tronçon de rivière (en pourcentage de la longueur totale du réseau hydrographique du bassin versant considéré) selon la formule suivante :

$$P_i = \frac{L_i}{L_{tot}}$$

où

$P_i$  = poids du tronçon de rivière i  
 $L_i$  = longueur du tronçon de rivière i [m]  
 $L_{tot}$  = longueur totale du réseau hydrographique [m]

4. Le score final de l'indice d'anthropisation du réseau hydrographique du bassin versant s'obtient en additionnant les scores de chaque tronçon pondérés par leur poids respectif.

$$I_a = \sum_{i=1}^n P_i * S_i \quad [\%]$$

où

$I_a$  = indice d'anthropisation [%]  
 $S_i$  = score pour le tronçon de rivière i [%]  
 $P_i$  = poids du tronçon de rivière i

L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_a$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 95	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
< 25	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

**REMARQUES**

--

**RÉFÉRENCES**

- OFEFP (1998) - Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Écomorphologie Niveau R (région) – Informations concernant la protection des eaux n°27, Berne, 49 p.
- OFEV (2006a) - Écomorphologie Niveau C, (cours d'eau) - Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau selon le système modulaire gradué – Projet de juillet 2006 , Berne, 72 p.
- OFEV (2006b) – État écomorphologique des cours d'eau suisses : évaluation intermédiaire sur la base des relevés de 18 cantons, Berne, 9 p.





## Indicateur no 9 – Interruptions accidentelles de l'approvisionnement en eau potable

Capital : Économique

Stock : Réseau de distribution d'eau potable

### DESCRIPTION

Cet indicateur révèle l'état du système de distribution d'eau potable.

La continuité de l'approvisionnement en eau potable est l'objectif principal des distributeurs. Des interruptions peuvent provenir :

- d'interruptions planifiées nécessaires à la gestion du réseau ;
- d'interruptions accidentelles liées à l'usure du réseau (pannes, fuites), au manque d'eau (ressources inférieures à la demande), à une pollution de l'eau (par exemple contamination fécale) ;
- d'interruptions provenant de tiers (par exemple travaux de réfection des routes).

L'indicateur proposé ici tient compte uniquement des interruptions non programmées dont la responsabilité incombe au service de distribution d'eau potable. Il en évalue la performance. La durée d'interruption de la distribution et le nombre d'abonnés touchés sont considérés selon les recommandations de l'OFWAT<sup>2</sup> (2005). Les interruptions accidentelles inférieures à six heures ne sont pas prises en considération.

Les interruptions accidentelles peuvent être particulièrement problématiques pour certains usagers si elles rompent le processus de production d'une entreprise, l'approvisionnement en eau d'un hôpital, par exemple.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* --

*Social* Disponibilité de la ressource et santé publique

*Économique* Coût des services de distribution d'eau potable (conception, construction, maintenance du réseau)

#### Dimension

*Spatiale* --

*Temporelle* Pérennité du service d'approvisionnement

### MODE D'ÉVALUATION

1. Le taux d'interruption (OFWAT 2005) est calculé pour chaque distributeur avec la formule suivante :

$$I_{ia} = P_1 + 2 P_2 \quad [\%]$$

où

$I_{ia}$  = taux d'interruptions accidentelles de l'approvisionnement en eau potable [%]

$P_1$  = pourcentage d'abonnés ayant subi une interruption de distribution d'eau potable de 6 à 24 heures (au cours d'une année)

$P_2$  = pourcentage d'abonnés ayant subi une interruption de distribution d'eau potable supérieure à 24 heures (au cours d'une année)

<sup>2</sup> OFWAT : Office of Waters du Royaume Uni

2. Calcul de l'indice  $I_{ia}$  pour le bassin versant :

- si un seul distributeur alimente les habitants du bassin versant en eau potable, le résultat est celui obtenu au point 1 ;
- si plusieurs distributeurs alimentent les habitants du bassin versant en eau potable, le résultat (obtenu au point 2) est pondéré par le nombre d'abonnés du bassin versant :
- 

$$\bar{I}_{ia} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{ia_i} * Ab_i}{\sum_{i=1}^n Ab_i} \quad [\%]$$

où

- $\bar{I}_{ia}$  = indice d'interruption pour les distributeurs du bassin versant [%]
- $I_{ia_i}$  = indice d'interruption pour un distributeur i [%]
- $Ab_i$  = abonnés desservis par distributeur i

3. L'attribution d'un score à un distributeur ou au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$\bar{I}_{ia}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
< 0.1	très bon	100
0.1 – 0.5	bon	75
0.5 – 2.0	moyen	50
2.0 – 4.0	mauvais	25
> 4	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

**REMARQUES**

Les seuils des deux grilles proviennent d'un système d'évaluation britannique et sont susceptibles d'être adaptés à la situation lémanique.

**RÉFÉRENCES**

- OFWAT, 2005 – International comparison of water and sewerage service, 2005 report, Birmingham, 75 p.

## Indicateur no 10 – Performance du réseau de distribution d'eau potable (pertes réseau)

Capital : Économique

Stock : Réseau de distribution d'eau potable

### DESCRIPTION

Cet indice révèle l'état du réseau de distribution d'eau potable.

Les réseaux de distribution d'eau potable subissent des pertes économiquement préjudiciables qu'il s'agit de minimiser. Au-delà d'un certain seuil, ces pertes traduisent un sous-investissement dans les infrastructures ou un mauvais entretien. L'eau potable devant être distribuée sous pression (pour garantir sa qualité), il y a toujours un minimum de fuites incompressibles. Celles-ci dépendent du volume distribué, de la pression, de la longueur, du nombre de branchements, des terrains traversés, de l'état du réseau, etc.

Pour estimer la performance du réseau de distribution d'eau potable, il faudrait idéalement distinguer réseau urbain et réseau rural, connaître la longueur du réseau, la pression de l'eau dans le réseau, etc. Cependant, les conclusions de l'étude de la performance du réseau allemand (Weimer 2001) permettent d'utiliser un moyen plus simple, qui définit les pertes en pourcentage du volume d'eau potable distribué.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Exploitation de la ressource (surexploitation), intégrité des écosystèmes (niveau des nappes)

*Social* Santé (qualité sanitaire)

*Économique* Prix de l'eau (conception, construction et maintenance du réseau)

#### Dimension

*Spatiale* Empreinte écologique sur l'hydrosystème

*Temporelle* Pérennité de la ressource

### MODE D'ÉVALUATION

1. L'indice de performance du réseau doit être calculé pour chaque distributeur d'eau potable :

$$I_p = \frac{V_{\text{compt}} + V_{\text{grat}}}{V_{\text{dist}}} * 100 \quad [\%]$$

où

$I_p$  = indice de performance [%]

$V_{\text{dist}}$  = volume mis en distribution [m<sup>3</sup>/an]

$V_{\text{compt}}$  = volume facturé [m<sup>3</sup>/an]

$V_{\text{grat}}$  = volume gratuit (fontaines, entretien, etc..) [m<sup>3</sup>/an]

Les pertes annuelles exprimée en m<sup>3</sup> correspondent à la différence entre le volume mis en distribution, le volume comptabilisé et le volume gratuit (volume souvent estimé).

2. Agrégation des résultats à l'échelle du bassin versant :

- si un seul distributeur alimente en eau potable les habitants du bassin versant, le résultat est celui obtenu au point 1 ;
- si plusieurs distributeurs alimentent en eau potable les habitants du bassin versant, le résultat (obtenu au point 1) est pondéré par le nombre d'abonnés :

$$\bar{I}_p = \frac{\sum_{i=1}^n I_{pi} * V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} [\%]$$

où

$\bar{I}_p$  = indice de performance pour le bassin versant [%]  
 $I_{pi}$  = indice de performance pour un distributeur i [%]  
 $V_i$  = volume du distributeur i

3. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$\bar{I}_{pf}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 95	très bon	100
90 - 95	bon	75
85 - 90	moyen	50
75 - 85	mauvais	25
< 75	très mauvais	0

Les seuils de l'indice de performance sont adaptés à partir de l'étude du réseau de distribution d'eau potable allemand (Weimer 2001). L'auteur indique qu'en règle générale, quel que soit le type de réseau, le pourcentage de pertes réelles est faible s'il est inférieur à 8 %, moyen s'il est entre 8 et 15 % et élevé s'il excède 15 %.

**REMARQUES**

Les pertes réelles sont difficiles à évaluer car il faudrait connaître les pertes incompressibles, les vols d'eau sur le réseau et les marges d'erreur des compteurs.

**RÉFÉRENCES**

- Weimer D. (2001) – German National Report, Water Loss Management and Techniques

## Indicateur no 11 - Raccordement aux installations de dépollution

Capital : Économique

Stock : Filière d'assainissement des eaux usées

### DESCRIPTION

Cet indicateur mesure le taux de raccordement des bâtiments et de la population aux systèmes d'assainissement.

Il témoigne indirectement de la pression anthropique due au déversement d'eaux usées non traitées dans les eaux de surface ou souterraines.

Le raccordement des bâtiments aux installations de dépollution collectives ou individuelles permet l'évacuation et le traitement des effluents ménagers et industriels. Un taux de raccordement inférieur à 100 % signifie qu'une partie des eaux usées n'est pas traitée mais directement rejetée dans les eaux de surface et souterraines, ce qui entraîne une détérioration de la qualité des milieux récepteurs.

Les eaux usées chargées en nutriments (substances minérales et organiques) provoquent l'eutrophisation des eaux de surface et constituent un risque sanitaire important (bactéries fécales).

Cet indicateur est placé dans le capital économique car il se rapporte aux infrastructures de l'eau et dépend des investissements consentis par les collectivités publiques ou privées.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes (qualité physico-chimique, état sanitaire, diversité flore et faune)

*Social* Santé, eau potable, loisirs (pêche, baignade), emplois

*Économique* Investissements dans la filière d'assainissement des eaux usées, qualité de l'eau (usages industriels et agricoles)

#### Dimension

*Spatiale* Qualité des eaux de surface et des eaux souterraines assurant la santé et le bien-être des communautés situées en aval

*Temporelle* Disponibilité des biens et services procurés par un système hydrographique naturel pour les générations futures

### MODE D'ÉVALUATION

1. Calcul de l'indicateur :

$$I_{racc} = \frac{H_{connectés}}{H_{total}} * 100 \quad [\%] \quad \text{ou} \quad \frac{B_{connectés}}{B_{total}} * 100 \quad [\%]$$

où

$I_{racc}$	= indicateur de raccordement [%]
$H_{connectés}$	= habitants connectés au réseau de collecteurs d'eaux usées
$H_{total}$	= nombre total d'habitants
$B_{connectés}$	= bâtiments connectés
$B_{total}$	= nombre total de bâtiments

2. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_{racc}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 95	très bon	100
90 - 95	bon	75
85 - 90	moyen	50
80 - 85	mauvais	25
< 80	très mauvais	0

100 % de raccordement (très bon) correspond au strict respect de la loi. Les autres valeurs-seuils et appréciations sont proposées selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

**REMARQUES**

--

**RÉFÉRENCES**

--

## Indicateur no 12 - Efficience hydraulique des STEP – déversements

Capital : Économique

Stock : Filière d'assainissement des eaux usées

### DESCRIPTION

Cet indicateur mesure la capacité des STEP à absorber les volumes d'eaux usées leur parvenant.

Il témoigne indirectement de la pression anthropique due aux déversements d'eaux usées non traitées dans les eaux de surface.

L'efficience hydraulique dépend du dimensionnement adéquat des STEP et de l'utilisation optimale de cette capacité, donc de la maîtrise des déversements directs dans le milieu naturel.

Les déversements d'eau usées dans le milieu naturel ont trois causes principales dont l'importance dépend de la pluviométrie :

- une mauvaise conception du réseau de collecteurs d'eau usées qui draine des quantités trop importantes d'eaux pluviales (systèmes unitaires) et d'eaux claires parasites (systèmes séparatifs) ;
- un sous-dimensionnement de la capacité hydraulique des STEP qui ne peuvent traiter la totalité des eaux usées qui leur parviennent ;
- l'impossibilité d'utiliser la capacité hydraulique nominale des STEP (maintenance, accidents, etc.).

La capacité hydraulique des STEP doit être en adéquation avec la quantité d'eaux usées à traiter. Tout développement urbain ou socio-économique doit s'accompagner d'une augmentation de la capacité de traitement des eaux usées. Pour les réseaux de collecteurs partiellement séparatifs ou unitaires, les STEP doivent être conçues de façon à pouvoir absorber et traiter les débits de pointe enregistrés lors d'orages ou de périodes pluvieuses prolongées. Sur la base de nos observations il apparaît que les STEP déversent une quantité moyenne d'eaux usées équivalente à environ 10 % de leur capacité hydraulique et seules les STEP largement surdimensionnées semblent maîtriser totalement ces déversements.

Les déversements sont considérés comme des symptômes de sous-capacité et de non-efficience hydraulique de la filière d'assainissement des eaux usées. Pour évaluer l'ampleur de cette non-efficience, les déversements sont mis en relation avec la capacité hydraulique des STEP.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes (qualité physico-chimique, état sanitaire, diversité flore et faune)

*Social* Santé, eau potable, loisirs (pêche, baignade), emplois

*Économique* Investissements dans la filière d'assainissement des eaux usées, qualité de l'eau (usages industriels et agricoles)

#### Dimension

*Spatiale* Qualité des eaux de surfaces et des eaux souterraines assurant le bien-être des communautés situées en aval

*Temporelle* Disponibilité des biens et services procurés par un système hydrographique naturel pour les générations futures

## MODE D'ÉVALUATION

1. Calcul de l'indice :

$$I_e = \frac{\sum Dev_{STEP}}{\sum Cap_{STEP}} * 100 \quad [\%]$$

où

- $I_e$  = Indice d'efficacité hydraulique [%]  
 $Dev_{STEP}$  = volume des déversements en tête de STEP [m<sup>3</sup>/j]  
 $Cap_{STEP}$  = capacité hydraulique totale des STEP du bassin versant considéré [m<sup>3</sup>/j]

2. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_e$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
< 5	très bon	100
5 – 10	bon	75
10 – 15	moyen	50
15 -30	mauvais	25
> 30	très mauvais	0

Les seuils et appréciations de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

## REMARQUES

Les déversements d'eaux usées ayant lieu le long du réseau de collecteurs de type unitaire (déversoirs d'orage) ne sont pas pris en considération car ils ne sont généralement pas mesurés.

## RÉFÉRENCES

--



## Indicateur no 13 - Qualité chimique des effluents de STEP

Capital : Économique

Stock : Filière d'assainissement des eaux usées

### DESCRIPTION

Les substances polluantes contenues dans les effluents des STEP favorisent l'eutrophisation et la pollution des eaux de surface en portant atteinte à leur capacité d'autoépuration (capacité de charge).

La fonction d'une station d'épuration est de réduire par divers traitements la concentration des substances polluantes dans les eaux usées avant de les restituer dans les eaux de surface. Le but est de conserver ou restaurer le bon état écologique des rivières et des lacs.

L'indice de qualité chimique des rejets se réfère aux valeurs limites de concentration (OEaux, annexe 3) des paramètres suivants :

- **DBO5** (demande biologique en oxygène sur 5 jours) : la DBO5 est la quantité d'oxygène utilisée par les micro-organismes pour oxyder (dégrader) la matière organique d'un échantillon d'eau pendant 5 jours. Elle permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées. En moyenne, un équivalent-habitant produit chaque jour environ 60 grammes de DBO5. Dans les eaux de surface, une forte charge en matière organique biodégradable (valeur élevée de DBO5) réduit la quantité d'oxygène disponible pour l'écosystème et génère une augmentation ultérieure des nutriments.
- **Ptotal** (phosphore total) : le phosphore total est une mesure de la concentration en phosphore sous les diverses formes (minérales et organiques) présentes dans l'eau. Les stations d'épuration se situant dans le bassin lémanique ont l'obligation de pratiquer la déphosphatation des eaux usées leur parvenant. Les orthophosphates ( $PO_4$ ) favorisent la croissance des végétaux et sont à l'origine de l'eutrophisation des lacs.
- **Ammonium** : dans l'eau, l'ammoniaque ( $NH_3$ ) se trouve principalement sous forme dissoute (ions ammonium,  $NH_4$ ). Cette substance provient principalement des sols fertilisés et des effluents de STEP. En concentration élevée, l'ammoniaque est toxique pour les poissons et la faune benthique.
- **MES** (matières en suspension) : les substances non dissoutes (minérales et organiques, biodégradables ou non) sont d'origine naturelle (érosion des sols) ou anthropique (rejets urbains ou industriels). L'excès de ces substances dans les eaux de surface perturbe le fonctionnement de l'écosystème aquatique : l'augmentation de la turbidité diminue la production photosynthétique, les MES colmatent les branchies des poissons et les dépôts de matières fermentant au fond des lits des cours d'eau diminuent la teneur en oxygène et comblent les frayères (DRIRE 2006).

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* État écologique (intégrité des écosystèmes, diversité de la flore et de la faune)

*Social* Santé, qualité de vie, valeur paysagère, loisirs, respect des lois

*Économique* Investissements dans la filière d'assainissement des eaux usées

#### Dimension

*Spatiale* Qualité de l'eau du réseau hydrographique d'amont en aval

*Temporelle* Biens et services procurés par les ressources en eau assurant le plein usage pour les générations futures

## MODE D'ÉVALUATION

### 1. Le nombre d'échantillons analysés est-il suffisant ?

- Si le nombre d'échantillons analysés est suffisant (voir la grille ci-dessous), le résultat des analyses est évalué au point 2.
- En revanche, si le nombre d'échantillons analysés est inférieur, le résultat des analyses n'est pas pris en considération et la classe de qualité attribuée au point 3 est mauvaise.

EH	Nombre minimum de mesures annuelles
< 50 000	12
≥ 50 000	24

**NB.** Selon l'OEaux, pour les STEP d'une capacité inférieure à 2 000 EH, les autorités cantonales fixent le nombre minimal de prélèvements. Cependant les rapports cantonaux d'assainissement du canton de Vaud (SESA, 2004) et du Valais (SPE 2005) montrent qu'au minimum 12 échantillons annuels sont prélevés dans les petites STEP. Dans le contexte de l'étude LEMANO, il est admis qu'il s'agit du minimum requis pour connaître la qualité chimique des effluents des petites STEP.

### 2. L'échantillon prélevé est-il dans les normes ?

Il faut que le paramètre analysé soit dans les normes pour que le résultat soit jugé satisfaisant. En outre, si un paramètre dépasse les critères supplémentaires (grille ci-dessous), la classe obtenue au point 3 est mauvaise.

Paramètres	EH ≤ 10 000	EH > 10 000	Critères supplémentaires OEaux, annexe 3
DBO5 [mg/l O <sub>2</sub> ]	< 20	< 15	aucun échantillon ne doit dépasser 40 mg/l O <sub>2</sub>
P <sub>total</sub> [mg/l P]	< 0.8	< 0.5	la moyenne ne doit pas dépasser 0.8 mg/l P
Ammonium* [mg/l N]	< 2	< 2	
MES [mg/l]	≤ 20	≤ 15	aucun échantillon ne doit dépasser 50 mg/l

\* LEMANO applique la norme de 2 mg/l N quels que soient les effets néfastes potentiels et la température de l'effluent.

## 3. Calcul de l'indice de qualité chimique des rejets d'installations d'assainissement des eaux usées :

Les résultats des analyses pour la DBO5, le Ptot, l'ammonium et les MES sont classés "conformes" ou "non conformes" en accord avec la grille ci-dessus. L'indicateur se calcule selon la formule suivante :

$$I_{qr} = \frac{Ana_{conf}}{Ana_{tot}} * 100 \quad [\%]$$

où

$I_{qr}$  = fréquence de résultats d'analyses conformes [%]  
 $Ana_{conf}$  = nombre d'analyses conforme pendant un an  
 $Ana_{tot}$  = nombre total d'analyses effectuées pendant un an

Plus la valeur de l'indicateur est élevée, meilleure est la qualité des rejets.

## 4. Attribution d'un score au bassin versant :

- si les eaux usées du bassin versant sont traitées dans une seule STEP, l'indicateur  $I_{qr}$  est évalué à l'aide de la grille ci-dessous ;
- si les eaux usées du bassin versant sont traitées dans plusieurs STEP, la formule suivante est appliquée :

$$\bar{I}_{qr} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{qr_i} * Cap_i}{\sum_{i=1}^n Cap_i} \quad [\%]$$

où

$\bar{I}_{qr}$  = résultat pour les STEP du bassin versant [%]  
 $I_{qr_i}$  = résultat pour la STEP i [%]  
 $Cap_i$  = capacité hydraulique de la STEP i [ $m^3/j$ ]

L'indice, à l'échelle de la STEP ou du bassin versant, est évalué à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_{qr}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 95	très bon	100
90 – 95	bon	75
80 – 90	moyen	50
70 - 80	mauvais	25
< 70	très mauvais	0

Les appréciations de la grille d'évaluation sont proposées selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO. Selon l'OEaux (Annexe 3.1), un certain nombre de dépassements sont admissibles pour autant qu'ils n'excèdent pas des concentrations limites. Le seuil 95 – 100 % de cette grille intègre ces dépassements admissibles.

#### REMARQUES

Les mesures considérées ici concernent uniquement les concentrations en substances polluantes dans les rejets de STEP (eaux traitées). Les déversements sont considérés dans l'indicateur 19.

Il n'est pas tenu compte des micropolluants.

La capacité de charge du milieu récepteur n'est pas prise en compte formellement.

L'OEaux prend en considération 4 paramètres supplémentaires (carbone organique dissous (COD), transparence, nitrite (NO<sub>2</sub>) et composés organiques halogénés adsorbables (AOX)) ainsi que le pourcentage d'abattement des substances polluantes.

#### RÉFÉRENCES

- DRIRE (2006) – Prévention de pollutions et des risques industriels en Languedoc-Roussillon
- SESA (Service des eaux, sols et assainissement), (2004) – Bilans 2003 de l'épuration vaudoise – État de Vaud, Lausanne, 68 p.
- SPE (Service de la protection de l'environnement), (2005) - Bilan d'épuration des eaux usées en Valais - Année 2004 - - Département des transports, de l'équipement et de l'environnement – Canton du Valais – Sion, 38 p.
- OEaux, Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (RS 814.201).

## Indicateur no 14 - Facteur d'utilisation de la puissance installée (barrages d'accumulation)

Capital : Économique

Stock : Infrastructures hydroélectriques

### DESCRIPTION

Cet indicateur est une mesure de l'efficacité économique des infrastructures hydroélectriques.

La fonction principale des infrastructures hydroélectriques est de produire de l'énergie et, dans le contexte du développement durable, elles doivent la remplir à long terme (pérennité de l'entreprise). Lorsque, pour une cause quelconque, ces infrastructures ne sont plus en capacité de remplir pleinement cette fonction, leur valeur pour les collectivités s'en trouve réduite.

La capacité de production hydroélectrique des barrages d'accumulation est essentiellement utilisée en période de demande de pointe, lorsque le prix de l'électricité est le plus élevé (valorisation économique optimale de l'eau). En conséquence, la puissance installée n'est pas utilisée de manière continue et le facteur d'utilisation moyen pour les barrages d'accumulation alpins est de l'ordre de 25 % (sur 24 heures, les turbines sont utilisées à pleine capacité pendant 6 heures).

Pour assurer la rentabilité d'un complexe hydroélectrique (barrages d'accumulation, conduites forcées, usines électriques, etc.), un facteur d'utilisation de 25 % est requis ; en dessous de ce seuil critique, la viabilité économique de l'opération n'est plus assurée.

Dans un contexte où la demande en énergie est croissante et où les exploitants de retenues hydroélectriques cherchent à maximiser leurs revenus, il est considéré qu'un facteur d'utilisation optimal est atteint lorsque le coût marginal de production est égal au prix marginal du kWh vendu. Généralement, cette situation optimale correspond à des taux d'utilisation supérieurs à 25 %.

Une réduction du «facteur d'utilisation de la puissance installée » peut être due à :

- une diminution des précipitations,
- une perte de capacité de stockage du barrage d'accumulation (alluvionnement),
- des problèmes techniques empêchant l'utilisation normale des installations,
- une mauvaise gestion.

Quelle qu'en soit la cause, un taux d'utilisation inférieur à 25 % est considéré comme une limite au-dessous de laquelle il existe des risques économiques notables.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

<i>Environnemental</i>	Intégrité des écosystèmes aquatiques, flux hydrologiques, émission de CO <sub>2</sub> (énergie propre), débit minimal dans les cours d'eau
<i>Social</i>	Fonctionnement de la société (bien-être, emplois, etc.), prix de l'électricité, paysage, sécurité des personnes (gestion des crues et contrôle des inondations)
<i>Économique</i>	Compétitivité industrielle, fonctionnement des infrastructures, sécurité des biens (gestion des crues et contrôle des inondations)

#### Dimension

<i>Spatiale</i>	Débit des rivières, débit de dotation, sécurité en aval (gestion des crues et contrôle des inondations)
<i>Temporelle</i>	Investissements futurs (déconstruction, réhabilitation des sites, travaux et construction, coûts d'opération et de maintenance, transfert de charges intergénérationnel)

## MODE D'ÉVALUATION

1. Calcul du facteur d'utilisation :

$$F_u = \frac{P_a}{C_i} \cdot \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{365} * 100 \quad [\%]$$

où

$F_u$  = facteur d'utilisation [%]  
 $P_a$  = production annuelle [KWh]  
 $C_i$  = capacité installée [KW]

NB : lorsqu'il y a plusieurs complexes hydroélectriques dans le même bassin versant, le facteur d'utilisation final (agrégé) est obtenu en pondérant les facteurs d'utilisation par leur puissance installée respective.

2. L'attribution d'un score à une installation ou au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$F_u$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 30	très bon	100
25 – 30	bon	75
20 – 25	moyen	50
15 - 20	mauvais	25
< 15	très mauvais	0

Les appréciations de la grille d'évaluation sont proposées selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

## REMARQUES

Le réchauffement climatique peut avoir une influence directe sur la durabilité des infrastructures hydroélectriques (apports pluviométriques, alluvionnement accéléré dans les barrages d'accumulation). La gestion de cette problématique doit être considérée à l'échelle globale et n'est donc pas intégrée dans une analyse de la gestion à l'échelle du bassin versant.

Cette fiche n'est valable que pour les barrages de retenue ; les seuils de la grille d'évaluation ne sont pas adaptés aux barrages au fil de l'eau.

## RÉFÉRENCES

--

## Indicateur no 15 - Qualité microbiologique de l'eau potable

Capital : Social

Stock : Santé

### DESCRIPTION

Cet indicateur exprime la qualité microbiologique de l'eau de boisson selon les recommandations de l'OMS et le risque sanitaire lié à sa consommation.

Le risque sanitaire le plus important lié à l'eau, même dans les pays développés, reste celui des maladies d'origine microbienne (bactéries, virus, parasites). Une eau de bonne qualité microbiologique est donc primordiale pour la santé publique. Selon l'OMS, la contamination de l'eau par des germes pathogènes provient essentiellement de pollutions fécales. Cette organisation recommande d'utiliser *Escherichia coli* comme indicateur de contamination et de contrôler la qualité de l'eau distribuée à intervalles réguliers. La norme (seuil de tolérance) est l'absence d'*E. coli* détectable par échantillon de 100 ml d'eau (OHyg, OMS 2004). Elle est utilisée par la Suisse, la France et l'Union Européenne. La bactérie *E. coli* est choisie pour les raisons suivantes :

- c'est une bactérie présente en permanence et exclusivement dans les matières fécales des hommes et des animaux à sang chaud ;
- son abondance - un gramme de selles peut contenir jusqu'à  $10^9$  *E. coli* – augmente la probabilité d'une contamination ;
- dans les climats tempérés, *E. coli* ne se multiplie pas dans l'eau.

La présence d' *E. coli* est le signe d'une présence potentielle de pathogènes d'origine fécale ; l'absence de sa détection indique une forte probabilité que l'eau est de bonne qualité. La chloration de l'eau élimine *E. coli* et de nombreux pathogènes, mais certains virus, bactéries et protozoaires résistent au traitement chloré. *E. coli* demeure l'indicateur le plus souvent recommandé car la recherche dans l'eau d'alimentation de tous les micro-organismes potentiellement dangereux s'avère irréaliste, tant pour des raisons techniques qu'économiques.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

<i>Environnemental</i>	Qualité de l'eau, anthropisation du territoire
<i>Social</i>	Santé, accès sûr à une eau de qualité, zones de protection
<i>Économique</i>	Coût de l'eau (traitement de l'eau et approvisionnement)

#### Dimension

<i>Spatiale</i>	Empreinte écologique sur l'hydrosystème
<i>Temporelle</i>	Pérennité d'une ressource de bonne qualité

**MODE D'ÉVALUATION**

1. Le nombre d'échantillons à analyser par le distributeur est établi en fonction du nombre de consommateurs (SSIGE, 2005) selon la grille ci-dessous.

Production d'eau[m <sup>3</sup> /jour]	Nombre de consommateurs *	Échantillons microbiologiques par année
< 100	< 250	3
100 - 1 000	250 à 2 500	4
>1 000	> 2 500	4 + 3 prélèvements supplémentaires par 1000 m <sup>3</sup>

\* si la production annuelle n'est pas connue, on admet ici une production quotidienne moyenne de 430 l/habitant

- si le nombre d'échantillons prélevés est inférieur aux directives de la SSIGE, le résultat des analyses n'est pas pris en considération et la classe de qualité obtenue – au point 2 - par le distributeur est "mauvaise" ;
- si le nombre d'échantillons prélevés est conforme, le résultat des analyses est évalué.

2. La grille ci-dessous permet d'attribuer une classe de qualité microbiologique à l'eau distribuée en fonction du nombre de consommateurs :

	Population desservie (OMS)			Score LEMANO [%]
	< 5 000	5 000 – 100 000	> 100 000	
Qualité (OMS)	Pourcentage d'échantillons ne contenant pas d' <i>E.coli</i> (par année) (OMS) [%]			
très bonne	> 90	> 95	> 99	100
bonne	80 - 90	90	95	75
moyenne	70 - 80	85	90	50
mauvaise	60 - 70	80	85	25
très mauvais	< 60	< 80	< 85	0

d'après l'OMS (2004), modifié

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.



## 3. Attribution d'un score au bassin versant :

- si un seul distributeur alimente les habitants du bassin versant en eau potable, le score est celui obtenu au point 2 ;
- si plusieurs distributeurs alimentent les habitants du bassin versant en eau potable, le score LEMANO (obtenu au point 2) est pondéré par la population concernée :

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i * Pop_i}{\sum_{i=1}^n Pop_i} * 100 \quad [\%]$$

où

$\bar{S}$  = score pour les distributeurs du bassin versant [%]  
 $S_i$  = score pour un distributeur i [%]  
 $Pop_i$  = population desservie par distributeur i

L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$\bar{S}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 95	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
< 25	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

**REMARQUES**

Pour la fréquence d'échantillonnage, LEMANO choisit de se conformer aux directives de la SSIGE (2005) découlant de la législation suisse. La fréquence minimale d'échantillonnage préconisée par l'OMS (2006) est de 12 échantillons par année pour les distributeurs alimentant moins de 5'000 habitants. Les réglementations suisses et françaises sont moins exigeantes. Dans le bassin lémanique, la majorité des communes comptent moins de 5'000 habitants et de ce fait les distributeurs d'eau potable n'ont pas l'obligation légale d'analyser 12 échantillons par an.

Précisons que ce seul paramètre n'est pas suffisant pour s'assurer de la potabilité de l'eau. D'autres paramètres doivent en effet être analysés selon les exigences légales en vigueur en Suisse, en France et les recommandations de l'OMS (2006).

**RÉFÉRENCES**

- OHyg - Ordonnance du DFI sur l'hygiène du 23 novembre 2005, RS 817.024.1
- OMS (2004) - Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd edition
- OMS (2006) – Water Safety Plans, Managing drinking-water quality from catchment to consumer

*Étude LEMANO – Évaluation de la gestion des ressources en eau du bassin de la Versoix*

- SSIGE (Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux), (2005) – Réglementation W1 – Directive pour la surveillance qualité de la distribution d'eau – Edition 2005

## Indicateur no 16 - Accès aux comptes de l'eau

Capital : Social

Stock : Transparence

### DESCRIPTION

Cet indicateur "mesure" la volonté des gestionnaires de l'eau de satisfaire au principe de transparence et de maintenir un rapport de confiance avec le public.

L'accès aux comptes de l'eau est défini comme la possibilité pour tous les consommateurs de pouvoir consulter librement les comptes de la production - distribution d'eau potable et de l'assainissement des eaux usées.

Cet indicateur évalue non seulement la volonté des gestionnaires des services de l'eau d'établir un rapport de confiance avec les consommateurs mais également le degré d'application de la Loi sur la transparence (LTrans) et son ordonnance (OTrans).

Accessoirement, l'accès aux compte des services de l'eau peut permettre d'établir dans quelle mesure le principe de réalité des coûts est effectivement appliqué.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Gestion responsable de l'environnement

*Social* Confiance, crédibilité des gestionnaires de l'eau, éthique, gestion responsable de la santé

*Économique* Efficience économique, maîtrise des coûts de la santé et de l'environnement

#### Dimension

*Spatiale* Maîtrise des transferts de coûts d'amont en aval

*Temporelle* Maîtrise des transferts de coûts d'une génération à l'autre

### MODE D'ÉVALUATION

1. Les gestionnaires de la distribution d'eau potable et de l'assainissement des eaux usées (communaux, intercommunaux ou à l'échelle du bassin versant) autorisent ou n'autorisent pas l'accès à leurs comptes.

A l'échelle du bassin versant, le calcul de l'indicateur correspond au rapport entre la population ayant libre accès aux comptes de l'eau et la population totale du bassin versant.

$$I_{acc} = \frac{Pop_{accès}}{(Pop_{accès} + Pop_{pasaccès})} * 100 \quad [\%]$$

où

$I_{acc}$  = indice d'accès aux comptes de l'eau [%]

$Pop_{accès}$  = population ayant un libre accès aux comptes de l'eau

$Pop_{pasaccès}$  = population n'ayant pas un libre accès aux comptes de l'eau

2. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_{acc}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 95	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
< 25	très mauvais	0

Les scores de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

--

#### RÉFÉRENCES

Loi fédérale du 17 décembre 2004 sur le principe de la transparence dans l'administration ((Loi sur la transparence, Ltrans), RS 152.3

Ordonnance du 24 mai 2006 sur le principe de la transparence dans l'administration (Ordonnance sur la transparence, Otrans), RS 152.31

## Indicateur no 17 - Information des consommateurs relative à l'eau potable

Capital : Social

Stock : Transparence

### DESCRIPTION

Cet indicateur mesure la diligence des gestionnaires de l'eau à respecter la loi et à publier les documents requis.

Les distributeurs d'eau potable ont l'obligation légale de livrer une eau de qualité convenant à la consommation et d'informer annuellement les consommateurs de sa qualité.

L'eau est une denrée alimentaire de première nécessité, irremplaçable et il est important d'instaurer un climat de confiance entre usagers et distributeurs d'eau potable.

Dans le cadre juridique faisant largement intervenir l'autocontrôle, la transparence est un moyen de créer et maintenir ce climat de confiance.

En Suisse, cet indicateur se justifie par l'article 275d de l'ordonnance fédérale sur les denrées alimentaires qui stipule que « *tout distributeur d'eau potable doit informer les consommateurs au sujet de la qualité de l'eau distribuée, une fois par année de manière exhaustive* ». L'association des chimistes cantonaux de Suisse (ACCS, 2003) a, dans un document préparé à cet effet, précisé le sens de l'expression « *de manière exhaustive* ».

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Qualité des ressources en eau

*Social* Santé, respect des lois et confiance, consommation responsable

*Économique* Coût de la santé et coût de potabilisation de l'eau

#### Dimension

*Spatiale* Confiance des usagers de l'ensemble du bassin versant

*Temporelle* Cohérence de la gestion de l'eau potable à long terme

### MODE D'ÉVALUATION

1. Selon les directives de l'ACCS (2003), les distributeurs sont tenus d'informer le consommateur de la qualité de l'eau du réseau, au moins à propos de tous les critères du tableau ci-dessous. La somme des points obtenus permet d'évaluer si l'information fournie est exhaustive ainsi que l'exige l'ODAI (art. 275d). Un critère qui n'est pas documenté obtient zéro point (tableau ci-dessous).

Critères ACCS (2003)	Points LEMANO
provenance	1
traitement	1
qualité microbiologique	3
qualité chimique	3
dureté totale en °F	1
teneur en nitrate	1

2. L'indice d'information à l'échelle du bassin versant est calculé en pondérant les points obtenus par le nombre de consommateurs alimentés en eau potable par chaque distributeur.

$$I_{inf} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * N_i}{N_{tot}}$$

où

- $I_{inf}$  = indice d'information  
 $P_i$  = points obtenus pour le distributeur i  
 $N_i$  = nombre d'habitants informés annuellement par le distributeur i  
 $N_{tot}$  = nombre total d'habitants du bassin versant

3. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_{inf}$ [points]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 8	très bon	100
6 - 8	bon	75
4 - 6	moyen	50
2 - 4	mauvais	25
< 2	très mauvais	0

Les seuils et appréciations de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

--

#### RÉFÉRENCES

- ACCS (Association des chimistes cantonaux de Suisse), (2003) Bulletin OFSP no 20
- ODAI, Ordonnance sur les denrées alimentaires du 1<sup>er</sup> mars 1995 (RS 817.02)

## Indicateur no 18 - Sensibilisation de la population

Capital : Social

Stock : Maîtrise de la demande

### DESCRIPTION

Cet indicateur témoigne de la volonté des gestionnaires d'inciter à un usage responsable de l'eau.

L'action d'informer, dont le but est d'amener les individus à un changement de comportement, est une des clés du développement durable. Cette sensibilisation doit toucher tous les usagers de l'eau : ménages, agriculteurs et industriels.

Il est important que les communes sensibilisent leurs administrés à la valeur essentielle de l'eau et les encouragent à adopter une attitude responsable et économe vis-à-vis de cette ressource. Il est de l'intérêt de tous, gestionnaires et consommateurs, de s'assurer que la quantité et la qualité des ressources disponibles soient préservées à long terme.

Les gestionnaires ont la responsabilité de prendre toutes les mesures, y compris l'élaboration de programmes de sensibilisation tous publics et scolaires pour préserver les biens et services générés par l'eau. Les efforts de sensibilisation incluent notamment la publication de documents, l'envoi de lettres aux usagers (consommateurs), l'organisation de visites de sites et toute autre initiative visant à sensibiliser les usagers de l'eau.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

<i>Environnemental</i>	Qualité et quantité des ressources en eau, intégrité des écosystèmes
<i>Social</i>	Responsabilisation des usagers, conscience collective, participation citoyenne
<i>Économique</i>	Maîtrise des investissements et des coûts

#### Dimension

<i>Spatiale</i>	Solidarité amont - aval
<i>Temporelle</i>	Solidarité intergénérationnelle

### MODE D'ÉVALUATION

1. Les efforts de sensibilisation fournis par les gestionnaires de l'eau (autorités communales ou leurs représentants) sont mesurés par l'existence d'au moins un programme de sensibilisation annuel. Si l'effort de sensibilisation n'est pas annuel, la population concernée n'est pas prise en considération dans le calcul de l'indicateur.

A l'échelle du bassin versant, le calcul de l'indicateur correspond au rapport entre la population visée par un programme de sensibilisation et la population totale du bassin versant.

$$I_{sens} = \frac{Pop_c}{Pop_{tot}} * 100$$

où

$I_{sens}$	= indicateur de sensibilisation de la population [%]
$Pop_c$	= population ciblée par un programme de sensibilisation
$Pop_{tot}$	= population totale du bassin versant

2. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_{sens}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
95 - 100	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
0 - 25	très mauvais	0

Les seuils et appréciations de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

L'indicateur ne mesure ni la qualité de l'information ni le taux de sensibilisation effectif de la population.

#### RÉFÉRENCES

--



## Indicateur no 19 - Politique de prix de l'eau potable

Capital : Social

Stock : Maîtrise de la demande

### DESCRIPTION

Cet indicateur évalue la politique tarifaire choisie par les gestionnaires de l'eau potable.

L'eau en tant que substance n'est pas monnayée. Seuls les services de distribution et de dépollution des eaux ménagères et industrielles sont facturés aux consommateurs. Cet indicateur concerne uniquement le prix du service de distribution et plus particulièrement sa part variable. En effet, le prix de l'eau potable inclut généralement une part fixe et une part variable (tarification binôme). La première sert à couvrir les frais fixes d'exploitation du réseau de distribution. Elle dépend du type de raccordement (ou de la taille du bâtiment raccordé) et varie donc selon le type d'abonné (maison individuelle, immeuble locatif, bâtiment industriel). La seconde sert à financer les coûts variables d'exploitation et dépend uniquement de la quantité d'eau consommée.

Cet indicateur s'appuie sur deux postulats. Le premier considère que l'eau est un bien commun et que chaque personne (physique ou morale) jouit des mêmes droits d'accès à cette ressource. Le deuxième préconise une utilisation parcimonieuse de l'eau potable qui est une ressource vitale.

Seule la diminution des marges de profits pourrait justifier la livraison en gros de l'eau potable. Cependant, lorsque le distributeur est une entreprise publique, la marge de profit devrait être nulle. Dans ce cas, la pratique de tarifs dégressifs correspond à subventionner les gros consommateurs, cette subvention étant "financée" par les petits consommateurs. En outre une telle pratique incite à la surconsommation.

Les gros consommateurs sont souvent des entreprises créatrices d'emplois et il est justifié d'encourager leur présence, mais cet encouragement ne devrait pas se faire au détriment des ressources naturelles ou de la population locale. Cet encouragement au développement économique devrait se faire à travers d'autres incitations économiques.

Pour toutes ces raisons, une politique de prix dégressifs est considérée comme non durable. Cette politique est donc à proscrire et le prix de l'eau potable au m<sup>3</sup> doit être maintenu constant et indépendant des volumes consommés.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques

*Social* Confiance dans la gestion, équité, prix des services de l'eau

*Économique* Coût de l'eau, financement des services de l'eau

#### Dimension

*Spatiale* Empreinte anthropique sur le cycle de l'eau

*Temporelle* Potentiel de développement et pérennisation de la disponibilité des ressources en eau

### MODE D'ÉVALUATION

1. Calcul de l'indicateur :

$$I_p = \frac{Q_f}{(Q_f + Q_d)} * 100 \quad [\%]$$

où

$I_p$  = indicateur de prix [%]

$Q_f$  = quantité d'eau vendue selon une politique de prix fixe à l'échelle du bassin versant [m<sup>3</sup>]

$Q_d$  = quantité d'eau vendue selon une politique de prix dégressifs à l'échelle du bassin versant [m<sup>3</sup>]

2. L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

$I_{sens}$ [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	score [%]
> 95	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
< 25	très mauvais	0

Les 5 % accordés à la catégorie "très bon" sont réservés au titre de la solidarité (notamment maintien d'activités artisanales traditionnelles).

Les seuils et appréciations de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

En cas de surexploitation des ressources locales, une politique de prix progressifs est envisageable. Cependant dans le contexte lémanique d'abondance relative de la ressource, la politique la plus adéquate correspond à un prix fixe au m<sup>3</sup>.

Il est important de préciser qu'un tarif basé uniquement sur la consommation induit un risque de gestion problématique. La diminution de la consommation peut en effet entraîner une sous-utilisation des infrastructures et une perte de revenus pour les services de distribution. Cette perte devra être compensée par une hausse du prix afin de couvrir les coûts fixes qui sont indépendants de la consommation.

Les effets d'échelle sont intégrés dans la part fixe de la facture de l'eau : proportionnellement, l'entretien d'un raccordement permettant un débit important est moins onéreux que l'entretien d'un raccordement de faible débit.

N'est pas prise en compte l'eau utilisée par l'agriculture ne provenant pas du réseau de distribution d'eau potable.

Il est bien entendu que pour les cas d'urgence, tels que les incendies, l'eau n'est pas facturée.

#### RÉFÉRENCES

- Bergamin J. (2006) La tarification de l'eau en Suisse Romande.
- Montignoul M. (2004) La structure de la tarification de l'eau potable et de l'assainissement en France.
- SSIGE (1980) Guide pour la perception de taxes et de contributions.

## Indicateur no 20 - Collaboration des acteurs de l'eau

Capital : Social

Stock : Organisation

### DESCRIPTION

Cet indicateur est une mesure des efforts de collaboration accomplis par les acteurs de l'eau pour améliorer la gestion globale de l'eau à l'échelle du bassin versant.

La collaboration intercommunale permet le partage de données et de la connaissance de la ressource en eau et d'améliorer ainsi sa gestion (protection, exploitation, distribution, assainissement, gestion de crises – pénurie d'eau et incendie, etc.).

Cette collaboration, par exemple au sein de communautés de communes, syndicats ou regroupement de communes, contrats de rivières permet de mieux appréhender les systèmes de l'eau à l'échelle du bassin versant ainsi que d'anticiper les risques éventuels découlant de décisions prises par les différents acteurs.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Intégrité des écosystèmes aquatiques et des ressources en eau

*Social* Solidarité et sécurité, coopération intercommunale

*Économique* Harmonisation des prix à l'échelle du bassin versant, optimisation des infrastructures de distribution d'eau potable et d'assainissement des eaux usées

#### Dimension

*Spatiale* Approche et vue intégrées des problématiques de l'eau à différentes échelles pertinentes et adoption de solutions globales adaptées (sous-bassin, bassin, pays)

*Temporelle* Potentiel de développement local et régional lié aux ressources en eau

### MODE D'ÉVALUATION

Selon l'étendue de la collaboration et du nombre de fonctions impliquées (essentiellement distribution d'eau potable et assainissement des eaux usées), des points sont attribués aux communes considérées.

Cas	Étendue de la collaboration	points
1	Ne collabore avec aucune autre commune du bassin versant	0
2	Collabore avec une seule commune du bassin versant pour une seule fonction	1
3	Collabore avec une seule commune du bassin versant pour plusieurs fonctions	2
4	Collabore avec plusieurs communes du bassin versant pour une seule fonction	3
5	Collabore avec plusieurs communes du bassin versant pour plusieurs fonctions	4
6	Collabore avec toutes les communes du bassin versant pour une seule fonction	5
7	Collabore avec toutes les communes du bassin versant pour plusieurs fonctions	6

Afin d'obtenir une valeur à l'échelle du bassin versant, les points obtenus par chaque commune sont pondérés en fonction du nombre d'habitants et sont ensuite additionnés, selon :

$$I_c = \sum_i^n \frac{pt_i \cdot pop_i}{pop_{tot}}$$

où

- $I_c$  = indicateur de collaboration
- $pt_i$  = points obtenus par la commune i
- $pop_i$  = population de la commune i
- $pop_{tot}$  = population de l'ensemble des communes du bassin versant

Le résultat ainsi obtenu est évalué à l'aide du tableau suivant :

$I_c$ [points]	Appréciation LEMANO	
	verbale	Score [%]
> 5.7	très bon	100
4.5 – 5.7	bon	75
3 – 4.5	moyen	50
1.5 - 3	mauvais	25
< 1.5	très mauvais	0

Les seuils et appréciations de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

#### REMARQUES

Les collaborations informelles peuvent jouer un rôle important, notamment dans l'échange d'information et dans la recherche de solutions, mais ne sont pas prises en compte ici, car difficile à documenter.

#### RÉFÉRENCES

--

## Indicateur no 21 - Achèvement des études légalement requises

Capital : Social

Stock : Organisation

### DESCRIPTION

Les législations suisses, françaises et européennes imposent de réaliser des études aux gestionnaires de l'eau et cet indicateur évalue dans quelle mesure ces obligations sont respectées.

Légalement, les organes de gestion des ressources en eau ont l'obligation de réaliser certaines études afin de garantir la qualité de leurs prestations. Ces études servent à établir un état des lieux des systèmes de l'eau, à identifier les besoins présents et futurs et à planifier les travaux à effectuer. Elles permettent également d'organiser les données sous forme de rapports et de plans. Est considérée ici aussi bien la réalisation d'études découlant d'obligations fédérales/nationales que cantonales/régionales.

### ENJEUX DÉVELOPPEMENT DURABLE

#### Domaine

*Environnemental* Connaissance et protection des écosystèmes et de la ressource

*Social* Disponibilité et qualité de l'eau potable

*Économique* Connaissance et optimisation des infrastructures de l'eau, emploi, prix de l'eau

#### Dimension

*Spatiale* Aménagement du territoire, intégrité amont/aval de l'écosystème, respect de bonnes conditions d'utilisation de la ressource pour l'aval (limitation du transfert de charge)

*Temporelle* Maintien à long terme de la valeur du «capital eau», de l'écosystème et des infrastructures de l'eau

### MODE D'ÉVALUATION

Le nombre d'études requises dépend des exigences légales en vigueur dans le bassin versant considéré. Les études à prendre en considération incluent notamment les études hydrogéologiques nécessaires à la détermination des zones de protection des sources et captages, les plans généraux d'évacuation des eaux (PGEE) et le plan directeur de distribution d'eau dans le cas du canton de Vaud (PDDE). L'avancement des études légalement requises est qualifié à l'aide du tableau suivant.

Avancement	Point
l'étude n'a pas débuté	0
l'étude est en cours	0.5
l'étude est achevée (et validée par les autorités compétentes)	1

L'indicateur correspond au rapport entre le nombre de points obtenus et le nombre d'études légalement requises.

$$I_{étude} = \frac{points}{E_{tot}} * 100 [\%]$$

où

$I_{étude}$  = Indicateur d'achèvement des études légalement requises

$points$  = Points obtenus en fonction de l'avancement des études

$E_{tot}$  = Nombre total des études légalement requises à l'échelle du bassin versant

Étude LEMANO – Évaluation de la gestion des ressources en eau du bassin de la Versoix

L'attribution d'un score au bassin versant se fait à l'aide de la grille ci-dessous :

<i>I</i> <sub>étude</sub> [%]	Appréciation LEMANO	
	verbale	Score [%]
> 95	très bon	100
75 - 95	bon	75
50 - 75	moyen	50
25 - 50	mauvais	25
< 25	très mauvais	0

Les seuils et appréciations de la grille d'évaluation sont attribués selon le meilleur jugement des auteurs de l'étude LEMANO.

**REMARQUES**

Seules les principales obligations légales actuellement en vigueur sont utilisées pour l'évaluation de cet indicateur.

Il n'est pas tenu compte de la qualité des études considérées.

**RÉFÉRENCES**

--