

ANALYSES DE L'EAU / PRESENTATION GENERALE

Les études de qualité des eaux naturelles comportent trois étapes :

- ⇒ l'échantillonnage,
- ⇒ l'analyse,
- ⇒ l'interprétation.

L'échantillonnage.

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser.

Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

Matériau de flaconnage

La nature du matériau du récipient de prélèvement est importante, car celui-ci ne doit pas entrer en réaction avec l'eau à analyser => Passage en solution d'éléments chimiques entrant dans la composition du flacon ou fixation de certains ions de l'eau sur les parois du récipient... Le matériau idéal n'existe pas et l'emploi de tel produit plutôt que tel autre dépend de la nature des éléments à doser :

- ⇒ le quartz est le matériau le plus adapté pour la bonne conservation des échantillons mais s'avère très fragile ;
- ⇒ le verre et le Pyrex peuvent être employés sans problème pour le dosage des ions majeurs. Cependant des oligo-éléments peuvent passer en solution dans l'eau (silice du verre et bore du Pyrex) ;
- ⇒ le polyéthylène est souvent recommandé pour tout échantillonnage, surtout pour les prélèvements en vue de mesures d'éléments radioactifs. Relativement poreux vis-à-vis des gaz, on lui préfère cependant le verre pour le prélèvement et la conservation des eaux fortement chargées en gaz (la diffusion est cependant assez lente).
- ⇒ les sachets de prélèvement en polyvinyle présentent l'avantage de ne servir qu'une seule fois, mais ils ont l'inconvénient de libérer du chlore si ces sachets restent trop longtemps exposés à la lumière.

Modifications possibles de l'échantillon

Le fait de prélever un échantillon d'eau et de le séparer de son milieu naturel entraîne des modifications plus ou moins importantes selon les paramètres. Certains peuvent être considérés comme stables à l'échelle de temps à laquelle on travaille, mais d'autres varient très rapidement : la température, la conductivité, le pH et les gaz dissous, enfin les nitrates et les sulfates.

Une variation de température entraîne une modification des constantes d'équilibres des éléments en suspension. Pour établir de nouveaux équilibres à la nouvelle température ambiante, diverses réactions chimiques se

produisent qui peuvent entraîner la précipitation de sels, favoriser la mise en solution de gaz... Toutefois, une température basse (environ 4°C) bloque l'évolution des réactions.

La mise en contact avec l'air et la décompression sont également responsables de changements au sein de la solution.

Chaque espèce ionique participe à la conductivité totale d'une solution. Aussi, toute modification des équilibres chimiques, donc des proportions relatives des éléments dissous, entraîne un changement de conductivité. Le CO₂ en solution tend d'autant plus à s'échapper que la température de l'eau est plus élevée. Un départ de CO₂ peut provoquer la précipitation de carbonate, qui à son tour modifie le pH. Les nitrates et les sulfates peuvent être réduits par l'activité bactérienne.

Représentativité des échantillons

⇒ Puits et forages

Un prélèvement effectué sur une eau ayant longtemps stagné n'est pas représentatif de la nappe. En effet, l'eau a subi l'influence du matériau de tubage et des éléments extérieurs (pollution, pluie...). Pour obtenir un échantillon moyen de l'horizon capté, il est nécessaire de pomper suffisamment longtemps pour renouveler l'eau contenue dans le tubage / cuvelage. Si l'ouvrage capte plusieurs horizons aquifères, l'échantillon sera un mélange des différentes eaux, dont les proportions sont directement liées aux transmissivités des différents niveaux. Pour obtenir des échantillons ponctuels à différentes profondeurs, il est possible d'utiliser des récipients lestés et munis d'un système de fermeture actionnable depuis la surface (hydrocapteurs). Pour limiter le brassage de l'eau lors de la prise d'échantillon, il est recommandé d'utiliser des hydrocapteurs dont le diamètre est très inférieur à celui du forage et de les manipuler avec une extrême lenteur. L'utilisation d'hydrocapteurs descendus en position ouverte permet de les rincer au fur et à mesure de leur descente.

⇒ Eaux superficielles

Les prélèvements doivent être effectués de façon à éviter au maximum les effets de bords (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond, eau stagnante trop près des rives...). Il peut être nécessaire de constituer un échantillon « moyen » en mêlant plusieurs prélèvements effectués en divers points d'une section de rivière, afin de mieux connaître la chimie moyenne de l'eau sur une section donnée. En revanche, il est indispensable d'effectuer différents prélèvements dans l'espace et dans le temps et de les traiter séparément pour étudier le fonctionnement d'une mare.

Mesures in situ

La température, le pH, la conductivité, l'alcalinité et l'oxygène dissous doivent être mesurés in situ. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu et susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site.

L'idéal est d'effectuer les mesures en continu (sauf l'alcalinité qui se mesure par titration), en plein courant s'il s'agit d'une rivière, ou dans un seau placé au refoulement de la pompe s'il s'agit d'eau souterraine. Il faut veiller à ne pas aérer l'eau (risque de précipitation d'éléments en solution, oxygénation...).

Méthodes d'analyse.

Les matériels et méthodes utilisables sur le terrain sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : matériels et méthodes d'analyse de l'eau sur le terrain (source : DROUART Eric, VOUILLAMOZ Jean-Michel, *Alimentation en eau potable des populations menacées*, Action contre la faim, Hermann éditeurs, 1999, paris)

Paramètre	Mesure par sonde portable électrochimique	Photométrie (spectrométrie)	Titration ou colorimétrie
pH	X		
Conductivité	X		
Chlorures	X	X	X
Alcalinité			X
Phosphates	X	X	X
Sulfates		X	X
Nitrates / Nitrites	Nitrates		
Ammoniac	X	X	X
Calcium	X	X	X
Magnésium	X	X	X
Sodium	X		
Potassium	X	X	X
Dureté		X	X
Fer		X	X
Manganèse		X	X
Fluorures	X	X	
Silice		X	X
Aluminium			X
Chlore			X
Hydrogène sulfuré		X	X
Oxygène	X		
Oxydabilité			X

Les méthodes évoquées dans le tableau ci-dessus correspondent à l'emploi de matériel léger et relativement convivial. Il faut cependant garder en mémoire le fait que :

- ⇒ les analyses réalisées par colorimétrie et interprétées visuellement ne sont pas très précises ;
- ⇒ les analyses faites par ionométrie, requérant l'emploi de sonde spécifique, sont simples à mettre en œuvre, mais les sondes sont fragiles et de durée de vie limitée (environ un an et onéreuses) ;
- ⇒ pour obtenir des analyses précises des éléments « majeurs », il est recommandé de s'adresser à un laboratoire, ce qui ne représente pas un coût excessif. De plus, cela permet de valider les analyses réalisées par l'équipement de terrain, qui pourra, le cas échéant, être utilisé de façon plus routinière ;
- ⇒ l'utilisation de bandelette pour la mesure du pH donne des résultats approximatifs.

Eléments d'interprétation

- Eaux souterraines.

La caractérisation des eaux souterraines concerne essentiellement l'analyse des paramètres de base (pH, température et conductivité) des ions majeurs et d'éventuels éléments traces. Les analyses des isotopes ne sont pas évoquées ici.

La conductivité, la température et le pH permettent de définir les caractéristiques fondamentales de l'eau. La recherche des contrastes de ces paramètres entre différents points de mesures facilite la mise en évidence de zones d'alimentation, de pollution ou de géologie différente.

- Eaux de surface.

Le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la température et la turbidité sont mesurés in situ. Ils permettent une première estimation de la qualité du milieu.

Les phosphates, l'ammoniac, les nitrates et le fer permettent d'apprécier l'impact de rejets polluants. Les analyses bactériologiques confirment, en général, la pollution microbienne de ces eaux de surface et permettent d'en fixer l'importance.

Les indices biologiques sont surtout intéressants pour les eaux courantes. Les périodes et les stations d'études doivent être choisies pour cerner au mieux la variabilité spatiale et temporelle de la qualité du milieu (cf. paragraphe relatif à l'échantillonnage).

Une grille d'analyse type est présentée dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : grille d'interprétation de l'analyse d'eau de surface destinée à la consommation humaine (source : DROUART Eric, VOUILLAMOZ Jean-Michel, *Alimentation en eau potable des populations menacées*, Action contre la faim, Hermann éditeurs, 1999, paris)

	Traitement physique simple, désinfection		Traitements physiques et chimiques, désinfection		Traitements physiques et chimiques approfondis, affinage, désinfection	
	Valeur guide	Impératif	Valeur guide	Impératif	Valeur guide	Impératif
pH	6,5 à 8,5		5,5 à 9		5,5 à 9	
Conductivité (µS/cm à 20°C)	1.000		1.000		1.000	
Température (°C)	22	25	22	25	22	25
Oxygène dissous (% saturation)	> 70		> 50		> 30	
DBO ₅ (mg/l O ₂)	< 3		< 5		< 7	
DCO					30	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,005		1	1,5	2	4
NO ₃ ⁻ (mg/l)	25	50		50		50
P ₂ O ₅ (mg/l)	0,4		0,7		0,7	
Fer dissous (mg/l)	0,1	0,3	1	2	1	
Mn (mg/l)	0,05		0,1		1	
Coliformes totaux (nombre/100 ml)	50		5.000		50.000	
Coliforme thermotolérants (nombre/100 ml)	20		2.000		20.000	

Cette grille, issue de la norme française, doit être interprétée en fonction du contexte d'intervention et complétée par les indices mentionnés dans le tableau 3 ci-dessous :

Tableau 3 : indicateurs chimiques de qualité des eaux de surface (source : DROUART Eric, VOUILLAMOZ Jean-Michel, *Alimentation en eau potable des populations menacées*, Action contre la faim, Hermann éditeurs, 1999, paris)

	Situation normale / eau normale	Situation douteuse / eau pollué	Situation anormale / eau fortement polluée
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	< 20	20 à 120	> 120
PO ₄ ²⁻ (mg/l)		300 à 500	> 500
NO ₂ ⁻ (mg/l)	< 0,01	0,01 à 0,1	> 1
NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 0,01	0,01 à 0,1	> 1
Oxydabilité (mg/l O ₂)	> 2	2 à 3	3 à 6
DBO ₅ (mg/l O ₂)	< 1	3 à 6	> 6