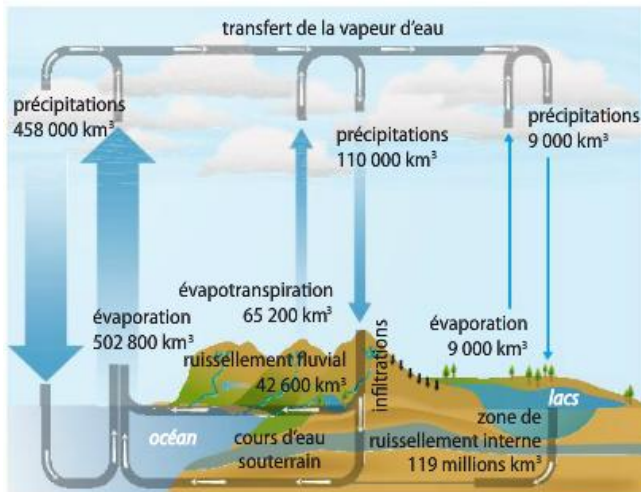


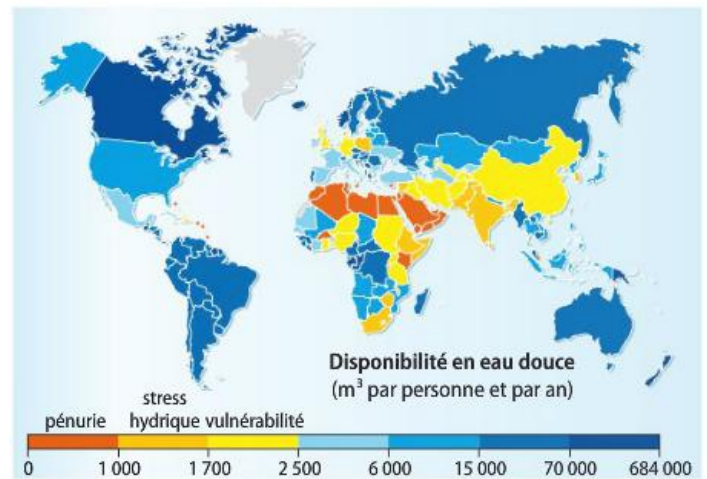
DS n° 3 – Spé 2015 Le monde va-t-il manquer d'eau ?

Document 1 : Répartition de l'eau sur Terre

- Les mers et océans couvrent 71,0 % de la planète bleue et leur profondeur moyenne est de 3,80 km. Environ 97,5 % de l'eau à la surface de la Terre est de l'eau salée. L'eau douce ne représente donc que 2,5 % de l'eau présente sur Terre. 68,9 % de cette eau douce est stockée à l'état solide dans les calottes glacières et dans les couvertures neigeuses permanentes. Les 31,1 % restants se trouvent sous la terre dans les nappes phréatiques, dans les marécages, les sous-sols gelés, les lacs, les fleuves, les rivières et l'atmosphère. Mais cette eau n'est pas toujours accessible. On estime que l'eau douce disponible pour l'Homme représente seulement 0,01 % de toute l'eau présente sur la Terre.



Les valeurs sont données en moyenne sur un an.



Source : FAO, World Ressources Institute, 2007.

Document 3 : le cycle hydrologique de la planète

Document 2 : l'eau douce disponible dans le monde

Document 4 : La consommation mondiale d'eau

Année	1950	2000	2050
Population (en milliards d'habitants)	2,542	6,181	9,200
Surfaces irriguées (en millions de km²)	101	264	331
Prélèvements agricoles (en km³/an)	1 080	2 605	3 283
Consommation réelle dans l'agriculture (en km³/an)	722	1 834	2 309
Prélèvements industriels (en km³/an)	204	776	875
Consommation réelle dans l'industrie (en km³/an)	19	88	116

Source : Rapport de l'Académie des Sciences, 2006

Document 5 : Négligence et mauvaise gestion

- Pendant longtemps, les hommes se sont peu préoccupés de leur milieu naturel, s'ingérant dans la nature et usant d'elle sans compter, aménageant à tour de bras, et rejetant largement effluents et déchets de toutes sortes. Le constat aujourd'hui est dramatique. Des régions entières ont été dévastées et nombre de cours d'eau, lacs et nappes souterraines sont aujourd'hui pollués de par le monde, une pollution que la nature a du mal à résorber.

Extrait du site CNRS/sagascience « L'eau, une ressource précieuse ». www.cnrs.fr/eau

Document 6 : Boire l'eau de mer

- En pleine expansion, le dessalement de l'eau de mer apporte une solution aux régions côtières victimes de la sécheresse. Mais tous les procédés sont gourmands en énergie, et non sans risque pour le milieu marin environnant.
- La production mondiale d'eau dessalée s'élève actuellement à 47 millions de mètres cubes par jour, soit 0,45 % de la consommation d'eau douce journalière sur notre planète. Elle est en pleine croissance, de l'ordre de 10 % par an. Sur ce total, 58 % - soit 27 millions de mètres cubes d'eau potable - sont dessalés quotidiennement à partir de l'eau de mer, le reste venant d'eaux saumâtres issues entre autres du recyclage.
- Solution incontournable pour les uns, le dessalement de l'eau de mer est très critiqué par les autres qui dénoncent le coût énergétique, qui varie du simple au double selon le procédé utilisé, les émissions de gaz à effet de serre et les rejets chimiques de ces unités de plus en plus gigantesques.

D'après Sabine Lattemann, www.larecherche.fr, espace BLOGS

Document 7 : la notion d'eau virtuelle

- L'eau virtuelle correspond au volume d'eau nécessaire à la fabrication d'une denrée alimentaire ou d'un objet donné (à ne pas confondre avec sa teneur en eau).
- En moyenne, un humain a besoin, pour se nourrir (uniquement) de 3,5 m³/jour d'« eau virtuelle ». La consommation par personne de l'eau virtuelle contenue dans l'alimentation varie selon le type de régime alimentaire (2,6 m³/jour pour un régime végétarien et plus de 5 m³ pour un régime carné).

Bien de consommation	Contenu en eau virtuelle (en litres)
Une tasse de café (125 mL)	140
Une pomme de terre (100 g)	10
Un T-shirt en coton (250 g)	2000
Un œuf (40 g)	135
Un steak de bœuf (150 g)	2000
1 kg de riz	3400
Un ordinateur	20000

Questions

1. Le cycle de l'eau

- 1.1. Comment évolue la quantité d'eau à la surface de la Terre (Doc. 3) ? Justifier la réponse en calculant le volume total d'eau annuellement recyclé.
- 1.2. Calculer le volume d'eau occupé par les océans et en déduire le volume du stock hydrique mondial (c'est-à-dire le volume total d'eau à la surface de la Terre). Quel est son ordre de grandeur ?
Données : Rayon de la Terre : $R_T = 6,36 \times 10^3$ km ; Surface d'une sphère de rayon R : $S = 4\pi R^2$
- 1.3. Quel pourcentage du volume du stock hydrique mondial le volume d'eau total annuellement recyclé représente-t-il ? Que vous inspire ce résultat ?

2. L'eau comme ressource

- 2.1. Si l'on considère l'eau comme une ressource, comment peut-on donc qualifier cette ressource ? Que penser du titre : « Le monde va-t-il manquer d'eau ? »
- 2.2. On dit souvent que l'eau c'est l'« or bleu », par opposition à l'« or noir ». L'analogie est-elle correcte ?

3. La réserve d'eau à la surface de la Terre

- 3.1. Sachant que le volume d'eau douce renouvelable par an (c'est-à-dire l'ensemble de l'écoulement mondial) est de 44×10^3 km³, quel serait le volume théorique d'eau douce disponible par habitant et par an en 2050 ?
- 3.2. Que signifie l'expression « stress hydrique » ?
- 3.3. En théorie, y aurait-il assez d'eau douce pour satisfaire les besoins de la population en 2050 ?
- 3.4. Commenter la carte du document 2. Comment peut-on affiner la réponse à la question précédente ?

4. Pour conclure

- 4.1. Pour quelles raisons risque-t-on de manquer d'eau sur Terre ? On utilisera les informations contenues dans les documents 2, 4, 5 et 7.
- 4.2. Quelles précautions faut-il prendre pour préserver le stock d'eau douce qui nous permet de produire l'eau potable ? Quelles solutions doit-on envisager ?
- 4.3. Vers quelle solution l'Homme semble-t-il se tourner pour pallier le manque d'eau potable ? En quoi consiste-t-elle ?

DS n° 3 – Spé 2015

- Volume d'eau constant
- Justifié par comparaison précipitations // évaporation
- Océans $1,37 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Total $1,41 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Ordre de grandeur $V \sim 10^9 \text{ km}^3$
- Cycle de l'eau 0,00409%, très faible
- Inégalités, rareté
- Consommation qui explose, fragilité
- Analogie basée sur la rareté et l'inégale répartition
- $4,8 \times 10^3 \text{ m}^3$ par habitant et par an, calculé
- Stress hydrique entre 1×10^3 et $1,7 \times 10^3 \text{ m}^3$
- Oui, assez d'eau douce en théorie, justifié
- Inégalités de répartition donc besoins non couverts !
- Conclusion citant quatre points clefs
- Réduire la différence prélèvement / consommation
- Dessalement non pertinent ; station d'épuration

Total .../16

Note .../20

DS n° 3 – Spé 2015

- Volume d'eau constant
- Justifié par comparaison précipitations // évaporation
- Océans $1,37 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Total $1,41 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Ordre de grandeur $V \sim 10^9 \text{ km}^3$
- Cycle de l'eau 0,00409%, très faible
- Inégalités, rareté
- Consommation qui explose, fragilité
- Analogie basée sur la rareté et l'inégale répartition
- $4,8 \times 10^3 \text{ m}^3$ par habitant et par an, calculé
- Stress hydrique entre 1×10^3 et $1,7 \times 10^3 \text{ m}^3$
- Oui, assez d'eau douce en théorie, justifié
- Inégalités de répartition donc besoins non couverts !
- Conclusion citant quatre points clefs
- Réduire la différence prélèvement / consommation
- Dessalement non pertinent ; station d'épuration

Total .../16

Note .../20

DS n° 3 – Spé 2015

- Volume d'eau constant
- Justifié par comparaison précipitations // évaporation
- Océans $1,37 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Total $1,41 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Ordre de grandeur $V \sim 10^9 \text{ km}^3$
- Cycle de l'eau 0,00409%, très faible
- Inégalités, rareté
- Consommation qui explose, fragilité
- Analogie basée sur la rareté et l'inégale répartition
- $4,8 \times 10^3 \text{ m}^3$ par habitant et par an, calculé
- Stress hydrique entre 1×10^3 et $1,7 \times 10^3 \text{ m}^3$
- Oui, assez d'eau douce en théorie, justifié
- Inégalités de répartition donc besoins non couverts !
- Conclusion citant quatre points clefs
- Réduire la différence prélèvement / consommation
- Dessalement non pertinent ; station d'épuration

Total .../16

Note .../20

DS n° 3 – Spé 2015

- Volume d'eau constant
- Justifié par comparaison précipitations // évaporation
- Océans $1,37 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Total $1,41 \times 10^9 \text{ km}^3$, calculé
- Ordre de grandeur $V \sim 10^9 \text{ km}^3$
- Cycle de l'eau 0,00409%, très faible
- Inégalités, rareté
- Consommation qui explose, fragilité
- Analogie basée sur la rareté et l'inégale répartition
- $4,8 \times 10^3 \text{ m}^3$ par habitant et par an, calculé
- Stress hydrique entre 1×10^3 et $1,7 \times 10^3 \text{ m}^3$
- Oui, assez d'eau douce en théorie, justifié
- Inégalités de répartition donc besoins non couverts !
- Conclusion citant quatre points clefs
- Réduire la différence prélèvement / consommation
- Dessalement non pertinent ; station d'épuration

Total .../16

Note .../20

- 1.1.** La quantité d'eau à la surface de la Terre est constante. Pour prouver cela il suffit de faire la somme des volumes correspondant à l'évaporation, de gauche à droite sur le document 3 représentant le cycle de l'eau :

$$502\,800 + 65\,200 + 9\,000 = 577\,000 \text{ km}^3$$

et de comparer avec le volume correspondant aux précipitations, volumes lus de gauche à droite :

$$458\,000 + 110\,000 + 9\,000 = 577\,000 \text{ km}^3$$

Donc si l'Homme vient à manquer d'eau, ce ne sera pas à cause d'une « fuite » dans le cycle de l'eau (en détail, les fuites dans l'espace sont compensées par les émissions volcaniques).

- 1.2.** Pour calculer le volume d'eau dans les océans, on calcule la surface terrestre :

$$S = 4\pi R^2$$

que l'on multiplie par la profondeur moyenne des océans, soit $h = 3,80 \text{ km}$, résultat lui-même multiplié par le pourcentage $P = 71,0\%$ de la surface terrestre couverte par les océans, données indiquées dans le document 1. Pour l'application numérique, on peut tout laisser en kilomètre :

$$V = P \cdot S \cdot h$$

$$V = 0,710 \times 4 \times \pi \times (6,36 \times 10^3)^2 \times 3,80$$

$$V = 1,37 \times 10^9 \text{ km}^3$$

c'est-à-dire approximativement 1 370 millions de km^3 d'eau de mer.

Le volume du stock hydrique mondial s'en déduit, car le document 1 indique que 97,5 % de l'eau à la surface de la Terre est de l'eau salée :

$$\frac{1,37 \times 10^9}{0,975} = 1,41 \times 10^9 \text{ km}^3$$

- 1.3.** On a vu à la première question que le volume d'eau total recyclé lors du cycle de l'eau vaut $577\,000 \text{ km}^3$. Ce volume correspond à un pourcentage de :

$$\frac{577\,000}{1,41 \times 10^9} = 0,00409\%$$

Donc seulement une très faible partie de l'eau sur Terre est brassée chaque année dans le cycle de l'eau (accroître le réchauffement climatique va permettre a priori d'augmenter ce pourcentage, sans que ce soit un but à atteindre).

- 2.1.** D'après le document 2, l'eau est une ressource inégalement répartie. D'après le document 4, l'eau est une ressource de plus en plus utilisée. D'après le document 5, l'eau est une ressource fragilisée. D'après le document 6, l'eau est une ressource rare. D'après le document 7, l'eau est une ressource vitale à notre mode de vie.
En bref le titre semble être justifié.

- 2.2.** Comme le pétrole, l'eau est d'une exploitation très peu coûteuse. Comme le pétrole, cette ressource est limitée. En revanche deux différences majeures subsistent, d'une part le pétrole est une ressource non renouvelable (consommation sur une durée d'environ 200 ans, reconstitution sur une durée d'environ 50 millions d'années...), et d'autre part les produits pétroliers sont lourdement taxés. L'analogie est donc assez incorrecte quoique frappante.

- 3.1.** D'après le document 4, c'est-à-dire sur la base de 9,200 milliards d'habitants en 2050, le volume d'eau douce renouvelable par habitant et par an est :

$$\frac{44 \times 10^3}{9,200 \times 10^9} = 4,8 \times 10^{-6} \text{ km}^3 = 4,8 \times 10^3 \text{ m}^3$$

- 3.2.** Tel que l'indique le document 2, le qualificatif de « stress hydrique » s'applique aux pays dont la disponibilité en eau douce est comprise entre 1 000 et 1 700 m^3 par personnes et par an. L'Inde, la Pologne ou l'Éthiopie sont dans ce cas, en 2007.

- 3.3.** Le volume d'eau douce renouvelable par habitant et par an sera en 2050 de $4,8 \times 10^3 \text{ m}^3$ par habitant et par an. Un tel volume correspond, d'après le document 2, à une disponibilité juste suffisante. Par jour et par personnes :

$$\frac{4,8 \times 10^3}{365,25} = 13 \text{ m}^3$$

Si on compare au besoin humain pour la nourriture (document 7), de $3,5 \text{ m}^3$ par jour et par personne, c'est suffisant pour ne pas mourir de faim. En théorie, il y aurait assez d'eau douce pour les besoins de la population en 2050.

- 3.4.** Tout le problème des ressources d'eau douce concerne leurs répartitions. On remarque sur le document 2 que dès 2007, une grosse trentaine de pays sont en pénurie d'eau douce ou en stress hydrique, y inclus des pays très peuplés comme l'Inde. Des inégalités sont déjà présentes, elles risquent de s'accroître d'une façon drastique.

- 4.1.** On risque de manquer d'eau douce parce que cette ressource est très utilisée dans notre mode de vie (documents 4 et 7), inégalement répartie (documents 2 et 6), et fragilisée (document 5).

- 4.2.** Pour préserver le stock d'eau douce, il faut tenir compte des fragilités des milieux naturels (document 5), et limiter le gaspillage cette ressource (documents 5 et 7), en particulier limiter la différence entre prélèvement et consommation réelle, pointée dans le document 4 !

- 4.3.** Pour pallier le manque d'eau potable, le dessalement a le défaut d'utiliser beaucoup d'énergie et génère des rejets polluants, y inclus des GES (gaz à effet de serre). La solution consiste à traiter les eaux usées dans les stations d'épuration (point clef non traité dans les documents).