

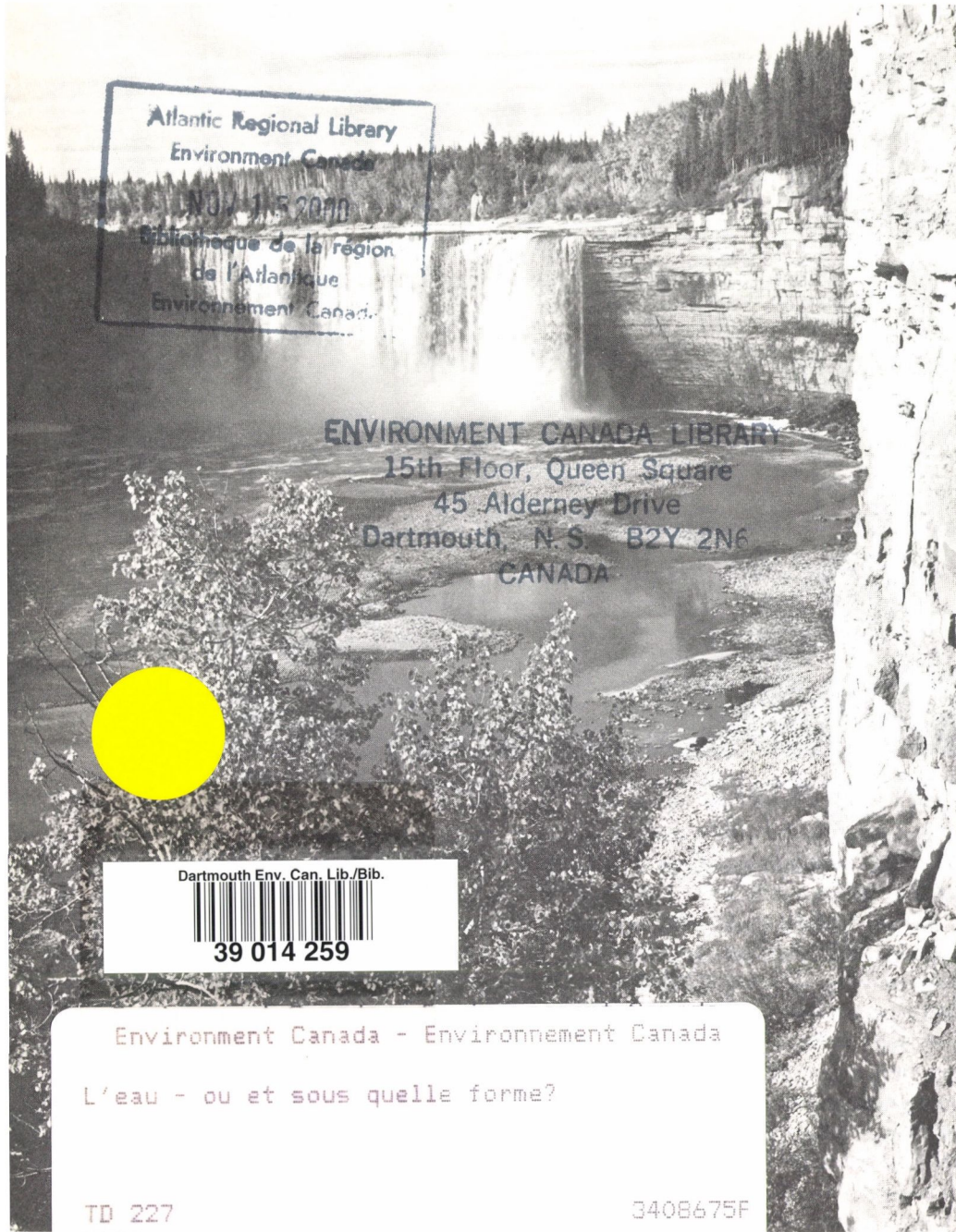


Environnement  
Canada

Environment  
Canada

# L'eau-où et sous quelle forme?

*DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES,  
OTTAWA, CANADA, 1976.*



La plus grande partie de l'eau que contient la Terre ne peut être consommée par l'homme, les animaux ou les plantes parce qu'elle est trop salée ou qu'elle se présente sous forme de glace.

**Eau douce.** On n'a jamais fait à l'échelle mondiale un inventaire des ressources en eau douce. Or on ne peut solutionner les problèmes complexes relatifs à l'utilisation de l'eau à travers le monde sans un relevé raisonnablement exact des ressources en eau douce. La Décennie hydrologique internationale, programme de dix ans, d'envvergure internationale, qui s'est terminé le 31 décembre 1974, s'était donnée pour objectif de déterminer la quantité d'eau qui existe dans le monde et de quelle façon elle est répartie. Bien que la DHI n'ait pas pu dresser un inventaire précis, elle a néanmoins fourni des estimations des quantités d'eau douce qu'on trouve aux divers stades du cycle hydrologique.

**Atmosphère.** Dans le vaste océan d'air qui entoure la Terre (environ quatre fois le volume de toutes les mers du monde), la quantité d'eau qui est présente à un moment quelconque est étonnamment faible. Elle prend surtout la forme d'une vapeur invisible, sauf qu'une partie de cette eau se présente naturellement sous la forme de nuages bien visibles. Si toute l'eau que contient l'atmosphère tombait soudainement au sol, elle produirait une couche d'à peine 25.4 millimètres d'épaisseur. L'importance de l'eau ne rési-

Les chutes Alexandra, dans les Territoires du Nord-Ouest, témoignent de la force des cascades.

Office de tourisme du Canada

*Que savez-vous de l'eau?*

2





Montréal utilise le fleuve Saint-Laurent pour son approvisionnement en eau, pour la décomposition et l'élimination de ses résidus, pour son transport et ses loisirs.

de toutefois pas dans sa quantité mais dans son aptitude à se renouveler constamment.

L'eau passe continuellement de l'atmosphère au sol sous forme de précipitation. Le processus inverse d'évaporation à partir de la surface du sol et des nappes d'eau ainsi que des plantes fait que l'atmosphère en récupère une quantité équivalente. Résultat: la quantité d'eau que contient l'atmosphère reste presque constante. Bien qu'à un moment quelconque il ne se trouve dans les fleuves et rivières ainsi que dans l'atmosphère qu'environ 14 200 kilomètres cubes (km<sup>3</sup>) d'eau, la Terre reçoit chaque année quelque 425 000 km<sup>3</sup> de précipitation, soit

325 000 km<sup>3</sup> sur la mer et 100 000 km<sup>3</sup> au sol.

Les 100 000 km<sup>3</sup> d'eau qui tombent au sol en précipitation annuelle donnent une moyenne d'environ 686 millimètres — moyenne qui est à peu près celle de Thunder Bay en Ontario. Il convient cependant de retenir que la précipitation n'est pas répartie de façon uniforme. Il existe de vastes déserts où il pleut rarement; par contre, dans certaines régions, la précipitation annuelle peut atteindre 10 160 millimètres.

La quantité d'eau qui s'évapore des océans s'élève en moyenne à environ 9 pour cent de plus que la quantité qui retombe sur la mer sous forme de

pluie. La différence représente la vapeur d'eau emportée par le vent qui tombe sur la terre ferme sous forme de précipitation. C'est cette précipitation qui produit le débit de tous les cours d'eau du monde.

**Cours d'eau.** Le débit des fleuves et des rivières dépend toujours de la précipitation qui se produit dans leur bassin hydrographique. La quantité d'eau qui coule dans les cours d'eau, compte tenu de l'évaporation, est approximativement égale à la quantité qui tombe sous forme de pluie et de neige dans l'aire d'alimentation.

Chaque année, les cours d'eau du monde déversent environ 35 000 km<sup>3</sup> d'eau dans la mer. Cette quantité re-



présente un débit moyen de près de 1.13 million de mètres cubes par seconde. Le débit total des fleuves et des rivières du Canada s'élève à environ 99 000 mètres cubes par seconde, ce qui est un peu moins de 9 pour cent du total applicable au monde entier. Le débit du Saint-Laurent, le plus grand des fleuves canadiens, est de quelque 9 900 mètres cubes par seconde.

Débit des cours d'eau †		
Cours d'eau	Bassin hydrographique (kilomètres carrés)	Débit moyen (mètres cubes par seconde)
Saint-Laurent	1 030 000	9 970
Mackenzie	1 810 000	8 520
Fraser	218 000	3 650
Columbia*	155 000	2 830
Nelson	1 070 000	2 750
Yukon*	298 000	2 380
Churchill (Labrador)	79 800	1 640
Skeena	54 900	1 760
Saint-Jean	58 000	1 080

†Les chiffres que contient ce tableau proviennent de données recueillies sur une base continue sur les lieux, et représentent le débit moyen pour un certain nombre d'années à l'embouchure du cours d'eau — ou à la frontière Canada-États-Unis. À mesure que les données recueillies s'accumuleront, ces moyennes pourront varier suivant les variations atmosphériques; elles pourront augmenter à la suite de plusieurs années de temps pluvieux ou baisser à la suite de plusieurs années de temps sec.

\*À la frontière internationale.

La quantité d'eau que contiennent les cours d'eau à un moment quelconque est relativement faible. S'il était possible de créer un lac avec toute l'eau que contiennent à un moment donné quelconque tous les cours d'eau du monde, ce lac aurait à peine l'étendue du lac Ontario ou un peu moins. Toutefois, l'importance d'un cours d'eau ne réside pas dans la quantité



Des plages telles que celle-ci à Cavendish (Île du Prince-Édouard) favorisent des divertissements sains.

d'eau qui se trouve dans son lit à un moment donné mais dans son débit.

Vu que le volume du débit dépend de la précipitation, et que celle-ci n'est ni continue ni uniforme, le débit d'un cours d'eau varie. Le fleuve Fraser en Colombie-Britannique offre par exemple un débit moyen, calculé au cours de la période durant laquelle on l'a mesuré à Hope (C.-B.), d'environ 2 720 mètres cubes par seconde. Il varie toutefois considérablement d'une année à l'autre. En 1964, le Fraser avait un débit moyen de 3 480 mètres cubes par seconde à rapprocher de seulement 1 950 mètres cubes par seconde en 1929.

Le débit d'un cours d'eau varie également de jour en jour et de mois en mois. La rivière Assiniboine à Brandon au Manitoba offre par exemple un débit moyen de 31.1 mètres cubes par seconde mesuré sur une période de 58 années. Toutefois, en 1923, son débit est passé d'un minimum de 5.15 à un sommet de 651 mètres cubes par seconde. Le débit maximal est de 20 fois la moyenne à long terme. Une fluctuation aussi considérable est inusitée. Par ailleurs, le débit maximal que l'on a mesuré pour le Saint-Laurent à Montréal n'est que d'environ deux fois le débit minimal.

Les fluctuations qui se produisent au cours d'une année sont partiellement attribuables à la variation de la précipitation et de l'évaporation dans le bassin hydrographique, et au fait qu'une bonne partie de la précipitation annuelle, qui se présente sous forme de neige, reste à l'état de congélation jusqu'au dégel. Toutefois, de nombreux autres facteurs influent également sur le débit. L'étendue et la forme du bassin hydrographique, la topographie, la nature et l'importance de la végétation, de même que le genre de sol et son état contribuent tous à déterminer non seulement le taux auquel la précipitation atteint le cours d'eau, mais aussi la proportion de la précipitation qui parvient jusqu'au cours d'eau.

Il n'existe pas deux cours d'eau qui possèdent des caractéristiques exactement semblables. Cependant, du plus petit ruisseau aux grands fleuves comme l'Amazone, tous participent au cycle hydrologique.

**Lacs.** Les lacs du monde contiennent presque toute l'eau douce disponible à l'état liquide à la surface du sol — environ 125 000 km<sup>3</sup> d'eau. Près d'un cinquième de cette quantité (on l'estime à 22 900 km<sup>3</sup>) se trouve dans les Grands lacs en Amérique du Nord. Le Canada possède probablement, en



lacs, une plus vaste étendue que tout autre pays du monde — au moins 503 lacs dont la superficie est supérieure à 100 kilomètres carrés (km<sup>2</sup>).

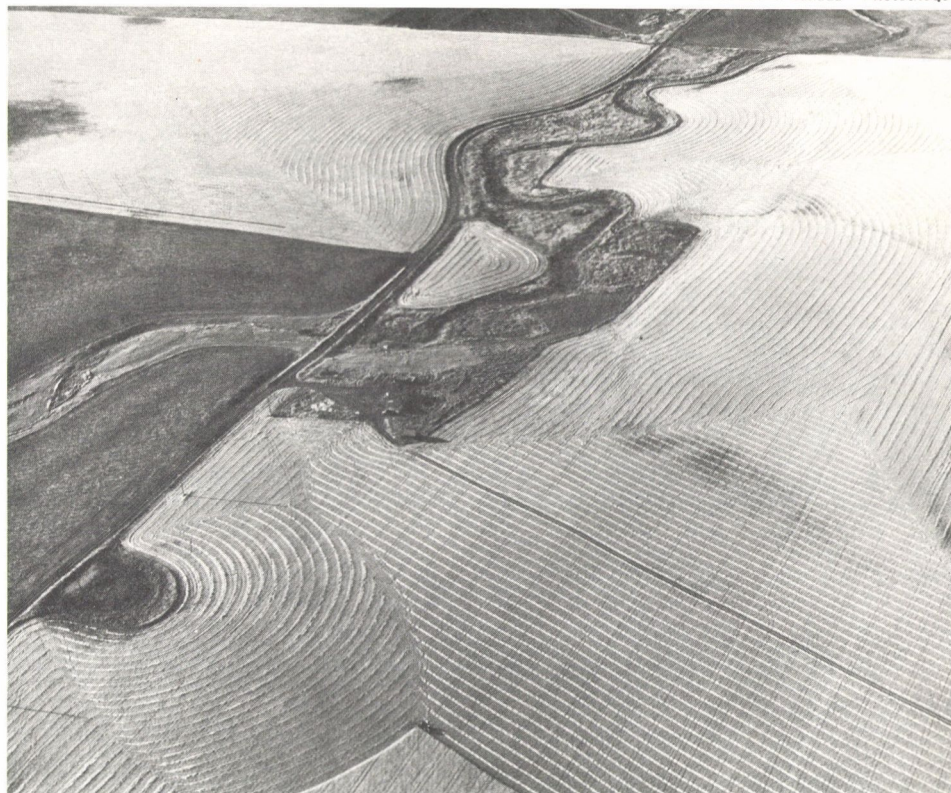
Les lacs canadiens vont du lac Huron (39 500 km<sup>2</sup>), du Grand lac de l'Ours (31 300 km<sup>2</sup>) et du lac Winnipeg (24 400 km<sup>2</sup>) à d'innombrables petits lacs, dont plusieurs n'ont pas de nom et ont une superficie de moins de 2.5 km<sup>2</sup>. Bien que le lac Supérieur possède près de deux fois la superficie du lac Huron, seuls 29 900 km<sup>2</sup> sont situés au Canada.

On a défini les lacs comme étant simplement des élargissements de certains cours d'eau. Leur importance réside dans leur aptitude à emmagasiner l'eau, ce qui permet aux fleuves et aux rivières de conserver un certain débit durant les périodes de faibles précipitations.

Cela peut être illustré en comparant le Saint-Laurent à la rivière Saskatchewan. Le débit moyen de cette dernière au Pas au Manitoba est de 677 mètres cubes par seconde, mais on a mesuré un débit maximal de 3 000 mètres cubes par seconde et un débit minimal de 50.7 mètres cubes par seconde. Le débit maximal mesuré est de 4.4 fois le débit moyen et de 59 fois le minimum. Le Saint-Laurent, par contre, dont le débit moyen à Cornwall est de 6 800 mètres cubes par seconde, présente un maximum mesuré à 9 910 et un minimum mesuré à 4 360 mètres cubes par seconde. Le maximum n'est que de 1.5 fois le débit moyen et de 2.3 fois le minimum.

La différence dans les débits des deux cours d'eau provient partiellement d'une différence dans la répartition de la précipitation; toutefois, elle est principalement attribuable aux vastes facilités d'emmagasinage fournies au Saint-Laurent par les Grands lacs, facilités qui sont presque négligeables dans le cas de la Saskatchewan. Bien que le débit de la rivière Saskatchewan reflète les variations de la précipitation et du taux de fonte des neiges, les vastes réservoirs naturels que forment les Grands lacs absorbent les variations dans leur région.

Pour accroître l'accumulation d'eau gardée en réserve, l'homme a



On a disposé les champs de cette ferme en sillons afin de réduire les pertes de sol causées par l'érosion.

dépensé des milliards de dollars en barrages et en travaux d'aménagement pour aider la nature à conserver l'eau dans les lacs ou en créer de nouveaux. Le lac Supérieur et le lac Ontario, respectivement celui dont le niveau est le plus élevé et celui dont le niveau est le plus bas des Grands lacs, comportent des barrages de retenue à l'endroit où s'écoulent leurs eaux, afin de mieux utiliser leur aptitude naturelle à constituer des réservoirs.

On trouve à travers le monde de nombreux exemples de lacs artificiels conçus pour créer des réservoirs là où il n'en existait pas ou là où ceux qui existaient n'étaient pas assez vastes. Au Québec le barrage 5 de la Manicouagan, l'un des plus grands et des plus massifs du monde avec ses contreforts et arches multiples, retient 142 km<sup>3</sup> d'eau provenant de la rivière Manicouagan. En Colombie-Britannique, l'énorme barrage de Portage Mountain sur la rivière de la Paix a créé un lac dont le volume est de 70.9 km<sup>3</sup>. En Saskatchewan, le lac Diefenbaker peut retenir environ 10 km<sup>3</sup> d'eau derrière le barrage Gardiner sur la rivière Saskatchewan-Sud.

**Sous le sol.** Il existe sous la surface terrestre une vaste réserve d'eau dépassant plusieurs fois la quantité totale qui se trouve à la surface et dans l'atmosphère. Des estimations très approximatives situent cette quantité à 8.34 millions de km<sup>3</sup>, dont la moitié est probablement à un demi-mille de la surface terrestre et le reste à une profondeur allant jusqu'à cinq milles. Ces dernières nappes ne sont pas faciles à atteindre, et il se peut qu'elles soient passablement salées.

On entend par «eaux souterraines» les eaux qui se trouvent sous le sol à un niveau où elles remplissent tous les pores dans la matière qui les renferme. La surface supérieure de cette zone de saturation est appelée «niveau hydrostatique». Elle se présente à diverses distances dans le sol et à certains endroits, à la surface même. Au-dessus du niveau hydrostatique se trouve la «zone d'aération» où les pores du sol et du roc contiennent de l'air en même temps que de l'eau. À un moment quelconque, il existe une quantité estimative de 66 700 km<sup>3</sup> d'eau dans la zone d'aération, ce qui est extrêmement important pour deux raisons. En





Le glacier Athabasca fait partie du champ de glace du Columbia, qui s'écoule dans l'océan Pacifique et dans la baie d'Hudson.

premier lieu, cela comprend la zone de sol qui fournit aux plantes la nourriture et l'humidité dont elles ont besoin pour croître. En second lieu, la zone d'aération capte au passage les substances nutritives et autres que contient l'eau destinée à la zone de saturation. Cette eau pourra devenir éventuellement une source ou se prêter au forage d'un puits.

L'eau souterraine n'est pas statique. Elle se déplace continuellement le long d'espaces souterrains, de l'endroit où elle a pénétré dans le sol à l'endroit où se produit un écoulement naturel. Ce déplacement se fait très lentement. Alors que la vitesse de l'eau de surface se mesure en mètres par seconde, celle de l'eau souterraine se mesure en mètres par jour ou même par année. Le long du cours souterrain que suit l'eau à travers cassures, crevasses ou particules granulaires, elle peut être interceptée par des puits forés ici et là. Toutefois, la plus grande partie de cette eau continue de faire son chemin sous le sol jusqu'à ce qu'elle émerge sous la

forme d'une source ou s'unisse par infiltration à un cours d'eau dont elle contribuera à renforcer le débit.

Tout au long de cet acheminement prolongé qui commence à la surface pour passer à travers le sol et le sous-sol, atteindre la zone de saturation et parvenir au lieu éventuel d'écoulement, la force motrice principale est la gravité. Il existe cependant d'autres forces. L'eau peut être attirée vers le haut sous l'effet de l'ascension capillaire ou, près de la surface, par l'énergie solaire, et retourner à l'atmosphère par l'évaporation qui se produit au sol ou la transpiration que l'on observe dans les plantes. Toutefois, lorsque l'eau se trouve à un niveau situé au-dessous des racines des plantes, elle ne subit plus l'influence du soleil et n'est mue que par la gravité.

La vaste réserve d'eau douce qui existe sous le sol est importante pour deux raisons. En premier lieu, elle alimente les cours d'eau dont certains lui doivent la totalité de leur débit en période de temps très sec. Elle alimente

également les puits dont ne peuvent se passer bon nombre de particuliers, de communautés, d'industries et de fermes irriguées à travers le monde. Au Canada, environ 10 pour cent de la réserve d'eau provient des eaux souterraines.

**Glace et neige.** Une énorme quantité d'eau douce — on l'estime à 29.20 millions de km<sup>3</sup> — se trouve à l'état solide dans les calottes glaciaires des pôles. Cette vaste réserve, qui dépasse de beaucoup la quantité totale disponible d'eau douce à l'état liquide, est cependant inutilisable.

Toutefois, les glaciers alpins exercent une influence directe sur le cycle hydrologique. Nombre de glaciers se trouvent à conserver l'eau comme le font les lacs et les réservoirs souterrains. L'eau provenant de la fonte des glaces renforce le débit des cours d'eau. Comme dans le cas des lacs, l'importance des glaciers ne réside pas dans la quantité d'eau qu'ils contiennent mais plutôt dans leur aptitude à stabiliser le débit des cours d'eau.



Au Canada, une bonne partie de la précipitation prend la forme de chutes de neige; la proportion annuelle est de 50 pour cent dans le Nord, de 25 pour cent dans les Prairies et d'aussi peu que 10 pour cent sur les deux côtes ainsi que dans le sud de l'Ontario. L'accumulation de précipitation que rend possible la neige influe considérablement sur la répartition des débits durant l'année. Au lieu de pénétrer dans le sol ou de s'écouler immédiatement dans les cours d'eau comme le fait la pluie, la neige reste au sol pendant plusieurs mois dans certains cas. Lorsqu'elle fond, l'eau ainsi libérée passe alors par tous les divers stades du cycle hydrologique.

Près de la moitié de l'apport aux cours d'eau, au Canada, se produit durant une période de trois mois, au printemps et au début de l'été, et cela crée souvent des inondations. Les chutes de pluie supérieures à la moyenne, durant cette saison, contribuent à cet écoulement considérable dans certaines régions du Canada, mais la fonte printanière y est pour beaucoup dans les crues que l'on observe dans presque tous les cours d'eau au pays.



L'humidité s'évapore à partir de la surface du sol et des nappes d'eau. Les chutes de pluie et de neige ne déposent sur la Terre qu'une infime partie de l'humidité contenue dans l'air.

### Que savez-vous de l'eau?

- Pour déterminer l'étendue de vos connaissances, répondez aux questions sans consulter le texte.
- Consultez ensuite le texte pour corriger et compléter vos réponses.
- Pour accroître vos connaissances, repassez la documentation et recommencez.

1. (a) Combien d'eau l'atmosphère contient-elle à un moment donné quelconque?
- (b) Quelle est la quantité de précipitation qui tombe sur la Terre chaque année?
- (c) Expliquez comment (b) est possible, compte tenu de (a).

2. (a) Qu'est-ce qui détermine le taux du débit d'un cours d'eau?
- (b) Quel est le débit fluvial
  1. de la Terre?
  2. du Canada?
  3. du Saint-Laurent?

3. (a) Pourquoi le débit d'un cours d'eau varie-t-il?
- (b) Pourquoi le débit de la rivière Saskatchewan varie-t-il beaucoup plus que celui du Saint-Laurent?
- (c) Où est situé le plus grand lac artificiel au Canada, et combien d'eau contient-il?

4. (a) Qu'entend-on par «eaux souterraines»?

- (b) Pourquoi ces eaux sont-elles importantes pour l'homme?

- (c) Quelle est la proportion de la réserve d'eau du Canada qui provient directement des eaux souterraines?

5. (a) Au Canada, quelle est la proportion de la précipitation qui se présente sous forme de neige:
  1. dans le Nord;
  2. dans les Prairies;
  3. sur les côtes est et ouest et dans le sud de l'Ontario?

- (b) De quelle façon le débit des cours d'eau subit-il l'influence
  1. de la neige?
  2. des glaciers?