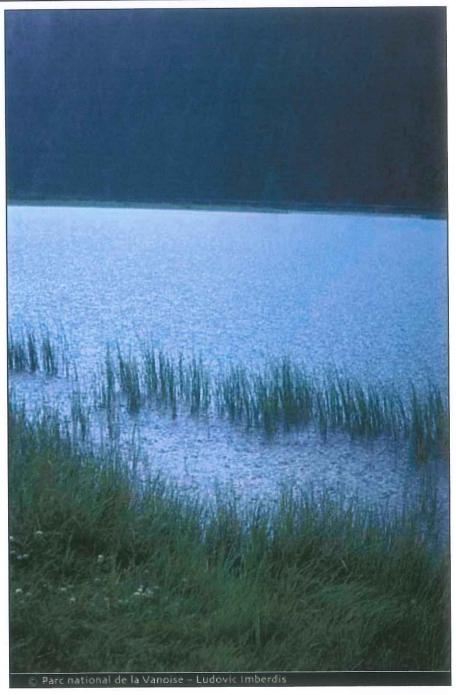


ANALYSES D'EAU AU PLAN DE TUEDA



Ludovic Imberdis septembre 2004



SOMMAIRE

PRESENTATION	2
METHODE	
LE SITE	3
RESULTATS BRUTS	
EUTROPHISATION DU PLAN D'EAU	5
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	
ANNEXE 1 : LOCALISATION DES PRELEVEMENTS	
ANNEXE 2 : HYDROGRAPHIE DU PLAN DE TUEDA	10
ANNEXE 3 : RESULTATS DES ANALYSES	11
ANNEXE 4 : EXTRAITS DU « GUIDE PRATIQUE DE L'AGENT PRELEVEUR »	16
ANNEXE 5 : BIBLIOGRAPHIE	21

PRESENTATION

La possible évolution de la qualité des eaux du lac du Tuéda nécessite un suivi par le gestionnaire. Les analyses physico-chimiques prescrites permettent d'établir une analyse succincte aux regards des impacts potentiels en utilisant les outils d'évaluation de la qualité des eaux des agences de l'eau (S.E.Q. Eau) et constituent un état zéro de référence nécessaire à la surveillance de la qualité des eaux et des milieux dans le futur.

L'évocation de l'eutrophisation du plan d'eau mérite une analyse rigoureuse en regard d'éléments objectifs.

METHODE

Deux séquences de prélèvements d'eau ont eu lieu les 17/06/03 et 15/09/03 sur les différents éléments du système hydrographique présents sur le plateau de Tuéda en 5 points (cf. Annexe 1) afin de comparer les analyses avant et après la saison estivale, pour évaluer l'impact des activités humaines sur le site ainsi qu'établir un état de référence. Les prélèvements ont été effectué le matin (entre 6 et 7h).

LE SITE

Le système hydrographique du Plan de Tuéda se constitue de trois éléments principaux (cf annexe 2) :

- le doron des Allues, présentant une forte minéralisation, issue des gypses du Vallon du Fruit et drainant uniquement les exutoires du lac et de la zone humide vers l'aval,
- un lac artificiel, avec une petite alimentation naturelle permanente de versant et une alimentation estivale, peu minéralisée, à partir du ruisseau du Vallon,
- une zone humide, alimentée par des apports de versants qualitativement et quantitativement permanents, sans rapport avec le Doron.

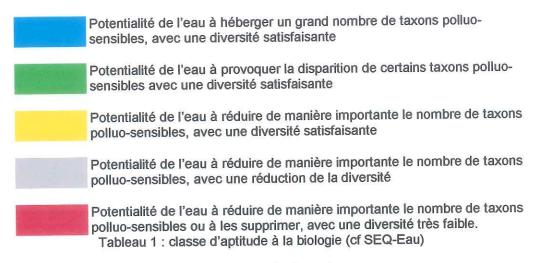
Le secteur du Plan de Tuéda est localisé à l'amont de la station de Méribel-Mottaret. Il est très fréquenté en été. Parallèlement, le site est parcouru en hiver par des pistes de ski de fond plus ou moins bien positionnées par rapport à la zone humide préservée. Les versants supportent des alpages estivaux regroupant un nombre important de bovins. Un atelier de fabrique est installé en rive gauche du Doron. Un élevage porcin permet l'élimination du petit lait mais entraîne le ruissellement des effluents dans le Doron.

RESULTATS BRUTS

Les résultats des analyses sont présentés dans l'annexe 2. La présentation utilise les classes de qualité (dite d'aptitude) définies par le SEQ-Eau (Système d'Evaluation de la Qualité) des agences de l'eau. Ces classes donnent l'aptitude de l'eau à la biologie ou aux usages anthropiques potentiels (les seuils en fonction des usages pouvant différer sur certains paramètres).

Dans le cas présent, et par rapport aux objectifs de la réserve naturelle, c'est bien sûr l'aptitude à la biologie qui a été retenue, les usages potentiels de l'eau sur la réserve n'étant pas des objectifs en soit mais pouvant être, notamment par rapport à l'empoissonnement du lac ou à des prélèvements, des aides à la bonne gestion.

Cinq classes d'aptitude à la biologie ont été définies, qui traduisent une simplification progressive de l'édifice biologique incluant la disparition des taxons polluo-sensibles et la réduction de la diversité taxonomique.



Par point, on peut noter les caractéristiques principales suivantes :

Point 1 (marais de Tuéda) : L'évolution de la DCO entre les deux trains de mesures relèvent probablement directement des MES plus fortes sur le second prélèvement (lié à l'échantillon et pas au milieu lui même, le rapport DCO/MES fort indiquant d'ailleurs un « apport » très organique.

Point 2 (Doron): Les mesures permettent d'appréhender les caractéristiques générales de l'eau du Doron: conductivité et MES très variables, fortes, liés à l'influence des eaux de fonte des neiges et glaces du glacier de Gébroulaz, fortement enrichie en sulfate par les gypses présents en amont du Saut, jusqu'au col du Soufre.

Point 3 (Lac de Tuéda) : La principale constatation sur les deux séquences de prélèvements concernent la stabilité des paramètres retenus. C'est la dilution du ruisselet de bas de pente (dont la source est située sous le chalet du Plan) par d'autres sources et arrivées d'eau de bas de pente de conductivité plus faible qui confère au lac une conductivité de l'ordre de 100 à 150 μS/cm.

Point 4 (mare du plateau) : la faible taille de cette gouille (et l'importante population de triton alpestre *Triturus alpestre* a motivé son intégration aux mesures, son volume réduit lui conférant une moins grande capacité d'absorption des « intrants » que les autres points de mesures et permettant une mise en évidence plus facile, nonobstant sa connexion périodique au Doron, aux moments d'élévation du niveau de celui-ci. Les différences entre les mesures relèvent de la même remarque que pour le point 1.

Point 5 (écoulement de bas de pente) : l'augmentation de la conductivité sur ce point de prélèvement relève des variations saisonnières et du relatif tarissement à l'approche de l'automne.

EUTROPHISATION DU PLAN D'EAU

Approche théorique

Si l'écosystème étang est souvent décrit comme un système confiné, une des principales caractéristiques du plan d'eau est pourtant sa charge externe, c'est-à-dire l'apport de nutriments et autres substances contenus dans les eaux d'alimentation. Dans ce sens, on comprend que l'évolution du système soit tributaire de celle du bassin versant. Un équilibre entre la production et la dégradation des substances organiques produites et transportées caractérise un système "sain". Les résidus du métabolisme se transforment en sédiments et se déposent au fond. Plus le système est productif, plus les résidus s'accumulent.

Les plans d'eau sont ainsi, chacun a leur rythme, condamnés a disparaître par comblement Cette lente disparition s'accompagne d'une évolution de la structure physique, chimique et biologique. On peut considérer, en théorie, qu'au cours de son vieillissement, un plan d'eau voit évoluer son état entre deux extrêmes:

- l'état oligotrophe (du grec oligo = peu, trophein = nourrir) caractérisé par une grande profondeur, une faible fertilité, d'où une végétation rare et une population piscicole peu abondante constituée de truites, saumons, ombles chevaliers (lère catégorie).
- et l'état eutrophe (du grec eu = bien) caractérisé par une faible profondeur, une forte fertilité. d'où une végétation riche et des poissons abondants quoique de 2nde catégorie (brème, carpe. gardon, goujon...).

L'eutrophisation désigne ce passage d'un état oligotrophe a un état eutrophe. Elle se réfère donc à la fois a une cause externe, la fertilisation, à une cause interne, la fertilité, à leurs effets sur la flore et la faune et à un paramètre presque indépendant, la profondeur. La pratique a sélectionné la définition concernant les effets : l'eutrophisation est généralement comprise comme l'augmentation de la production biologique ou comme un développement végétal excessif dans un milieu trop riche en nutriments.

Ce processus naturel se déroule à l'échelle géologique. Cependant, depuis quelques dizaines d'années, l'eutrophisation touche pratiquement tous les lacs et retenues, qui se voient envahis par les végétaux et comblés prématurément. Les apports anthropiques de nutriments en sont responsables.

En effet, si la charge externe augmente dans des proportions telles que le système ne peut plus digérer toute la matière produite, des dépôts consommateurs d'oxygène s'accumulent alors au fond et les sédiments commencent a relâcher des nutriments. Le plan d'eau, outre sa charge

externe, subit alors également une croissance de charge interne, il y a processus d'eutrophisation.

Les concentrations en nutriments des eaux d'alimentation des plans d'eau (ruissellement, eaux superficielles et souterraines) ont été augmentées ces dernières décennies par les rejets domestiques, industriels et agricoles, de façon ponctuelle ou diffuse. Si les apports azotés semblent responsables des marées vertes littorales, les apports phosphates ont leur responsabilité dans les phénomènes de prolifération d'algues et de macrophytes des milieux aquatiques continentaux. Dans ces milieux le rapport massique azote / phosphore est compris entre 20 et 40. Or un rapport de 7 (soit 1 atome de P / 16 atome de N) est le minimum nécessaire au développement d'une algue. Le phosphore apparaît donc comme un facteur limitant de la production.

Le phosphore est naturellement présent dans le milieu naturel. Par contre cette source naturelle devient bien souvent négligeable devant les apports anthropiques. Ils peuvent être d'origine domestique ou industrielle et sont alors bien localisés, on parlera de source ponctuelle. Une autre source, plus diffuse, est constituée des exploitations et parcelles agricoles.

Pour les sources ponctuelles, un équivalent habitant rejette du phosphore à parts à peu près égales, entre le phosphore métabolique et le phosphore des produits détergents. Pour les sources diffuses, la pollution provient des parcelles exploitées, mais aussi des exploitations elles-mêmes. Ainsi les surfaces imperméabilisées (routes, aires d'attente de salle de traite, stabulations, cours de ferme) reçoivent les déjections qui s'accumulent en période sèche et rejoignent sols et rivières à l'arrivés des pluies.

Contexte du plan d'eau de Tuéda

Si le plan d'eau de Tuéda s'inscrit dans un contexte fortement anthropique, sa position géographique à l'amont des principales sources d'apport limite les impacts par sources ponctuelles (absence d'habitat permanent à l'amont du lac et sur l'ensemble du bassin versant alimentant le lac).

Pour le pâturage, les deux alpagistes parcourent l'un le versant Ramée et le plateau du Fruit (avec 300 génisses) et l'autre les alpages du Plan ainsi que des mures rouges (avec une centaine de vaches laitières, une cinquantaine de chèvres). Les porcs nourris au petit lait à la cave de Tuéda, s'ils évitent d'avoir à traiter directement l'élimination de ce résidu de la fabrication du beaufort, produisent du lisier qui en l'état ruisselle directement dans le Doron.

L'agriculture amène un autre « intrant » sous la forme de fumure qui a été par le passé soit chimique soit naturelle (fumier).

Si les productions organiques correspondantes sont diffuses, elles sont loin d'être négligeables en terme « d'équivalent-habitant » (EQH) (cf. tableau 2), le cheptel représentant l'équivalent de 6000 habitants.

300 MO* =	5 eqh
576 MO =	10 eqh
1620 MO =	28 eqh
	576 MO =

^{*} MO = grammes de matières oxydables produits par jour

Tableau 2 : correspondance animaux domestiques / équivalent-habitant

C'est essentiellement le Doron qui subit le plus fort impact de ces sources diffuses : drainage et lessivage des déjections et du lisier lors des pluies. Les autres éléments de l'hydrographie, s'ils ne sont pas à l'abri, de ces sources diffuses, profitent de la connexité faible du système (isolement du marais, du lac et du doron entre eux, excepté les exutoires des deux premiers dans le dernier).

Résultats

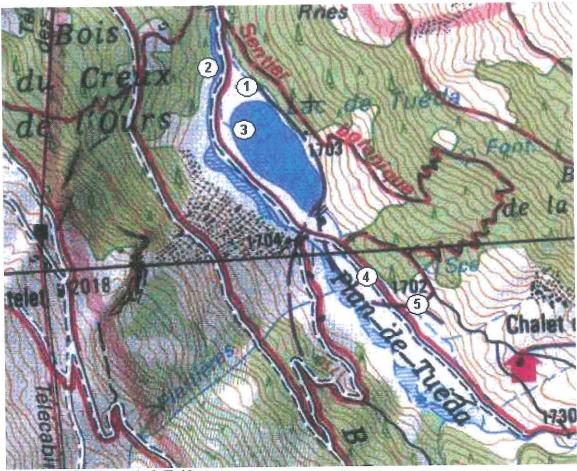
Les analyses relèvent bien une légère augmentation des matières phosphorées entre les analyses de début et de fin de saison mais les valeurs relevées ne sont pas significatives de milieux fortement perturbés (elles sont inférieures au niveau maximal admis pour des eaux « naturelles ») et sont insuffisantes pour déclencher une eutrophisation du plan d'eau.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ces analyses, si elles mettent pas en évidence une incidence directe des activités humaines sur le site, ont l'avantage de constituer un état zéro rarement disponible en cas de pollution ou d'évolution des activités environnantes.

Si la qualité et la richesse des milieux aquatiques sont un des enjeux de gestion des milieux de la réserve, l'utilisation dans le futur des IGB, faisant intervenir des aspects faunistiques au delà des simples aspects simplement chimiques (utilisés lors de ces tests) est souhaitable.

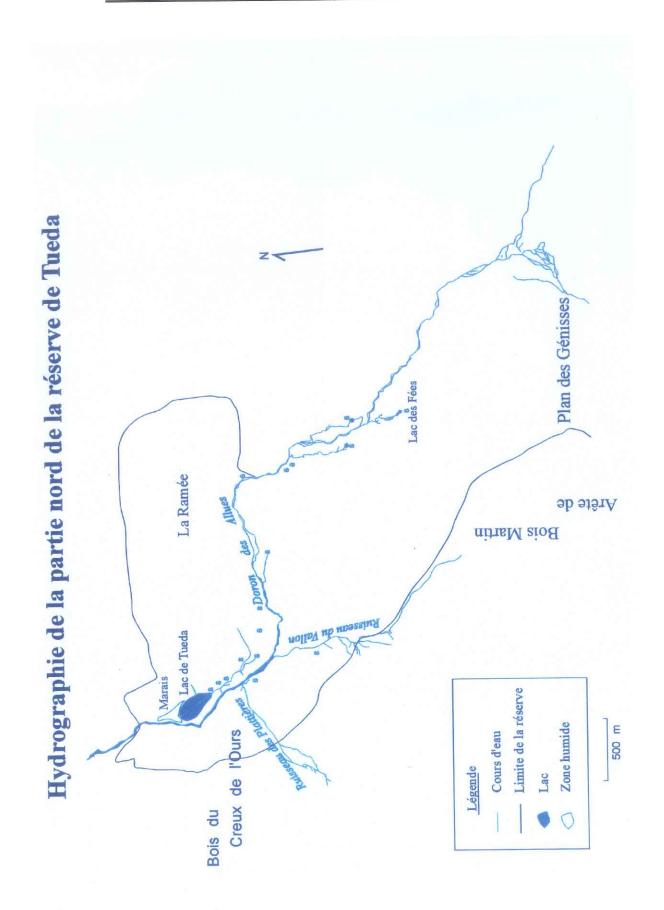
ANNEXE 1: LOCALISATION DES PRELEVEMENTS



Point 1 : marais de Tuéda,

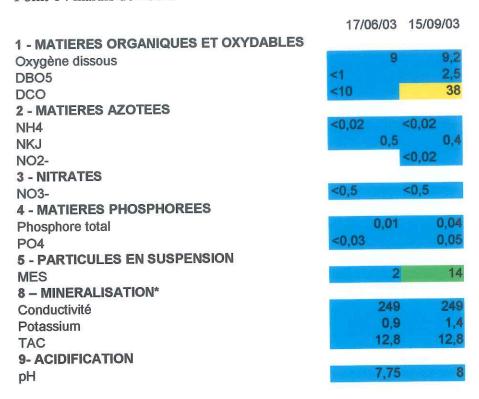
Point 2 : doron des Allues en aval du plateau de Tuéda
Point 3 : lac de Tuéda (au niveau de l'exutoire)
Point 4 : mare du plateau (site à triton alpestre)
Point 5 : écoulement de bas de pente alimentant en partie le lac.

ANNEXE 2: HYDROGRAPHIE DU PLAN DE TUEDA



ANNEXE 3: RESULTATS DES ANALYSES

Point 1: marais de Tuéda



NB : la couleur est relative à la classe de qualité de l'eau pour l'aptitude à la biologie (cf. S.E.Q. eau)



^{*:} la minéralisation n'est pas prise en compte pour les classes d'aptitude à la biologie (en effet celle-ci est naturellement très variable), les classes données ne le sont qu'à titre indicatif et utilise les seuils de l'usage « production d'eau potable » pour la conductivité et le potassium et « aquaculture » pour le TAC. (idem pour les autres points de prélèvementst)

Point 2 : Doron des Allues en aval du plateau de Tuéda

1 - MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES	17/0	6/03	15/09	9/03
Oxygène dissous DBO5 DCO	<1 <10	9,2	<1 <10	9,2
2 - MATIERES AZOTEES NH4 NKJ	<0,02	0,3		0,02
NO2- 3 - NITRATES NO3- 4 - MATIERES PHOSPHOREES		0,04	<0,03	0,8
Phosphore total PO4 5 - PARTICULES EN SUSPENSION		0,2		0,07
MES 8 - MINERALISATION	580	280		56 765
Conductivité Potassium TAC		0,5		1,1 4,9
9- ACIDIFICATION pH		7,45		7,95



Point 3 : lac de Tuéda, au niveau de l'exutoire

	17/06/03 15	/09/03
1 - MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES		
Oxygène dissous	9,5	9,3
DBO5	1	1
DCO	<10 <1	0
2 - MATIERES AZOTEES		
NH4		,02
NKJ	0,5	0,4
NO2-	<0,03 <0	,03
3 - NITRATES		
NO3-	<0,5 <0	,5
4 - MATIERES PHOSPHOREES		
Phosphore total	<0,01	0,02
PO4	<0,03	0,05
5 - PARTICULES EN SUSPENSION		0
MES	<2	3
8 - MINERALISATION*	404	400
Conductivité	121	133
Potassium	1,5	1,8
TAC*	5,5	5,7
9- ACIDIFICATION	0.7	0.7
PH**	8,7	8,7
Tràc họn		

Très bon
Bon
Passable
Mauvais
Très
mauvais

L'utilisation des seuils pour l'usage « Aquaculture » donne les mêmes indications de classes que pour l'aptitude à la biologie.

Point 4 : mare du plateau (site à triton alpestre)

1 - MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES Oxygène dissous <1 DBO5 31 <10 DCO 2 - MATIERES AZOTEES <0,02 NH4 1,1 NKJ <0,03 <0,03 NO2-3 - NITRATES <0,5 0,5 NO3-4 - MATIERES PHOSPHOREES 0,04 <0,01 Phosphore total <0,03 <0,03 PO4 5 - PARTICULES EN SUSPENSION 25 **MES** 8 - MINERALISATION* Conductivité 5,1 4,6 Potassium 21,8 21 TAC 9- ACIDIFICATION 7,85 7,85 pH

17/06/03 15/09/03



Point 5 : écoulement de bas de pente alimentant en partie le lac

1 - MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES

Oxygène dissous

DBO5

DCO

2 - MATIERES AZOTEES

NH4

NKJ

NO2-

3 - NITRATES

NO3-

4 - MATIERES PHOSPHOREES

Phosphore total

PO4

5 - PARTICULES EN SUSPENSION

MES

8 - MINERALISATION*

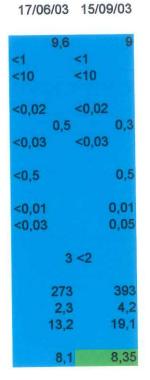
Conductivité

Potassium

TAC

9- ACIDIFICATION

pH





ANNEXE 4 : EXTRAITS DU « GUIDE PRATIQUE DE L'AGENT PRELEVEUR »

	PESTICIDES		
Produits chlorés Aldrine Captafol (Difolatan) DDD DDE DDT Difocol Dieldrine Endosulfan Endrine HCB α HCH β HCH γ HCH (Lindane) Heptachlore Heptachlore Heptachlore Pentachlorophénol (eau) Tetradifon Produits phosphorés Azinphos	Carbophénothion Chlorpyriphos-éthyle Disulfoton Ethion Fénitrothion Malathion Oxydémeton-méthyle Parathion Phorate Phtalates di-éthyl-hexylphtalate di-méthyl-phtalate di-n-butylphtalate Triazines (eau) Amétryne - Atrazine Cyanazine - Prométryne Propazine - Simazine Terbumeton Terbuthylazine Colorants nitrés (eau) Dinosèbe	2. 电子	Dinoterbe DNOC Phytohormones de synthèse (eau) Fénoprop MCPA MCPP (mécoprop) 2,4 - D 2,4 - DP 2,4,5 - T Dithiocarbonates dosage global (dans les sédiments) Pyrêthrénoïdes de synthèse (eau) Deltaméthrine Fenvalérate Divers (eau) Bromopropylate Molinate Néburon Pendiméthaline Propanil

Π - paramètres physico-chimiques, substances non métalliques, toxiques ou indésirables symbole, définition, signification.

Paramètre	Symbole ou Abréviation	Définition - Signification	Remarques
Potentiel hydrogène	рН	grandeur utilisée pour caractériser le degré d'acidité ou de basicité d'une eau Voir page 52	
Conductivité		aptitude d'une eau à conduire le courant électrique. La conductivité est étroitement liée à la teneur en sels dissous de l'eau (salinité).	Voir page 54
Matières en suspension	M.E.S.	matières solides séparées par filtration sur disque filtrant en fibres de verre ou par centrifugation et séchées à 105° C.	terme désignant les matières en suspension, décantables ou non.
Matières volatiles en suspension	M.V.S.	perte de masse des MES due à leur calcination dans un four à 550°C. Cette perte correspond à la fraction organique des MES, la masse restante à la fraction minérale	terme impropre utilisé couramment. Le résultat des MVS est généralement exprimé en % de la masse des M.E.S.

Essai de putrescibilité		essai permettant de mettre en évidence le pouvoir réducteur des matières organiques, c'est-à-dire l'aptitude à fixer l'oxygène, par la décoloration d'une solution de bleu de méthylène. bleu de méthylène Consommation décoloré de l'oxygène (essai de putrescibilité dissous du milieu positif) (disparition des nitrates le cas échéant)	- durée maximale de l'essai : 5 jours (essai positif en x heures ou en x jours ou essai négatif)
Elément Oxygène	0	phytoplancton H ₂ O + CO ₂ fixation du CO ₃ Ca par certains organismes marins O ₂ CO ₂ respiration CO ₂	Principaux échanges d'oxygène dans la nature CO3Ca carbonate de calcium O2 oxygène moléculaire CO2 anhydride carbonique O ion oxygène H2O eau O3 ozone Ca calcium
Elément Oxygène	0	Matières organiques (d'origine animale, végétale, industrielle) Matières organiques (d'origine animale, végétale, industrielle) Tablic Oxygène élémentaire (Commi par réactifs chimiques Demande chimique en oxygène - Oxydabilité	eau + gaz carbonique + autres éléments eau + gaz carbonique + autres éléments (oxygène cédé par le bichromate de potassium) (oxygène cédé par le permanganate de potassium)
Demande chimique en oxygène	DCO	quantité d'oxygène consommée par voie chimique dans les conditions de l'essai pour assurer la dégradation des matières réductrices. Par simplification, on admettra que la DCO est une mesure représentative de la charge organique d'une eau	La mesure de la DCO est effectuée sur les eaux résiduaires (effluents, aval immédiat des rejets). Elle n'est pas applicable aux eaux naturelles ou faiblement polluées (manque de précision).
Oxygène cédé par KMnO4 en 4 h (oxydabilité au permanganate)	Oxydabilité	même principe que celui correspondant à la DCO mais dégradation moins forte des matières réductriges.	La mesure de l'oxydabilité remplace celle de la DCO sur les eaux de rivière (amont et aval des rejets).
Carbone organique	C	carbone présent dans les matières organiques dissoutes et en suspension dans l'eau.	Le carbone organique permet une bonne évaluation des substances organiques présentes dans l'eau. (Peut remplacer la DCO et l'oxydabilité).

Sulfate	SO ₄ 2-	Les sulfates existent dans les eaux courantes à des concentrations variables selon la nature pétrographique des terrains traversés (dissolution du gypse). Une augmentation de la teneur en sulfates peut être considérée comme un indice de pollution industrielle.	si teneur en sulfates conductivité
Nitrite	NO ₂ -	Forme oxygénée de l'azote, peu stable, qui s'insère dans le cycle de l'azote entre l'azote ammoniacal (NH ₄ +) et l'azote nitrique (NO ₃ -). On peut trouver des nitrites par défaut d'oxygène dissous dans le milieu: Azote ammoniacal Processus bacterien Azote nitrique La présence de nitrites d'origine naturelle est rare. Une eau renfermant des nitrites peut être considérée comme suspecte voire toxique pour les poissons.	
Nitrate	NO ₃ -	Forme la plus oxygénée de l'azote. A de fortes concentrations, la présence de nitrates indique une pollution d'origine industrielle ou due à un lessivage de terrains de culture.	un excès de nitrates peut entraîner une prolifération anormale d'algues.
Orthophosphate	PO ₄ 3-	Il représente la forme minérale prépondérante du phosphore dans l'eau. Il provient de la dégradation de la matière organique ou des polyphosphates (utilisés pour le traitement des eaux ou comme adjuvants actifs dans les détergents). Sa présence dans l'eau est également liée à l'utilisation des engrais	un excès de phosphates peut entraîner une prolifération anormale d'algues.

bases d'interprétation des résultats d'analyses physico-chimiques

I -	valeurs guides des composantes physico-chimiques dans le milieu naturel	91
${\rm I\hspace{1em}I}$ -	les grands types de pollution	93

I - valeurs guides des composantes physico-chimiques dans le milieu naturel.

	EAUX MINERALISEES (Régions de type	EAUX PEU MINERALISEES	EAUX SALMONICOLES		EAUX CYPRINICOLES		Concentrations satisfaisantes pour
PARAMETRES	calcaire)	(Région à substrat acide)	G	I	G	I	la vie piscicole dans les eaux douces
T°C	9			écart amont aval→1,5°C max→21,5°C	ė	écart amont aval→3°C max →28°C	10
рН	6,5 à 8,5	6,0 à 6,5		6,0 à 9,0		6,0 à 9,0	6 à 8,5
Conductivité µS/cm	200 à 600 sauf terrain particulier	50 à 200					< 700 sauf terrain particulier
M.E.S.			€ 25		≤ 25		< 30
Indice de Putrescibilité	Négatif	Négatif Si indice de pu		gatif sitif → milieu re		gatif absence des form	Négatif nes oxygénées de l'azote
D.B.O.			≤ 3		≤ 6		< 4
D.C.O.		10					< 30
Oxydabilité	< 3	< 6			192		< 6
Azote Kjeldahl (N)	Paramètre	Paramètre effectué sur rejet de la station d'épuration pour apprécier la quantité restante d'azote organique					
Oxygène dissous	00 2		Taux de ≥ 98 %	> 6,0 saturation ≥ 75 %		> 4,0	> 6,0

Directives piscicoles de Bruxelles :

I → valeurs impératives

G → valeurs guides

Les résultats de ce tableau sont exprimés en mg/l sauf pour les 3 premiers paramètres et l'acidité.

25 - Commence Commence - 1720	EAUX MINERALISEES (Régions de type	EAUX PEU MINERALISEES	EAUX SA	LMONICOLES	EAUX C	YPRINICOLES	Concentrations satisfaisantes pour
PARAMETRES	calcaire)	(Région à substrat acide)	G	Ĭ	G	I	la vie piscicole dans les eaux douces
T°C				écart amont aval→1,5°C		écart amont aval→3°C	
Sulfure H ₂ S	€ ∰	V.			14		< 0,05
Chlore				E			< 0,02
Carbonate CO ₃ ² -							< 5
Hydrogénocarbonates HCO3 ⁻	100 à 300	20 à 80 - 100					< 400
Chlorures Cl-	3 à 20	2 à 5 sauf rivières bretonnes (20 à 30)					< 50
Sulfates SO ₄ ² -				D.			< 100 sauf terrain gypseux
Nitrites NO ₂ -			< 0,01	≤ 0.1	< 0,03	€ 0,3	< 0,20
Nitrates NO3-							< 20
Orthophosphates PO ₄ ³ .			≤ 0,2		≤ 0,4		< 0,30
Acidité H + exprimée en ml/litre d'acide N/10	9						< 0,05
Calcium Ca++ .	40 à 100	5 à 30 - 40				-	150
Magnésium Mg++							5 à 10 sauf la région du Midi et quelques cours d'eau lorrains (10 à 30)
Sodium Na+							< 30
Potassium K+							< 10
Ammonium NH4+		0	€ 0,04	€ 0,5	≤ 0,20	€ 1,0	< 0,30
Fer total Fe		4.					< 0,30
Manganèse Mn							< 0,10
Aluminium Al							< 0,08
Argent Ag							
Cadmium Cd							< 0,005
Chrome hexavalent Cr6+							< 0,01
Chrome total Cr			+				< 0,005
Cobalt Co			la .				< 0,02
Cuivre Cu							< 0,002
Mercure Hg							< 0,001
Molybdène Mo							

ANNEXE 5: BIBLIOGRAPHIE

AGENCE DE L'EAU, 1996-1999 - systèmes d'évaluation de la qualité de l'eau et des cours d'eau, les études des agence de l'eau n°64 et n°72 (principes généraux et annexe)

ARRIGNON J, 1998 - , 1998 - Aménagement piscicole des eaux douces, Tec & Doc.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, 1991 – Guide pratique de l'agent préleveur.

PASQUIER S, 2000 – Hydeogéologie du Plan de Tuéda, LGHAM & Parc national de la Vanoise

PEREZ M-I, 1995 – Impact des plans d'eau sur les rivières de 1^{ère} catégorie piscicole, mémoire de fin d'études ENSA Rennes