

## L'EAU, UNE RESSOURCE ESSENTIELLE

## À LA VIE

David Soissons

<b>Objectifs</b>	Savoir définir une eau potable et connaître les différents polluants des eaux. Connaître les différentes sources de pollution, et les moyens mis en jeu pour la limiter.
<b>1<sup>re</sup> ST2S</b>	<b>Thème 3</b> : Faire des choix autonomes et responsables <b>Partie</b> : La gestion responsable des ressources naturelles pour l'alimentation humaine
<b>Notions et contenus</b>	Critères chimiques de potabilité d'une eau. Origines de la pollution de l'eau.
<b>Compétences mobilisées</b>	S'approprier <b>APP</b> Analyser / Raisonner <b>ANA/RAI</b> Réaliser <b>REA</b> Valider <b>VAL</b>

L'eau est indispensable à la vie. Sans elle, il n'y aurait aucune vie possible sur Terre. Le constat est simple, tous les êtres vivants ont besoin d'eau pour exister.

Notre corps est constitué d'environ 65 % d'eau, c'est dire toute son importance : une perte de 10 % entraîne des troubles graves, voire la mort, si ce pourcentage atteint 20 %.

La croissance démographique et l'agriculture sont les pressions les plus importantes sur la ressource en eau. La pollution, liée à une démographie galopante, constitue une menace pour la santé publique, les espèces sauvages ainsi que pour les sources de revenu comme la pêche et le tourisme.

Comment définir une eau potable ? Quels sont les moyens pour rendre une eau potable ou pour éviter sa pollution ?



## Partie A : Consommation d'une eau potable

### Document 1 : Qu'est-ce qu'une eau potable ?

Une eau potable doit être claire, avoir une bonne odeur et un bon goût. Mais ce n'est pas de l'eau « pure » pour les chimistes ! Son goût agréable est dû à des sels minéraux dissous (de 0,1 à 0,5 gramme par litre) qui sont indispensables à l'organisme : calcium, magnésium, fluor, potassium, sodium... Une eau potable doit respecter certaines normes, qui sont variables dans le temps et selon les lieux :

- être exempte de bactéries, virus et autres organismes parasites, qui entraînent des risques sanitaires ;
- ne pas contenir (ou alors en quantité minimale et contrôlée) de substances chimiques indésirables ou toxiques tels que nitrates, phosphates, métaux lourds, ou encore hydrocarbures et pesticides ;
- en revanche, la présence d'oligo-éléments est nécessaire à l'organisme.

Pour rendre une eau potable, il faut donc d'abord lui rendre sa limpidité, puis la débarrasser des micro-organismes pathogènes.

D'après le site médiachimie, « L'eau, ses propriétés, ses ressources, sa purification »

[www.mediachimie.org/ressource/l'eau-ses-proprietes-ses-ressources-sa-purification](http://www.mediachimie.org/ressource/l'eau-ses-proprietes-ses-ressources-sa-purification)



### Document 2 : L'eau source d'oligo-éléments

Les seuils de minéralité de l'eau du robinet sont fixés par les normes pour qu'elle bénéficie d'un véritable équilibre minéral. L'eau du robinet est plus ou moins calcaire selon la nature géologique des sols qu'elle traverse. La dureté d'une eau représente sa teneur en calcium et magnésium, « La dureté de l'eau », ne fait l'objet d'aucune norme car il n'existe pas de toxicité reconnue pour l'homme. Le magnésium est un oligoélément présent dans chacune de nos cellules et qui intervient dans la production d'énergie et la transmission des messages nerveux. Son rôle est multiple :

- il contribue à la régulation du tonus musculaire, du rythme cardiaque ;
- il participe à la défense de l'organisme ;
- il aide le calcium à se fixer dans les os et agit sur la croissance.

L'eau du robinet apporte en moyenne entre 15 et 20 mg de magnésium par litre. À titre de comparaison, une eau minérale naturelle dite riche en magnésium doit contenir plus de 56 mg/L de magnésium. L'apport journalier recommandé en magnésium est de 6 milligrammes par kilo de masse corporelle, tant pour les enfants que pour les adultes. En ce qui concerne l'élément fluor, la réglementation fixe sa teneur maximale dans l'eau du robinet à 1,5 mg/litre. 85 % de la population française vit dans des communes où la teneur en fluor de l'eau de distribution est inférieure ou égale à 0,3 mg/litre. À titre de comparaison, les eaux minérales embouteillées en contiennent entre moins de 0,1 mg et 9 mg/litre. [...] En période de minéralisation de dents, entre 0 et 4 ans, la vigilance doit être de mise. La dose à ne pas dépasser pour éviter tout risque est alors de 0,05 mg par jour et par kilo de masse corporelle, tous apports confondus, sans dépasser 1 mg par jour.

D'après le site « Centre d'information sur l'eau »

[www.cieau.com/leau-et-votre-sante/eau-hydratation-et-hygiene/leau-du-robinet-est-elle-source-de-mineraux/](http://www.cieau.com/leau-et-votre-sante/eau-hydratation-et-hygiene/leau-du-robinet-est-elle-source-de-mineraux/)



1 **APP** Donner les caractéristiques d'une eau potable.

.....

.....

2 **APP/RAI** Justifier pourquoi l'eau potable n'est pas une eau « pure » pour les chimistes.

.....

.....

3 **APP** Citer le rôle du magnésium dans l'organisme et préciser la dose journalière recommandée.

.....

.....

4 **APP** Évoquer le risque lié à une consommation d'eau riche en fluor.

.....

5 **APP** Rechercher sur Internet le rôle de deux autres oligo-éléments dans l'organisme.

.....

.....

6 **RAI/REA** Préciser, en s'appuyant sur le Document 2, la masse  $m_1$  de magnésium que devrait consommer une femme de 60 kg.

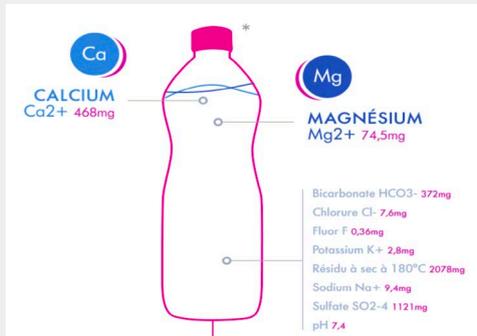
.....

7 **RAI/REA** Déterminer puis commenter la quantité d'eau du robinet que devrait boire une femme de 60 kg quotidiennement.

.....

**Document 3 : Composition pour 1L de deux eaux minérales.**

Eau de Contrex :



D'après

[www.contrex.fr/eau-minerale-contrex/composition](http://www.contrex.fr/eau-minerale-contrex/composition)



[www.mont-roucou.com/eau-minerale/comparatif-des-eaux/](http://www.mont-roucou.com/eau-minerale/comparatif-des-eaux/)

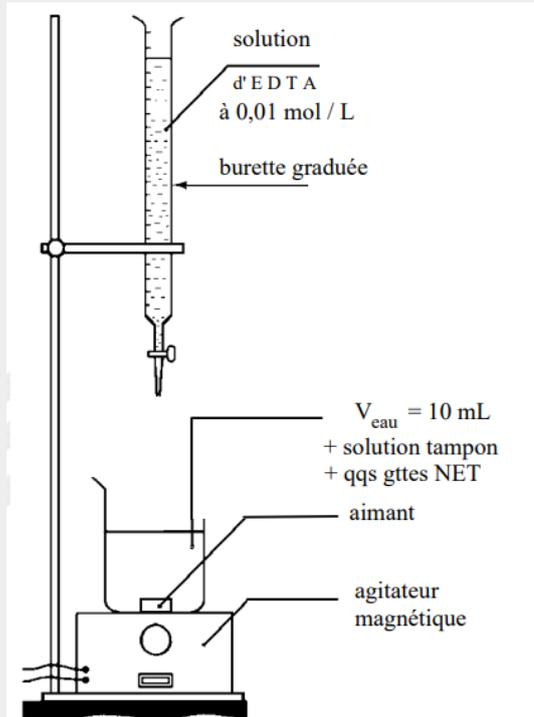
Eau Mont Roucous:

* Toutes les compositions s'entendent en mg/L.	Résidu sec*	Sodium*	Calcium*	Fluorures*	Sodium*	Magnésium*	Nitrates*	pH
<b>Mont Roucoux</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>2,9</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
Volvic	130	12	12	NM	9	8	7,3	7
Vittel	1084	5,2	240	NM	400	42	4,4	NM
Hépar	2513	14,2	549	NM	1530	119	4,3	7,2

### Document 4 : Détermination expérimentale de la concentration en ions magnésium et calcium d'une eau minérale.

#### Mode opératoire :

- (1) Réaliser le montage ci-contre.
- (2) Introduire 10 mL d'eau minérale dans le bécher à l'aide d'une pipette jugée de 10 mL.
- (3) Introduire 20 mL de la solution tampon (solution qui fixe le pH d'une solution) de pH 10 à l'aide d'une éprouvette graduée.
- (4) Ajouter quelques gouttes de NET dans le bécher.
- (5) Introduire la solution d'EDTA dans la burette jusqu'au zéro.
- (6) Verser lentement la solution d'EDTA et fermer de robinet dès l'observation du changement de couleur de l'indicateur coloré.
- (7) Noter le volume  $V_{EDTA}$  alors versé.



Le volume  $V_{EDTA}$  permet de déterminer la **concentration** globale en **quantité de matière** en ions calcium et magnésium selon la formule :

$$[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = \frac{C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{10} \quad (V_{EDTA} \text{ en mL})$$

*Données : Masse molaire en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  :  $M(\text{Ca}) = 40,1$  ;  $M(\text{Mg}) = 24,3$*

**8** REA Réaliser le protocole puis relever la valeur de  $V_{EDTA}$ .

.....

.....

**9** RAI/REA Déterminer la valeur de la concentration globale en quantité de matière d'ions calcium et magnésium dans l'eau de Contrex.

.....

.....

**10** REA/VAL Comparer à la valeur théorique en calculant un écart relatif.

.....

.....

## Document 5 : Biberon d'un bébé de 6 mois

Tableau 5-a - Extrait de la composition d'un lait en poudre pour bébé

Analyse moyenne sels minéraux	Unité pour 100 g
Sodium	150 mg
Potassium	650 mg
Calcium	500 mg
Phosphore	330 mg
Magnésium	60 mg
Iode	100 µg
Fluorure	275 µg
Carnitine	11 µg
Choline	68 µg

**Tableau 5-b - Ce tableau de dosage propose, à titre indicatif, des quantités moyennes journalières. Il faut suivre l'avis d'un médecin pour adapter les apports aux besoins d'un enfant.**

1 mesurette = 5 g



D'après site « laboratoire Modilac »  
[www.modilac.fr/produits/modilac-doucea-2](http://www.modilac.fr/produits/modilac-doucea-2)

- 11** APP/RAI/REA/VAL Déterminer s'il est possible d'utiliser l'eau de Contrex pour nourrir un bébé de 6 mois de 8 kg à l'aide des Documents 2, 3 et 5.

.....

.....

.....

.....

- 12** APP/RAI/REA/VAL Justifier que l'eau de Mon Roucouis est qualifiée d'eau minérale pour bébé.

.....

.....

.....

## Partie B : Pollution de l'eau, impact sanitaire et environnemental

### Document 6 : Quels sont les polluants de l'eau ?



Visualiser la vidéo du site médiachimie « Quels sont les polluants de l'eau ? » à l'adresse suivante :

[www.mediachimie.org/search/site/quels%20sont%20les%20polluants%20de%20l%27eau](http://www.mediachimie.org/search/site/quels%20sont%20les%20polluants%20de%20l%27eau)



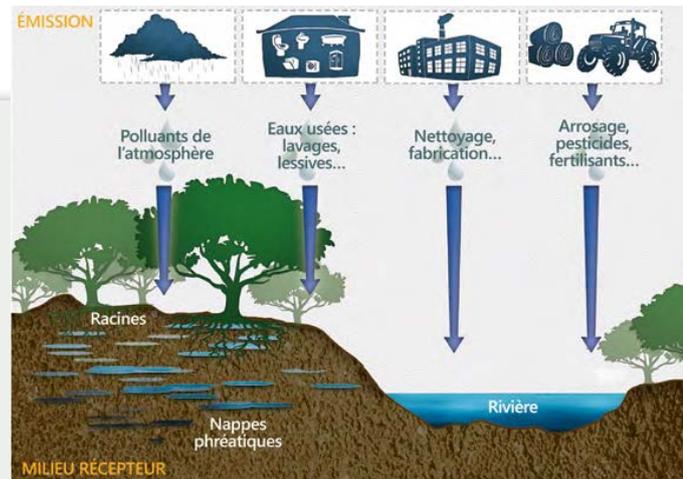
- 13** APP Préciser comment sont classés les différents polluants en donnant quelques exemples pour chacun d'entre eux.

- 14** APP Indiquer les techniques pour déterminer la quantité de polluant dans une eau.

- 15** APP/RAI Préciser la grandeur chimique liée à la toxicité d'un polluant en justifiant cette relation.

### Document 7 : Source de la pollution de l'eau.

**Figure 1 :** Les différentes activités humaines responsables de la pollution de l'eau. Dans notre existence, on trouve l'eau polluée par la vie animale ou végétale – les zones marécageuses ou la proximité de zones de séjour d'espèces animales. Mais en réalité, aujourd'hui, c'est l'activité humaine qui est le plus souvent responsable de la pollution de l'eau.

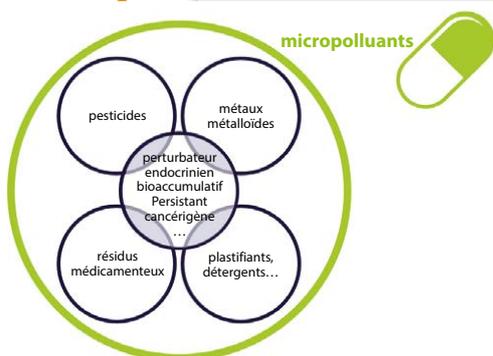


D'après Médiachimie, *La bataille de l'eau propre* [www.mediachimie.org/ressource/la-bataille-de-l'eau-propre](http://www.mediachimie.org/ressource/la-bataille-de-l'eau-propre)



**Figure 2 :** Les micropolluants ont diverses origines et ont des effets potentiels encore mal connus sur la santé humaine.

D'après Médiachimie, *L'eau et la ville* [www.mediachimie.org/sites/default/files/Ville\\_p117.pdf](http://www.mediachimie.org/sites/default/files/Ville_p117.pdf)



## Document 8 : Lutter contre la pollution des eaux

La santé publique exige que l'on diminue autant que possible la présence des molécules polluantes dans les eaux.

Les orientations suivantes sont privilégiées :

- on purifie les eaux avant de les envoyer aux consommateurs au moyen d'installations de purification présentes un peu partout en France. Quelle que soit son origine, l'eau est stockée dans des réservoirs, filtrée et traitée chimiquement pour qu'elle soit propre à la consommation ;

- on veut que les eaux émises soient le moins polluées possibles. Pour ce faire, les industriels et les agriculteurs doivent respecter des seuils de quantités de rejet et d'utilisation pour des molécules données.

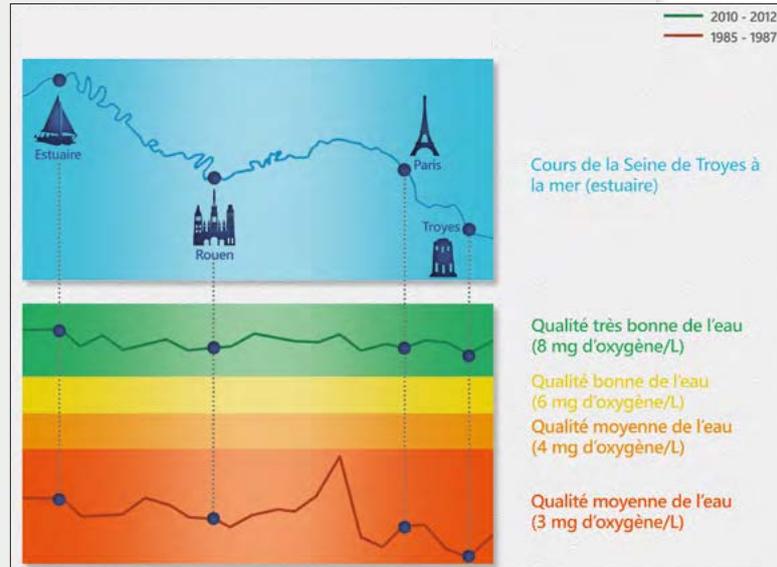


Figure 1 : Étude comparative des eaux

D'après Médiachimie, *La bataille de l'eau propre*  
[www.mediachimie.org/ressource/la-bataille-de-l'eau-propre](http://www.mediachimie.org/ressource/la-bataille-de-l'eau-propre)



16 APP Relever les différentes sources de pollution des eaux.

.....

.....

17 APP Citer les pratiques visant à diminuer la présence de molécules polluantes dans les eaux.

.....

.....

18 APP/RAI Nommer l'élément chimique dosé afin de vérifier la pureté d'une eau.

.....

.....

19 RAI/VAL Analyser à l'aide de la Figure 1 du Document 8 l'évolution de la qualité de l'eau sur l'ensemble du bassin.

.....

.....

.....

### Spécial préparation au Grand Oral

L'eau naturelle peut ne pas être propre. Elle peut être polluée par les milieux qu'elle a traversés (des sites minéraux qui contiennent du soufre, par exemple). Exposer à l'oral en 3 minutes quels sont les molécules et les secteurs responsables de la pollution de l'eau.

## A : Consommation d'une eau potable

**1.** Une eau potable est une eau qui doit respecter certaines normes comme être exempte de bactéries, virus et autres organismes parasites, ne pas contenir de substances chimiques indésirables ou toxiques et contenir certaines substances comme les oligo-éléments nécessaires à l'organisme. Elle doit être claire, sans odeur et avoir un bon goût.

**2.** Pour les chimistes une eau pure est une eau qui ne contient qu'une seule espèce chimique : la molécule d'eau, c'est un corps pur. Ce qui n'est pas la définition d'une eau potable qui est un mélange.

**3.** Son rôle est multiple : il contribue à la régulation du tonus musculaire, du rythme cardiaque, il participe à la défense de l'organisme, il aide le calcium à se fixer dans les os. Il agit sur la croissance.

**4.** Un apport excessif de fluor peut entraîner le risque de fluorose dentaire : altération irréversible de l'apparence des dents par une décoloration ou par la présence de petites stries brunâtres.

**5.** Le calcium contribue à la formation et à la solidité des os et des dents.

Le potassium participe à la régulation de l'eau corporelle, mais aussi de l'influx nerveux.

**6.** On relève dans le Document 2 que l'apport journalier recommandé en magnésium est de 6 milligrammes par kilo de masse corporelle.

Alors  $m_1 = 60 \times 6 = 360$  mg.

**7.** L'eau du robinet apporte en moyenne entre 15 et 20 mg de magnésium par litre.

Au minimum elle devrait boire un volume  $V = m_1 / 20 = 360 / 20 = 18$  L d'eau du robinet!

Ceci est impossible. L'eau du robinet n'est pas la seule source de magnésium. On peut citer comme sources de magnésium les fruits oléagineux (noix, noisettes, amandes...), les légumes secs (haricots blancs, lentilles, pois cassés), le chocolat...

**8.** On relève la valeur VEDTA = 13,6 mL.

$$\begin{aligned} 9. [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] &= \frac{C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{10} = \frac{0,01 \times 13,6}{10} \\ &= 1,36 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

**10.** On a  $[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = \frac{C_{m,Ca^{2+}}}{M(Ca)} + \frac{C_{m,Mg^{2+}}}{M(Mg)}$  d'après le document 3

$$\begin{aligned} [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] &= \frac{C_{m,Ca^{2+}}}{M(Ca)} + \frac{C_{m,Mg^{2+}}}{M(Mg)} = \frac{0,468}{40,1} + \frac{0,0745}{24,1} \\ &= 1,48 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{Écart relatif : } \frac{|X_{réelle} - X_{exp}|}{X_{réelle}} = \frac{|1,48 - 1,36|}{1,48} = 0,081$$

soit 8,1%. Résultat cohérent.

## B : Pollution de l'eau, impact sanitaire et environnemental

**11.** D'après le Document 2, la dose à ne pas dépasser est de 0,05 mg par jour et par kilo de masse corporelle. Alors la masse de fluor à ne pas dépasser, par jour, que l'on note  $m_2$  vaut  $m_2 = 0,05 \times 8 = 0,4$  mg.

D'après le Document 5, un bébé de 6 mois doit prendre 2 à 3 biberons, on prendra  $N_b = 2$  biberons. Par biberon, on relève un nombre de 8 mesurètes de 5 g soit lait en poudre/ biberon =  $8 \times 5 = 40$  g. Soit par jour une masse de lait en poudre :

$$m_{\text{lait en poudre/jour}} = N_b \times m_{\text{lait en poudre/biberon}} = 2 \times 40 \text{ g} = 80 \text{ g.}$$

De plus, un biberon nécessite un volume  $V = 240$  mL d'eau, donc  $V_{\text{eau/jour}} = 8 \times 240 = 1920$  mL = 1,92 L.

Calculons la masse totale en fluor administrée par jour notée  $m_3$  dans ces conditions :

$$m_3 = m_{\text{apportée par lait en poudre}} + m_{\text{apportée par l'eau de Contrex}}$$

Or, d'après le tableau 5-a,

$$m_{\text{apportée par lait en poudre}} = \frac{275}{100} \times 80 = 220 \text{ } \mu\text{g} = 0,22 \text{ mg}$$

et d'après le document 3 :

$$m_{\text{apportée par l'eau de Contrex}} = 1,92 \times 0,36 = 0,69 \text{ mg}$$

Alors  $m_3 = 0,22 + 0,69 = 0,91$  mg.

→ On a alors  $m_3 > m_2$ . Il n'est pas possible d'utiliser l'eau de Contrex..

**12.** L'eau de Mon Roucous possède du fluor à moins de 0,1 mg/L d'après le Document 3.

Dans ce cas, la masse maximale de fluor apportée par cette eau est :

$$m_{\text{max apportée par l'eau de Mon Roucous}} = 1,92 \times 0,1 = 0,192 \text{ mg.}$$

Alors la masse totale maximale de fluor dans ces conditions devient :

$$\begin{aligned} m_{3'} &= m_{\text{apportée par lait en poudre}} + m_{\text{max apportée par l'eau de Mon Roucous}} \\ &= 0,22 + 0,19 = 0,41 \text{ mg ce qui correspond} \\ &\text{à la masse de fluor à ne pas dépasser.} \end{aligned}$$

→ On peut donc utiliser l'eau de Mon Roucous d'où l'appellation d'eau minérale pour bébé.

**13.** Polluants de 1<sup>re</sup> génération (années 70) : produits organochlorés, comme le Lendane ou le DDT (insecticides) qui peuvent durer de 10 à 40 ans dans les eaux polluées.

Polluants de 2<sup>e</sup> génération (encore utilisés) : produits organophosphorés ou insecticides azotés qui ont une durée de vie plus courte, de 3 semaines à quelques mois.

Polluants de 3<sup>e</sup> génération (années 2000) : produits pharmaceutiques et de soins corporels en plein émergence et en cours d'étude.

- 14.** Soit par filtration puis extraction par un solvant, soit par capteurs spécifiques directement plongés dans l'environnement aquatique.
- 15.** Il s'agit de la concentration en masse. Plus elle est importante, plus le nombre de molécules polluantes est important et donc plus la toxicité augmente.
- 16.** La vie animale et végétale mais la plus importante est l'activité humaine comme l'agriculture (fertilisants, pesticides...), l'industrie (nettoyage, fabrication...), les activités domestiques (lessive, ménage, douche). Mais aussi l'émergence des micropolluants issus de l'industrie pharmaceutique (médicaments); plastiques...
- 17.** Purification des eaux avant distribution (filtration et traitements chimiques) – Respect des seuils de quantités de rejet et d'utilisation pour des molécules données de la part des industriels et agriculteurs.
- 18.** D'après la Figure 1 c'est l'élément oxygène O qui est dosé.
- 19.** La Figure 1 représente l'évolution de la quantité d'oxygène, en mg/L, sur l'ensemble du bassin, en comparant les deux périodes 1985-1987 (courbe rouge) et 2010-2012 (courbe verte).
- Plus la quantité d'élément oxygène est importante meilleure est la qualité de l'eau.
- On observe que la courbe rouge se trouve dans la zone de qualité moyenne de l'eau (3 mg/L) alors que celle présente dans la zone verte se trouve dans la zone de qualité très bonne de l'eau (8 mg/L).
- Cette évolution homogène sur l'ensemble du bassin montre une nette amélioration de la qualité de l'eau due aux différentes pratiques évoquées à la question 17.