

(remplace la fiche technique n° 15-042 du MAAARO portant le même titre)

Série sur les eaux souterraines

Comprendre les eaux souterraines

H. Simpson, P.Geo. et J. Myslik, ing.

Les Ontariens peuvent tous contribuer à préserver la qualité et l'abondance des eaux souterraines. La présente fiche technique est la première d'une série de sept qui permettra aux producteurs agricoles de l'Ontario et à la population rurale d'en apprendre davantage sur les eaux souterraines et les puits d'eau privés. Cette première fiche traite des conditions qui influent sur la présence, le mouvement et la qualité des eaux souterraines, la façon de protéger cette ressource en bonne partie invisible, et sur les raisons expliquant que certains matériaux souterrains constituent une meilleure réserve d'eau que d'autres.

Voici les titres des fiches techniques du MAAARO de la série sur les eaux souterraines :

- *Comprendre les eaux souterraines*
- *Gérer les réserves d'eaux souterraines*
- *Protéger la qualité des réserves d'eaux souterraines*
- *Les puits d'eau privés en milieu rural*
- *Réserves d'eaux hautement vulnérables*
- *Désinfection des puits d'eau privés*
- *Analyse et traitement des puits d'eau privés*

L'eau se déplace constamment. Il est important de comprendre d'où viennent les eaux souterraines, comment celles-ci sont alimentées et comment elles se déplacent dans le sol. La terminologie et les notions propres aux eaux souterraines, comme « aquifère », « aquitard », « porosité », « formation » et « perméabilité » sont expliquées dans cette fiche. Les autres fiches techniques de la série traitent des facteurs qui peuvent compromettre l'intégrité des puits et proposent des moyens de réduire au minimum les risques de contamination de l'eau afin de contribuer ainsi à maintenir une source d'eau potable.

On peut vérifier si l'eau d'un puits est potable, c'est-à-dire qu'elle ne présente pas de signes manifestes de contamination bactérienne, en soumettant des échantillons d'eau à Santé publique Ontario ou à un bureau local de santé publique.

En milieu rural, le fait de pouvoir compter sur une source fiable d'eau propre est indispensable à la santé de la population et des entreprises, particulièrement les exploitations agricoles. En Ontario, la plupart des habitations et des entreprises en milieu rural et 23 % de la population en général comptent sur les eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau. Dans certaines régions, les eaux souterraines peuvent constituer l'unique source d'eau.

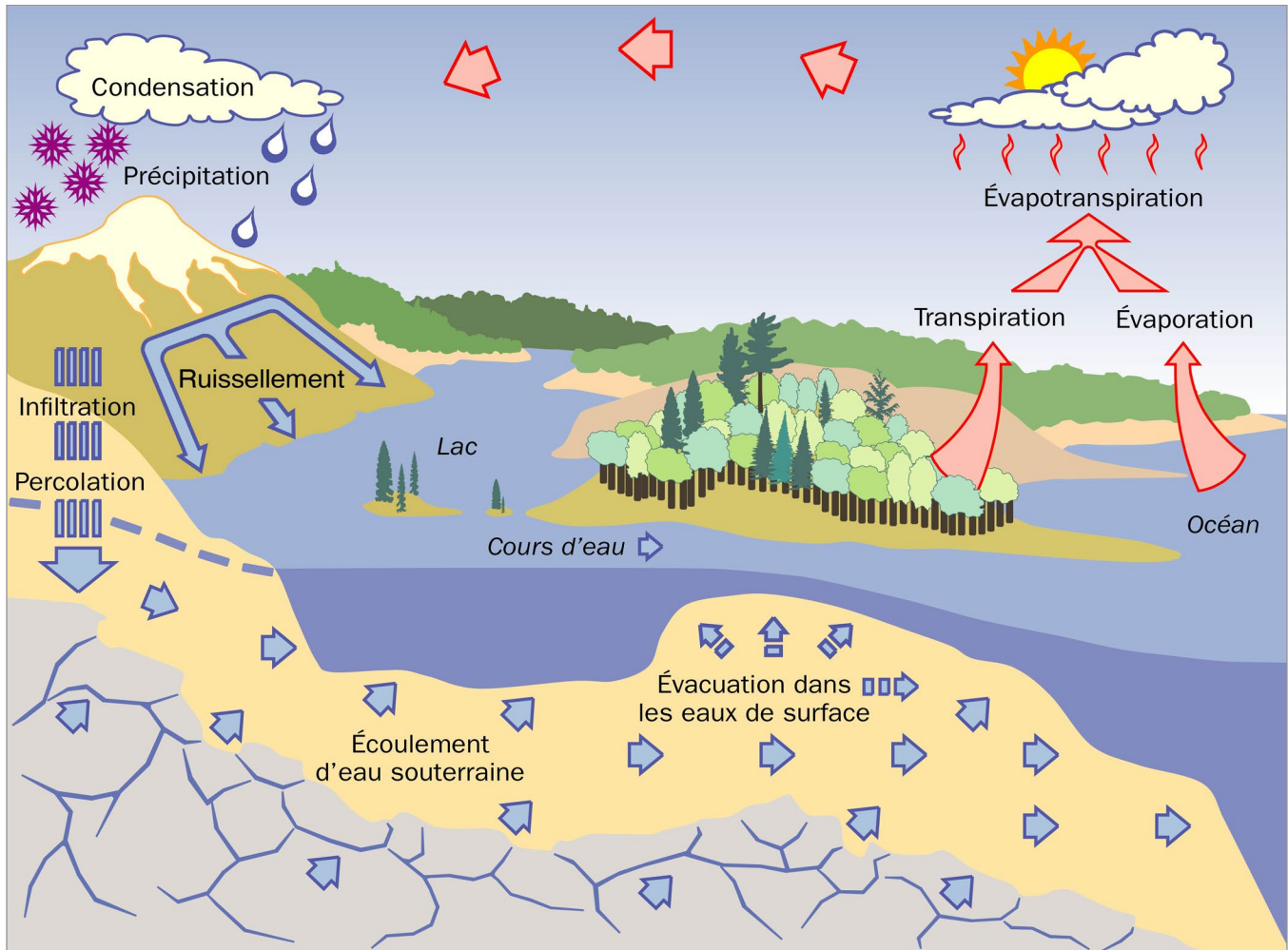


Figure 1. Le cycle de l'eau.

CYCLE DE L'EAU

L'eau se déplace constamment d'un point à un autre. Elle change même de forme en cours de route, passant de la phase gazeuse (vapeur) à la phase liquide, de la phase liquide à la phase solide, et de la phase liquide à la phase gazeuse.

Le périple sans fin de l'eau suit un cours appelé « cycle hydrologique » ou « cycle de l'eau » (figure 1). Une fois à la surface du sol, l'eau provenant des précipitations ou l'eau de fonte peut soit ruisseler à la surface du sol et gagner des étendues d'eau (lacs et cours d'eau), soit s'infiltrer dans le sol et être absorbée par les végétaux ou servir à alimenter les réserves d'eaux souterraines. Elle peut aussi s'évaporer de la surface du sol ou des étendues d'eau, ou être libérée par la transpiration des végétaux et être relâchée dans l'atmosphère,

le cumul de l'évaporation et de la transpiration étant appelé « évapotranspiration ». Le cycle est complet quand l'eau présente sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère retombe au sol à la faveur des précipitations.

EAU SOUTERRAINE

L'eau souterraine est l'eau qui s'infiltré dans le sol et traverse les matériaux (roches et sédiments, par exemple) qui constituent le sous-sol. Tôt ou tard, l'eau jaillit dans une source, un cours d'eau, un lac ou des terres humides. Elle est alors évacuée vers la surface et fait désormais partie des eaux de surface. Ce processus peut prendre de quelques jours à quelques siècles.

Une fois dans le sol, l'eau s'infiltré et se déplace dans les matériaux qui composent le sous-sol. Près de la surface et sous celle-ci, on trouve différents types de roches, dont le granit, le schiste argileux, le grès et le calcaire. Dans bien des régions, le substrat rocheux est recouvert de dépôts de sédiments, dont l'argile, le limon, le sable et le gravier. On appelle « formation » une couche rocheuse ou sédimentaire qui est constituée de types de matériaux géologiques en particulier (un ou plusieurs).

Les formations géologiques renferment des pores (de petits espaces vides). La « porosité » s'entend du volume de l'espace poral total du sol contenu dans un volume donné de matériau (roches ou sédiments). Plus grande est la porosité d'une formation, plus grand est le volume d'eau que cette formation est à même de retenir. La porosité de formations de sable et de gravier peut atteindre 25 à 50 %, tandis que celle de certains substrats rocheux très denses peut être inférieure à 0,1 %.

La vitesse à laquelle l'eau se déplace à l'intérieur d'une formation ainsi que la quantité d'eau déplacée dépendent de la porosité de cette formation et de la façon dont les pores communiquent entre eux. De grandes quantités d'eau se déplacent rapidement dans des formations constituées de matériaux dont les pores sont gros, nombreux et interreliés, comme le gravier ou les roches très fracturées (l'eau circule entre les fissures et les fractures des roches plutôt qu'à travers les pores). Par contre, l'eau se déplace lentement dans l'argile et d'autres formations constituées de matériaux dont les pores sont petits et ne communiquent pas entre eux. Les formations qui laissent l'eau s'écouler facilement et rapidement, comme celles qui sont constituées de dépôts de sable et de gravier ou de grès sont « hautement perméables ». À l'inverse, les formations constituées d'argile, de limon et de granit le sont beaucoup moins (figure 2).

Près de la surface du sol, les pores sont habituellement remplis d'un mélange d'air et d'eau; l'espace poral est alors dit « non saturé ». Plus profondément dans le sol, les pores sont remplis d'eau; ils sont constamment « saturés ». On entend par « nappe phréatique » le niveau dans le sol au-dessus duquel l'espace poral est non saturé et sous lequel il est saturé.

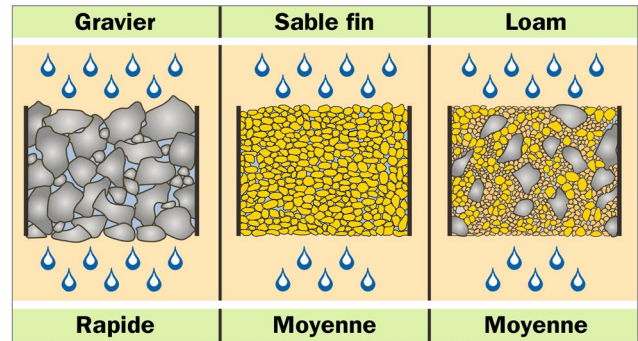


Figure 2. L'eau se déplace à des vitesses différentes selon les matériaux géologiques qu'elle traverse (c.-à-d. granit fracturé, calcaire fracturé, argile).

La nappe phréatique monte ou descend, au rythme des variations saisonnières des précipitations, de l'évapotranspiration et du pompage de l'eau des puits. Tous les puits tirent leur eau d'une profondeur située sous le niveau de la nappe phréatique.

L'eau qui s'infiltré peut s'accumuler et former un aquifère perché sur une couche de sédiment peu perméable, au-dessus de la nappe phréatique principale. Les aquifères perchés sont habituellement de petites dimensions et constituent rarement une source fiable d'eau souterraine.

Le pompage de l'eau d'un puits a pour effet de modifier le volume des eaux souterraines et la direction d'écoulement de l'eau sous la surface du sol. Pour des précisions sur ce phénomène, consultez la fiche technique du MAAARO, *Gérer les réserves d'eaux souterraines*.

En Ontario, [Règlement 903](#) (le Règlement sur les puits) stipule les exigences relatives à la construction, à l'entretien et à l'abandon des puits d'eau privés. Le Règlement sur les puits exige que le propriétaire d'un puits l'entretienne de manière à prévenir la pénétration des eaux de surface et d'autres matières étrangères dans le puits. Un puits correctement construit et bien entretenu permettra d'empêcher l'eau de surface et les contaminants d'atteindre les eaux souterraines. Lorsqu'un puits n'est plus utilisé, il doit être abandonné de manière appropriée (c.-à-d. obturé et scellé). Les exigences en matière de construction sont modifiées périodiquement. Il est donc recommandé que les propriétaires de puits consultent les exigences en vigueur en vertu du Règlement sur les puits.

AQUIFÈRES ET AQUITARDS

Un aquifère est une formation perméable saturée qui peut fournir des quantités utiles d'eau par pompage. Les aquifères les plus productifs, constitués de sable et de gravier, sont habituellement vastes et profonds et sont alimentés par les eaux de pluie qui s'infiltrent dans le sol. D'autres formations, appelées aquitards (ou couches semi-perméables) sont constitués de matériaux peu perméables, notamment d'argile ou de schiste argileux, qui opposent une résistance au passage de l'eau. Contrairement à la croyance populaire, les eaux souterraines ne s'écoulent pas dans des rivières souterraines.

Il existe trois grands types d'aquifères :

- **Les aquifères non confinés (à nappe libre)** dont la surface correspond au niveau de la nappe phréatique.
- **Les aquifères confinés (à nappe captive)**, des formations perméables sous-jacentes à un aquitard ou confinées entre deux aquitards.
- **Les aquifères partiellement confinés ou semi-captifs**, qui ressemblent à des aquifères confinés, si ce n'est que les aquitards qui les bordent sont plus perméables et se laissent traverser par passablement d'eau.

Les aquifères non confinés sont souvent ceux qu'on retrouve le plus près de la surface du sol et qui sont le plus facilement accessibles. Les aquifères confinés et partiellement confinés sont souvent situés plus profondément dans le sol. Plus un aquifère confiné ou partiellement confiné est profond et plus la couche de matériau qui le recouvre est épaisse, plus cet aquifère et son eau sont protégés des contaminations. Ce point est abordé plus en détail dans les fiches techniques du MAAARO, *Protéger la qualité des réserves d'eaux souterraines* et *Réserves d'eaux hautement vulnérables*.

La figure 3 illustre différents aquifères. Dans le cas des aquifères non confinés, la nappe phréatique coïncide avec le dessus de l'aquifère. L'aquifère de gravier confiné se forme quand la formation perméable est confinée sous un aquitard d'argile et au-dessus d'un aquitard de schiste argileux, comme le montre l'image.

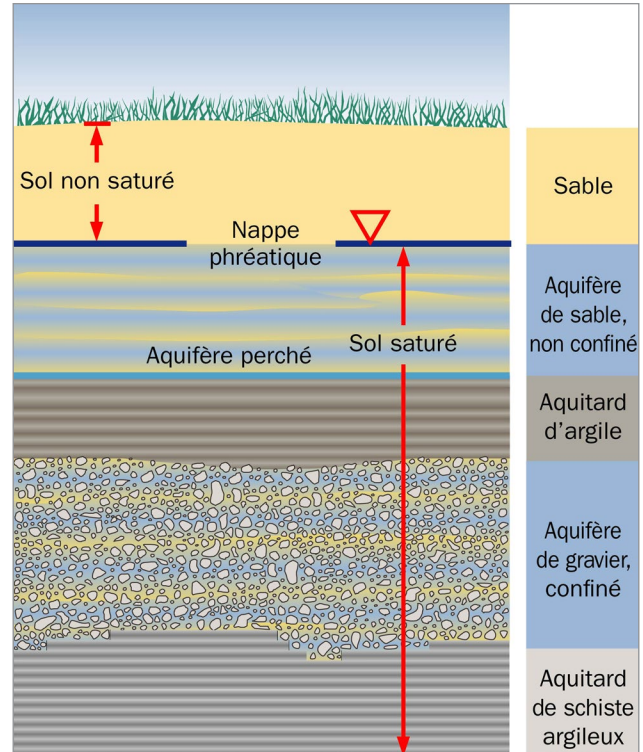


Figure 3. Vue en coupe de différentes formations aquifères.

ÉCOULEMENT DE L'EAU SOUTERRAINE

L'eau s'infiltré dans le sol et alimente les aquifères dans les zones où l'on trouve des dépôts perméables à la surface du sol. Une fois dans l'aquifère, l'eau se déplace plus ou moins rapidement selon la perméabilité, la porosité et d'autres caractéristiques des matériaux qui composent l'aquifère.

L'eau souterraine peut progresser de quelques centimètres à quelques mètres par jour dans les aquifères de sable ou de gravier, et de dizaines de mètres par jour (vitesse rapide) et même davantage dans des aquifères constitués de roches très fracturées. Dans certains aquitards, il arrive que l'eau ne progresse même pas de quelques millimètres par jour (vitesse lente). En général, l'eau souterraine se déplace depuis des zones de recharge vers des zones d'évacuation, ces dernières étant les sources, cours d'eau, lacs, terres humides, etc. L'eau qui s'infiltré dans des terres hautes ou en amont d'une rivière pénètre dans le sol jusqu'à l'aquifère superficiel, puis se déplace horizontalement à travers les différentes formations jusqu'à ce qu'elle atteigne un plan d'eau de surface et s'y déverse.

Le parcours exact de l'eau peut être complexe. En général, toutefois, l'eau emprunte la trajectoire qui lui offre le moins de résistance et circule à travers les formations les plus perméables. Une partie de l'eau de recharge peut aussi descendre dans le sol, traverser des aquifères non confinés et aller alimenter des aquifères confinés plus profonds. Tôt ou tard, parfois des kilomètres plus loin, l'eau atteint des zones d'évacuation où elle rejoint les eaux de surface.

ZONES DE RECHARGE

Les zones de recharge permettent à une quantité considérable d'eau de s'infiltrer dans le sol. Parfois, ces zones sont concentrées et ne couvrent qu'une petite partie seulement de la superficie totale du territoire. Ainsi, 80 % de l'infiltration des eaux souterraines peut survenir dans 20 % de la superficie du territoire quand celle-ci comporte de vastes dépôts de sable et de gravier perméables.

Ailleurs, là où le paysage est plat ou dans les sols peu perméables (p. ex., dans les sols argileux ou limoneux), l'infiltration peut se faire très lentement, mais sur une vaste superficie. En présence de précipitations, il peut alors y avoir infiltration ou recharge (figure 4).

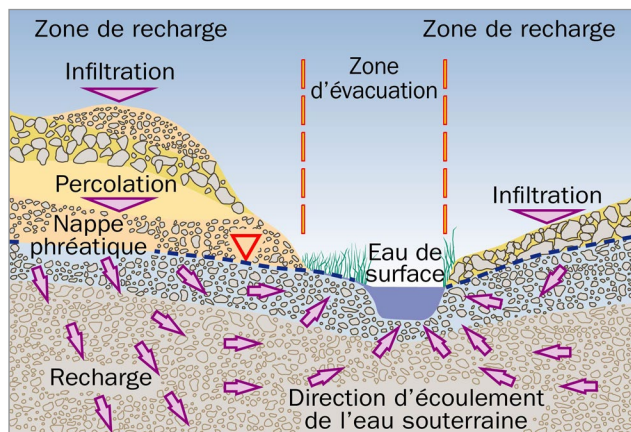


Figure 4. L'eau souterraine s'écoule dans le sol depuis les zones de recharge vers les aquifères plus profonds et les zones d'évacuation des eaux de surface.

ÂGE DE L'EAU SOUTERRAINE

L'âge de l'eau souterraine représente la durée depuis laquelle l'eau est dans le sol. Il peut s'écouler beaucoup de temps entre le moment où l'eau s'infiltrate dans le sol et celui où elle atteint une zone d'évacuation ou est pompée du sous-sol dans un puits. Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer dans quel sens et à quelle vitesse l'eau souterraine se déplace, ainsi que son âge.

Dans le cas des puits peu profonds situés dans des aquifères non confinés constitués de matériaux perméables, l'âge de l'eau peut s'exprimer en semaines, en mois ou en années. Par comparaison, l'âge de l'eau peut s'exprimer en dizaines voire en centaines d'années et parfois davantage dans le cas des puits construits dans des aquifères confinés!

L'importance de l'âge de l'eau dans la protection des puits d'eau privés est expliquée plus en détail dans les fiches techniques du MAAARO, *Protéger la qualité des réserves d'eau souterraines* et *Réserves d'eaux hautement vulnérables*.

L'accès à une source fiable d'eau propre est indispensable à la santé de la population ainsi qu'à la santé des entreprises rurales, particulièrement dans le cas des exploitations agricoles. Le fait de savoir comment l'eau se déplace et se renouvelle contribuera à atténuer les risques de contamination. Des analyses d'eau effectuées régulièrement constituent un bon moyen de surveiller la qualité de l'eau. Lorsqu'un puits donne de l'eau non potable, le propriétaire du puits peut demander conseil et suivre les mesures recommandées par le bureau local de santé publique au lieu d'abandonner immédiatement le puits.

L'information sur la manière et le moment préconisés pour faire analyser l'eau d'un puits privé ainsi que la façon d'interpréter les résultats sont fournies dans la fiche technique du MAAARO intitulée *Analyse et traitement des puits d'eau privés*. La fiche technique du MAAARO intitulée *Désinfection des puits d'eau privés* contient des renseignements sur les méthodes de désinfection des puits privés.

La présente fiche technique est conforme au Règlement sur les puits, sans toutefois le refléter entièrement. Pour obtenir de l'aide en ce qui concerne ce Règlement, consultez le Service d'information sur les puits du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario (MEPP). Composez le 1 888 396-9355 ou faites parvenir un courriel à wellshelpdesk@ontario.ca.

RESSOURCES

Fiches techniques du MAAARO

Série sur les eaux souterraines

Voir ontario.ca et chercher « Eaux souterraines ».

- *Comprendre les eaux souterraines*
- *Gérer les réserves d'eaux souterraines*
- *Protéger la qualité des réserves d'eaux souterraines*
- *Les puits d'eau privés en milieu rural*
- *Réserves d'eaux hautement vulnérables*
- *Désinfection des puits d'eau privés*
- *Analyse et traitement des puits d'eau privés*

Autres ressources

Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario. [Manuel sur les puits : exigences et pratiques exemplaires](#).

Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario. Le manuel et les fiches techniques associées des [Plans agroenvironnementaux Canada-Ontario](#) contiennent de l'information sur les différentes mesures qui peuvent être prises pour protéger la qualité des eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable.

La présente fiche technique a été mise à jour par Hugh Simpson, analyste de programme, MAAARO, Guelph; Jim Myslik, JPM Consulting et Brewster Conant. La fiche a été révisée par John Warbick, ingénieur, systèmes de production des cultures et questions environnementales, MAAARO, Vineland.

Publié par le ministère de l'Agriculture,
de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2021
ISSN 1198-7138
Also available in English (Factsheet 21-011)

Centre d'information agricole :
1 877 424-1300
1 855 696-2811 (ATS)
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca
ontario.ca/maaaro