
Qualité de l'eau — Échantillonnage —

Partie 11:

Guide général pour l'échantillonnage des eaux
souterraines

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Water quality — Sampling —

ISO 5667-11:1993

Part 11: Guidance on sampling of groundwaters

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac2c5266-8296-4067-8065-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac2c5266-8296-4067-8065-f183ee1bc505/iso-5667-11-1993)

[f183ee1bc505/iso-5667-11-1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac2c5266-8296-4067-8065-f183ee1bc505/iso-5667-11-1993)



Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5667-11 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*, sous-comité SC 6, *Échantillonnage (méthodes générales)*.

ISO 5667-11:1993

L'ISO 5667 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Qualité de l'eau — Échantillonnage*:

- *Partie 1: Guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage*
- *Partie 2: Guide général sur les techniques d'échantillonnage*
- *Partie 3: Guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons*
- *Partie 4: Guide pour l'échantillonnage des eaux des lacs naturels et des lacs artificiels*
- *Partie 5: Guide pour l'échantillonnage de l'eau potable et de l'eau utilisée dans l'industrie alimentaire et des boissons*
- *Partie 6: Guide pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau*
- *Partie 7: Guide général pour l'échantillonnage des eaux et des vapeurs dans les chaudières*

© ISO 1993

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

- *Partie 8: Guide général pour l'échantillonnage des dépôts humides*
 - *Partie 9: Guide général pour l'échantillonnage des eaux marines*
 - *Partie 10: Guide pour l'échantillonnage des eaux résiduaires*
 - *Partie 11: Guide général pour l'échantillonnage des eaux souterraines*
 - *Partie 12: Guide général pour l'échantillonnage des sédiments*
- L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 5667.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 5667-11:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae2c526b-8296-46b7-80b3-f183ee1bc505/iso-5667-11-1993)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae2c526b-8296-46b7-80b3-f183ee1bc505/iso-5667-11-1993>

Introduction

La présente partie de l'ISO 5667 appartient à une série de normes relatives à l'échantillonnage de types d'eau spécifiques. Il convient de lire conjointement l'ISO 5667-1, l'ISO 5667-2 et l'ISO 5667-3 qui traitent respectivement, sous leurs aspects généraux, de l'établissement des programmes d'échantillonnage, des techniques d'échantillonnages et des méthodes de conservation et de manipulation des échantillons. La terminologie générale utilisée est conforme aux normes terminologiques publiées par l'ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*, et notamment à la terminologie relative à l'échantillonnage de l'ISO 6107-2.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 5667-11:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae2c526b-8296-46b7-80b3-f183ee1bc505/iso-5667-11-1993)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae2c526b-8296-46b7-80b3-f183ee1bc505/iso-5667-11-1993>

Qualité de l'eau — Échantillonnage —

Partie 11:

Guide général pour l'échantillonnage des eaux souterraines

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 5667 constitue un guide relatif à l'établissement des programmes d'échantillonnage, les techniques d'échantillonnage et la manipulation des échantillons pour l'évaluation des propriétés physiques, chimiques et microbiologiques des eaux souterraines. Elle ne traite pas des échantillonnages destinés aux contrôles au jour le jour des captages d'eaux souterraines utilisées pour la boisson ou d'autres emplois, mais de la surveillance générale de la qualité des eaux souterraines. En raison de la complexité des réseaux d'eaux souterraines, il faudra recourir, pour bon nombre d'applications spécifiques, à l'avis d'experts en hydrogéologie, les problèmes rencontrés ne pouvant être traités de façon détaillée dans la présente partie de l'ISO 5667.

Il est essentiel de bien définir les objectifs de l'échantillonnage avant d'identifier les principes à appliquer à un problème d'échantillonnage particulier. La finalité générale des programmes d'échantillonnage des eaux souterraines est habituellement la surveillance de la qualité des eaux souterraines distribuées, la détection et l'évaluation de pollutions souterraines et la gestion des ressources en eaux souterraines. Les principes définis dans la présente partie de l'ISO 5667 s'appliquent également à des objectifs d'échantillonnage plus précis:

- a) détermination de l'aptitude des eaux souterraines à l'emploi comme sources d'eau potable ou comme eaux à usage industriel ou agricole, et surveillance de la qualité pendant les périodes de distribution;
- b) identification précoce de pollutions des aquifères résultant d'activités potentiellement dangereuses en surface ou sous la surface (par exemple, existence de sites de stockage des déchets, dévelop-

pement d'activités industrielles, exploitation minière, pratiques agricoles, modification des modes de mise en valeur des sols);

- c) surveillance et analyse du déplacement des polluants, en vue d'évaluer leur impact sur la qualité des eaux souterraines et d'établir et valider des modèles de qualité de ces eaux;
- d) analyse des variations de la qualité des eaux souterraines, y compris des variations résultant d'actions délibérées (par exemple, modification du régime de pompage des eaux souterraines, rejet d'un effluent dans des eaux souterraines, nettoyage en surface des sites de stockage de déchets contaminés) en vue d'optimiser la gestion des ressources;
- e) recueil de données en vue du renforcement des lois sur le contrôle de la pollution.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 5667. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 5667 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 5667-1:1980, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 1: Guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage.*

ISO 5667-2:1991, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 2: Guide général sur les techniques d'échantillonnage.*

ISO 5667-3:1985, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 3: Guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons.*

ISO 6107-2:1989, *Qualité de l'eau — Vocabulaire — Partie 2.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 5667, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 aquifère: Formation contenant de l'eau (lit ou strate), constituée de roches perméables, de sable ou de gravier, et capable de céder des quantités importantes d'eau.

3.2 aquifère consolidée: Aquifère dont le matériau constitutif est compact, par cimentation ou compression.

3.3 eau souterraine: Eau qui est retenue et qui peut généralement être récupérée au sein ou au travers d'une formation souterraine.

3.4 puits; forage: Cavité ménagée dans le sol pour capter de l'eau ou effectuer des observations. Les puits sont généralement de diamètre plus important que les forages, et sont creusés plutôt que forés. Les forages sont généralement destinés à l'observation uniquement, et peuvent être doublés d'un cuvelage et comporter des tamis aux profondeurs appropriées.

3.5 source: Eau souterraine émergeant naturellement à la surface de la terre.

3.6 eau interstitielle: Eau qui remplit les pores ou les cavités d'une formation rocheuse ou d'un sol.

3.7 cuvelage: Tube rigide utilisé pour doubler, de façon temporaire ou permanente, les parois d'un puits ou d'un forage afin d'empêcher l'intrusion dans le forage de matériaux aquifères solides ou de limiter à certaines profondeurs, comportant des tamis, la pénétration des eaux souterraines dans le forage.

3.8 tamis: Type spécial de cuvelage comportant des ouvertures, qui permet l'entrée de l'eau dans un puits, mais empêche la pénétration des matériaux de l'aquifère ou des matériaux de remplissage filtrants.

4 Matériel d'échantillonnage

4.1 Matériaux constitutifs

L'ISO 5667-2 donne des indications générales sur le choix des matériaux constitutifs des équipements et

flacons d'échantillonnage. L'emploi de récipients en polyéthylène, polypropylène, polycarbonate et verre est recommandé dans la plupart des situations d'échantillonnage.

Si la qualité biologique de l'eau est susceptible d'entraîner des altérations de sa composition physico-chimique, il convient d'utiliser des récipients opaques pour empêcher autant que possible l'exposition à la lumière.

Lorsque les échantillons sont destinés à l'analyse des matières organiques, il est nécessaire de réduire au minimum les risques de contamination par d'autres matières organiques utilisées pour les forages ou contenues dans le matériel d'échantillonnage. Ceci est particulièrement important pour l'étude des constituants organiques à l'état de traces. Il est recommandé, dans ce cas, d'utiliser des équipements spéciaux en verre, acier inoxydable ou autre matériau non susceptible de relarguer des matières organiques.

4.1.1 Matériaux utilisés pour réaliser les forages

Pour les cuvelages et les tamis des forages d'observation, il est nécessaire d'utiliser des matériaux n'induisant pas d'altérations de la composition chimique des échantillons d'eau souterraine. Il est recommandé d'assembler les cuvelages au moyen de joints à filetage, afin de ne pas introduire de risque de contamination par des colles ou des ciments. De nombreux matériaux conviennent à la construction des forages. Le polypropylène et le polyéthylène haute densité sont recommandés pour la plupart des échantillonnages d'eaux souterraines, car ils sont peu coûteux, aisément disponibles et d'utilisation facile. Toutefois, les eaux fortement contaminées par des solvants organiques de synthèse peuvent attaquer et détériorer les cuvelages et tamis en PVC. Il est dans ce cas recommandé d'employer de l'acier inoxydable ou du polytétrafluoroéthylène (PTFE), en raison de leur résistance et de leur inertie.

4.2 Différents types d'appareillage

4.2.1 Pompes

Il existe de nombreux types de pompes, souvent transportables, qui conviennent à l'extraction des eaux souterraines. Ces pompes présentent des différences de conception et de cylindrée sensibles et sont adaptées à des conditions de forage et des profondeurs d'échantillonnage différentes. Les pompes aspirantes élévatrices installées en surface ne pouvant pas puiser l'eau à plus de 8 m, il est recommandé pour la plupart des échantillonnages d'eaux souterraines d'utiliser des pompes électriques submersibles, bien que des pompes du type à vessie puissent être également utilisées dans certaines applications, notamment dans le cas où des échantillonnages doivent être effectués dans des forages de petits diamètres (< 32 mm) où il n'est pas possible

d'utiliser des pompes immergées. Il est par ailleurs déconseillé d'utiliser des pompes aspirantes élévatrices lorsque l'objectif principal de l'échantillonnage est l'analyse des gaz dissous dans les eaux souterraines.

4.2.2 Matériel de prélèvement en profondeur

Les équipements de prélèvement en profondeur (souvent appelés «cannes de prélèvement», ou «plongeurs»), sont des dispositifs qui peuvent être descendus dans un forage pour prélever un échantillon à une profondeur donnée. Ils diffèrent principalement entre eux par leur mode de fermeture. Les échantillonneurs constitués de tubes ouverts sont librement traversés par l'eau lors de la descente, et fermés à la profondeur voulue au moyen d'un dispositif mécanique (messager) ou électrique. Pour certaines applications spécifiques, par exemple les prélèvements dans des aquifères contaminées par des composés organiques non miscibles, il est préférable d'utiliser un échantillonneur de profondeur fermé, conçu de façon à empêcher tout contact de l'eau avec le flacon de prélèvement jusqu'à ce que le dispositif soit actionné, à la profondeur voulue. Lorsque les autres méthodes de prélèvement sont inapplicables, par exemple dans les aquifères très profondes (plus de 100 m), il est recommandé de recourir à l'échantillonnage en profondeur.

Des échantillons d'eau sont parfois également prélevés dans une cuiller de sondage au cours du forage, en vue de l'obtention de données grossières sur les variations de qualité de l'eau avec la profondeur. Dans d'autres cas, lorsque le pompage dans un forage est impossible, on peut descendre une simple cuiller, par exemple un flacon lesté ou tout autre récipient ouvert, pour prélever un échantillon d'eau. L'utilisation de cuillères de sondage est déconseillée pour les couches non superficielles de l'aquifère et lorsque d'autres méthodes sont possibles.

4.2.3 Dispositifs installés in situ

Ce type de matériel comprend des dispositifs du type coupelles poreuses ou points piézométriques installés de façon permanente à une profondeur donnée de l'aquifère, et à partir desquels peuvent être prélevés des échantillons discrets. De tels dispositifs d'échantillonnage sont souvent installés à plusieurs profondeurs dans un forage. Les coupelles en céramique poreuse peuvent être utilisées dans les zones saturées ou non saturées: la remontée de l'eau ayant pénétré dans la coupelle s'effectue par instauration d'une dépression dans un tube communiquant avec la coupelle. Il existe d'autres dispositifs permettant à l'eau de pénétrer dans une chambre d'échantillonnage à travers un treillis métallique, la remontée de l'eau s'effectuant par mise sous pression avec de l'air comprimé. Les piézomètres (tubes de petit diamètre comportant un tamis à leur extrémité et ouverts à la surface) peuvent fournir des échantillons d'eau sou-

terraine à l'aide de pompes de faible diamètre, ou par aspiration si le niveau de l'eau est proche de celui du sol. Il est possible d'installer plusieurs points piézométriques à des profondeurs différentes dans un même forage. (Voir également 5.3.1.3.)

4.2.4 Systèmes à garniture d'étanchéité

Les systèmes à garniture d'étanchéité constituent un moyen de capter de l'eau à intervalles de profondeur donnés à l'intérieur d'un forage. Ils se composent d'un ou plusieurs dispositifs d'étanchéité dont on peut provoquer l'expansion, par des moyens pneumatiques ou hydrauliques, une fois qu'ils ont été descendus à la profondeur voulue dans le forage, de façon à isoler une partie de la colonne. Un échantillon d'eau est obtenu à partir de la partie isolée, par pompage ou déplacement de gaz. Il existe divers systèmes de ce type, certains conçus pour une installation permanente, d'autres transportables. Les systèmes à garniture d'étanchéité ne sont pas utilisables dans les forages à remplissage de gravier. (Voir aussi 5.3.1.1.)

4.2.5 Systèmes d'échantillonnage de l'eau interstitielle

Pour obtenir des informations détaillées sur la qualité de l'eau souterraine à différentes profondeurs de la couche saturée ou de la couche insaturée d'une aquifère, il est possible d'extraire de l'eau interstitielle d'échantillons de roches obtenus par carottage. L'extraction s'effectue par centrifugation ou par compression dans une presse à haute pression. Cette technique d'échantillonnage est onéreuse, et déconseillée pour la surveillance de routine car elle nécessite des forages répétés.

5 Techniques d'échantillonnage

5.1 Choix du point de prélèvement

5.1.1 Généralités

Lorsque l'on utilise des forages existants pour accéder à l'eau souterraine, il est nécessaire d'étudier dans le détail la structure du forage afin de pouvoir identifier la strate d'où provient l'échantillon. Lorsque l'on réalise de nouveaux forages spécifiquement destinés à l'échantillonnage, il est nécessaire de définir la structure du forage (par exemple l'aire d'ouverture et la longueur) et son mode de réalisation, non seulement pour la conformité aux prescriptions d'échantillonnage, mais aussi pour induire le moins de contamination et de perturbation possible dans l'aquifère. L'utilisation d'agents dégraissants, de lubrifiants, de boues, d'huiles et de bentonite est autant que possible à éviter, notamment si l'échantillonnage est destiné à l'analyse des matières organiques. Il faut également veiller, dans le cas de forages comportant un remplissage de gravier autour d'un cuvelage rigide et des tamis à des profondeurs données, de ne pas

induire de phénomènes de «court-circuit» entre niveaux différents, par infiltration de l'eau à travers le gravier. Ceci est possible en assurant l'étanchéité du remplissage au voisinage des tamis. Il convient de veiller également à la conception des installations en surface, pour éviter la contamination du forage par les eaux de surface.

5.1.2 Surveillance de la qualité des eaux souterraines destinées à la distribution d'eau potable

Pour surveiller la qualité des eaux souterraines destinées à la distribution d'eau potable ou à tout autre emploi, il convient d'effectuer des prélèvements dans tous les forages, puits et sources afin d'obtenir une protection appropriée à l'usage auquel les eaux sont destinées: pour les eaux de boisson, il faut se référer aux réglementations nationales en matière d'échantillonnage des eaux brutes pour obtenir des prescriptions plus détaillées.

Lors du choix des points d'échantillonnage en vue de la surveillance de l'eau distribuée, il est recommandé de prévoir des contrôles à distance du point de captage, pour étudier ses effets sur le comportement dynamique de l'aquifère (par exemple, écoulement naturel des eaux souterraines, variations d'épaisseur de la couche saturée).

5.1.3 Échantillonnages répondant à d'autres objectifs

Pour les échantillonnages réalisés en vue d'autres objectifs, le choix des points d'échantillonnage optimaux sera plus difficile et dépendra directement des objectifs définis, en plus des caractères spécifiques de l'aquifère dans laquelle sont effectués les prélèvements (nature intergranulaire ou fissurale de l'écoulement des eaux, gradient hydraulique et direction de l'écoulement). Dans ce cas, il est essentiel de solliciter l'avis d'experts en hydrogéologie pour choisir le(s) point(s) d'échantillonnage les mieux appropriés. Il est déconseillé d'utiliser des puits ou forages existants, à moins qu'il n'ait été démontré qu'ils sont adaptés à l'objectif du programme d'échantillonnage. Il est en effet fréquent que les puits ou forages traversent toute l'épaisseur de l'aquifère et soient ouverts (ou équipés de tamis) sur toute leur hauteur, ce qui rend difficile l'étude de la qualité à des profondeurs spécifiques.

Toutefois, il est possible de définir quelques règles générales lorsque l'objectif de l'échantillonnage est la surveillance des eaux souterraines en vue de la détection d'une contamination éventuelle à partir de sources diffuses ou ponctuelles.

5.1.3.1 Contamination diffuse des eaux souterraines

Lors de la définition de réseaux de surveillance destinés à l'identification de sources de pollution à caractères

diffus et étendu, il est recommandé d'utiliser les points d'échantillonnage existants, c'est-à-dire les forages destinés aux captages intensifs, car ils permettent d'obtenir des échantillons intégrés représentant un volume important de l'aquifère. Toutefois, dans le cas de pollutions localisées ou de faible intensité, cette méthode peut conduire à une «dilution» de la contamination jusqu'à des valeurs inférieures à la limite de détection analytique. Il est recommandé dans ce cas d'utiliser des forages de plus petites dimensions, avec pompage. La partie de l'aquifère la plus sensible à la pollution est celle qui est proche de la frontière entre la zone saturée et la zone insaturée. Les forages d'échantillonnage doivent donc de préférence comprendre au moins un tamis à proximité de la surface de la zone saturée. Il convient de réaliser également d'autres forages, avec des tamis à différentes profondeurs de l'aquifère. Les forages d'échantillonnage doivent être répartis sur l'ensemble de la zone considérée. Il est recommandé de choisir des sites représentatifs des différentes conditions d'hydrogéologie et de mise en valeur des sols, et des différentes zones considérées comme particulièrement sensibles à une pollution diffuse.

5.1.3.2 Contamination des eaux souterraines par des sources ponctuelles

Pour choisir des points d'échantillonnage en vue de la surveillance de pollutions dues à des sources ponctuelles, par exemple un site de stockage des déchets, il est nécessaire d'étudier les relations entre emplacement de la source de pollution et direction de l'écoulement des eaux souterraines. Il est recommandé, si possible, de réaliser un forage permettant d'effectuer des échantillonnages directement sous la source de pollution, pour la surveillance de la qualité des eaux souterraines. Il convient en outre de prévoir au moins un forage permettant d'effectuer des prélèvements juste sous la nappe d'eau, grâce à des tamis couvrant un intervalle de profondeur étroit, pour pouvoir détecter plus facilement tout polluant plus dense que l'eau. D'autres points de prélèvement doivent normalement être installés à distance croissante de la source de contamination, en aval par rapport au gradient hydraulique, et de façon à permettre l'échantillonnage à différentes profondeurs. Il convient également d'envisager le forage d'un ou deux points d'échantillonnage en amont de la source de contamination par rapport au gradient hydraulique, de façon à pouvoir identifier l'étendue du panache de pollution. Ces forages peuvent également être utiles pour les contrôles de qualité, car ils fournissent des informations sur l'étendue d'une éventuelle contamination due à l'échantillonnage, notamment lorsque l'on s'intéresse à l'analyse de traces.

5.2 Fréquence et moment des prélèvements

Les résultats d'analyse obtenus à partir d'un programme d'échantillonnage doivent fournir des estimations des paramètres étudiés avec une erreur ne

dépassant pas les tolérances définies dans les objectifs du programme. Si la valeur de l'erreur admissible n'est pas spécifiée dans les objectifs, il est impossible d'appliquer un programme d'échantillonnage statistique. L'application des méthodes statistiques à la définition de la fréquence de prélèvement est traitée en détail dans l'ISO 5667-1.

Le facteur le plus important à prendre en compte, pour la surveillance des eaux destinées à la boisson (ou à tout autre usage), est la variabilité temporelle de la qualité en un point donné. Pour la plupart des paramètres, il suffit généralement d'effectuer des prélèvements mensuels, ou même moins fréquents, si l'objectif de l'échantillonnage est d'évaluer l'aptitude des eaux souterraines à l'emploi comme eaux de boisson. On se référera à l'ISO 5667-1 ou aux réglementations nationales pour les règles générales relatives à la définition de la fréquence d'échantillonnage. Il peut être nécessaire de procéder à des prélèvements plus fréquents pour réduire les risques sanitaires lorsque les eaux souterraines sont distribuées comme eau potable sans désinfection préalable.

Pour les objectifs autres que la surveillance des réseaux de distribution d'eau potable, il convient de choisir la fréquence d'échantillonnage en fonction de la variabilité temporelle et spatiale de la qualité des eaux souterraines étudiées. Les variations de qualité sont généralement beaucoup plus progressives dans le temps et dans l'espace, pour les eaux souterraines que pour les eaux de surface. Certaines aquifères se caractérisent par l'existence de facteurs saisonniers de variation de la qualité. Dans d'autres cas (notamment en présence d'une pollution des eaux souterraines), la composition des échantillons obtenus au cours d'un cycle de pompage subit des variations à court terme, de l'ordre de quelques heures à environ deux jours. Il est nécessaire d'identifier ces variations avant d'établir un programme d'échantillonnage à long terme.

La surveillance en continu du pH, de la température et de la conductivité électrique est un bon moyen pour déceler la nécessité d'augmenter ou réduire la fréquence des prélèvements destinés à la mesure de paramètres devant être caractérisés par échantillonnage. Si la surveillance en continu fait apparaître une accélération des variations de qualité, il convient d'augmenter la fréquence d'échantillonnage pour l'ensemble des paramètres à déterminer. Si, à l'inverse, on observe un ralentissement ou une interruption des variations, on peut réduire la fréquence d'échantillonnage.

Lorsque des variations de qualité importantes ont été observées pour l'un ou l'autre des paramètres faisant l'objet d'une surveillance en continu, il est recommandé d'envisager, par précaution, l'extension des analyses de routine à un plus grand nombre de paramètres.

La surveillance en continu constitue également un bon moyen pour identifier le moment le plus propice

au prélèvement d'échantillons dans l'eau pompée dans les forages d'observation, pour obtenir des échantillons d'eau représentatifs de l'aquifère. L'observation de variations significatives [$\pm 10\%$, exprimé en concentration (masse/volume unitaire) dans l'eau débitée par la pompe], est souvent liée à l'existence dans le forage de conditions locales transitoires, en tout début de pompage. Il est conseillé dans ce cas d'éviter de prélever des échantillons avant d'avoir observé, à partir des paramètres surveillés, un retour à l'équilibre. Si les variations ne sont plus significatives, on peut prélever l'échantillon dès que s'est écoulé le temps nécessaire à la purge du forage.

5.3 Choix de la méthode d'échantillonnage

5.3.1 Facteurs influant sur la représentativité des échantillons

Pour obtenir des prélèvements représentatifs d'une aquifère, il faut adopter une méthode d'échantillonnage qui permette de prendre des échantillons dont la composition reflète la composition effective, en un point et à un instant donné, des eaux souterraines étudiées. La majorité des prélèvements sont effectués par l'intermédiaire de puits ou forages, qui ont un effet perturbateur sur l'écoulement naturel des eaux souterraines, notamment en induisant des gradients chimiques et hydrauliques verticaux.

Dans certaines situations d'échantillonnage, il peut se produire dans le forage une accumulation de matières minérales entre deux prélèvements. L'eau contenue dans la colonne de forage ne sera donc plus représentative de l'aquifère étudiée. Il convient alors de purger les forages avant de procéder à l'échantillonnage, en pompant et rejetant un volume d'eau, au moins équivalent à 4 à 6 fois le volume intérieur de la colonne. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser deux régimes de pompage différents: une courte période de pompage à vitesse élevée peut être nécessaire pour déboucher le forage, suivie d'un pompage à faible vitesse destiné à stabiliser la qualité avant le prélèvement.

La stratification verticale de la qualité des eaux souterraines peut être naturelle, ou résulter d'une pollution. Une pollution très diffuse, par exemple, entraîne une contamination maximale dans la couche d'eau située en haut de l'aquifère, au-dessus de la zone saturée, tandis que les polluants plus denses que l'eau tendent à s'accumuler plus bas, au-dessus d'une couche moins perméable ou au bas de l'aquifère. Il faut donc que la méthode d'échantillonnage adoptée permette la détection des gradients de qualité verticaux aussi bien qu'horizontaux.

La méthode adoptée doit également refléter la complexité de l'écoulement des eaux souterraines, en tenant compte de la nature (fissurale ou intergranulaire) de l'écoulement dans l'aquifère, de la direction de l'écoulement et des gradients hydrauliques au sein de l'aquifère, qui peuvent entraîner l'apparition dans la