

Alain ROBERT

# L'eau

**Cycle de l'eau**  
**Consommation d'eau**  
**Traitement de l'eau**  
**Le château d'eau**



Photo A.R.

## Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/>

### Vous êtes libres :



de reproduire, distribuer et communiquer cette création au public



de modifier cette création

### Selon les conditions suivantes :



**Paternité.** Vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'oeuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'oeuvre).



**Pas d'Utilisation Commerciale.** Vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales.



**Partage des Conditions Initiales à l'Identique.** Si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci.

- A chaque réutilisation ou distribution de cette création, vous devez faire apparaître clairement au public les conditions contractuelles de sa mise à disposition. La meilleure manière de les indiquer est un lien vers cette page web.
- Chacune de ces conditions peut être levée si vous obtenez l'autorisation du titulaire des droits sur cette oeuvre.
- Rien dans ce contrat ne diminue ou ne restreint le droit moral de l'auteur ou des auteurs.

*Ce qui précède n'affecte en rien vos droits en tant qu'utilisateur (exceptions au droit d'auteur : copies réservées à l'usage privé du copiste, courtes citations, parodie...)*

Ceci est le Résumé Explicatif du Code Juridique

(la version intégrale du contrat - <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/legalcode>).



La culture scientifique est une composante indispensable de la culture du citoyen

Orléans

Science. Ecole

FÉDÉRATION LOIRET

la ligue de l'enseignement

un avenir par l'éducation populaire

**Ce dossier décrit quatre activités autour du thème de l'eau pour mieux faire comprendre les enjeux de sa gestion dans notre vie quotidienne.**

## **Sommaire**

<b>Le cycle de l'eau</b>	<b>Page 4</b>
<b>Fabrication des panneaux</b>	<b>Page 6</b>
<b>Documents élèves</b>	<b>Page 25</b>
<b>L'eau sur Terre</b>	<b>Page 27</b>
<b>Notre consommation d'eau</b>	<b>Page 28</b>
<b>Fabrication du matériel</b>	<b>Page 29</b>
<b>Utilisation en classe</b>	<b>Page 44</b>
<b>Équivalence dm<sup>3</sup> et Litre</b>	<b>Page 46</b>
<b>Le traitement de l'eau</b>	<b>Page 50</b>
<b>Fabrication des maquettes</b>	<b>Page 52</b>
<b>Utilisation</b>	<b>Page 56</b>
<b>Ultra-filtration</b>	<b>Page 57</b>
<b>Risques de pollution, solutions</b>	<b>Page 60</b>
<b>Le château d'eau</b>	<b>Page 61</b>
<b>Fabrication des maquettes</b>	<b>Page 62</b>
<b>Utilisation</b>	<b>Page 65</b>
<b>Quelques châteaux d'eau</b>	<b>Page 68</b>



La planète bleue—Tapisserie de haute lice de Geneviève GOBERT

# Le cycle de l'eau

Objectifs :

En commentant une reproduction d'une aquarelle de Raymond Piolat (voir ci-dessous et pages 25 et 26 ), faire prendre conscience aux élèves des trois états de l'eau :

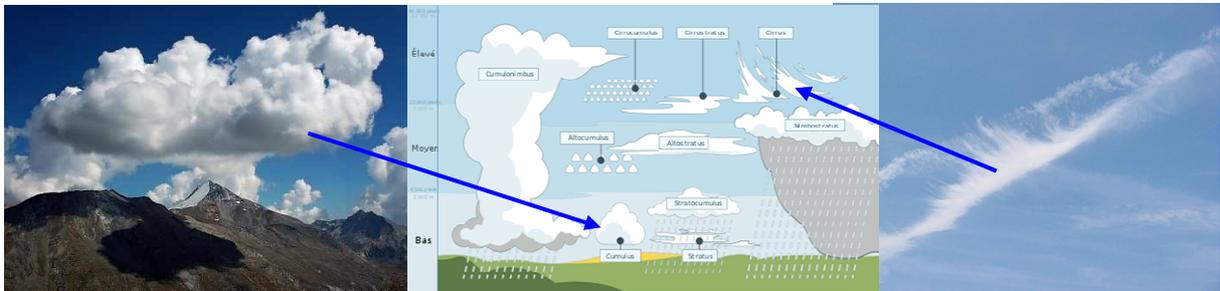
État solide (la glace, la neige, certains nuages, etc.)

État liquide (l'eau du robinet, des mers, lacs, rivières, ruisseaux, certains nuages, etc.)

État gazeux (la vapeur d'eau)

Attention : la vapeur d'eau est un gaz incolore et inodore, donc on ne la voit pas.

Les nuages sont constitués de petites gouttelettes d'eau liquide (nuages bas) ou de fines aiguilles de glace (nuages de haute altitude)



**Cumulus** (gouttelettes d'eau)  
M. Klüber Fotografie  
CC BY-SA 3.0a

Valentin de Bruyn / Coton  
CC BY-SA 3.0a

**Cirrus** (cristaux de glace)  
Rasbak CC BY-SA 3.0a

Ensuite, en partant de l'évaporation de l'eau, expliquez étape par étape le cycle de l'eau et légendez l'aquarelle. Ensuite, les élèves feront le même travail sur une photocopie A4.





Photo A.R.

## Réalisation du panneau « Cycle de l'eau » en grand format (65 x 50 cm)

- 1 - Imprimez les pages 7 à 23
- 2 - Supprimez les marges blanches à gauche des pages 8, 9, 10
- 3 - Supprimez la marge blanche en haut de la page 11
- 4 - Supprimez les marges blanches en haut et à gauche des pages 12,13,14
- 5 - Assemblez par collage les pages 7 à 14 sur une feuille de carton format « Raisin » (65 x 50 cm) en vous servant des repères de collage (une zone de superposition de 0,63 cm est prévue sur chaque zone de jonction)
- 5 bis - Au dos de la feuille de carton vous pouvez, de la même manière, assembler les pages 16 à 23 pour avoir le cycle complet, ou en faire un poster à afficher dans la classe.
- 6 - Pour assurer la protection du panneau, vous pouvez l'insérer dans une pochette plastique format raisin (en vente dans les magasins de fournitures pour arts plastiques).
- 7 - Collez la page 15 sur du bristol, ou mieux, plastifiez-la.
- 8 - Découpez les 7 étiquettes
- 9 - Au dos de chaque étiquette, collez une pastille adhésive «Velcro » ®, ou un morceau de bande «Velcro » ®, l'autre partie de la pastille ou de la bande étant collée sur la zone blanche correspondante du panneau « Cycle de l'eau »
- 9bis - On peut remplacer les éléments « Velcro » par de petits aimants\* (ø5 mm, épaisseur 2 mm) insérés et collés dans des trous faits à l'emporte pièce dans la plaque de carton et par des petites plaques de tôle fine collées au dos des étiquettes, autant que possible avant plastification.

### Utilisation :

En partant de l'évaporation de l'eau, expliquez étape par étape le cycle de l'eau et légendez le panneau en posant les étiquettes. Ensuite, les élèves feront le même travail sur une photocopie A4 de la page 26.

On montrera ensuite le tableau de la page 27 et on le commentera ou on le fera commenter par les élèves pour leur faire comprendre que l'eau douce disponible ne correspond même pas à 1% du total de l'eau présente sur Terre.

\* Ces petits aimants à base de néodyme, très puissants sont disponibles dans certains magasins de matériel pour les arts plastiques et/ou le cartonage (solution pour achat en très faible quantité).

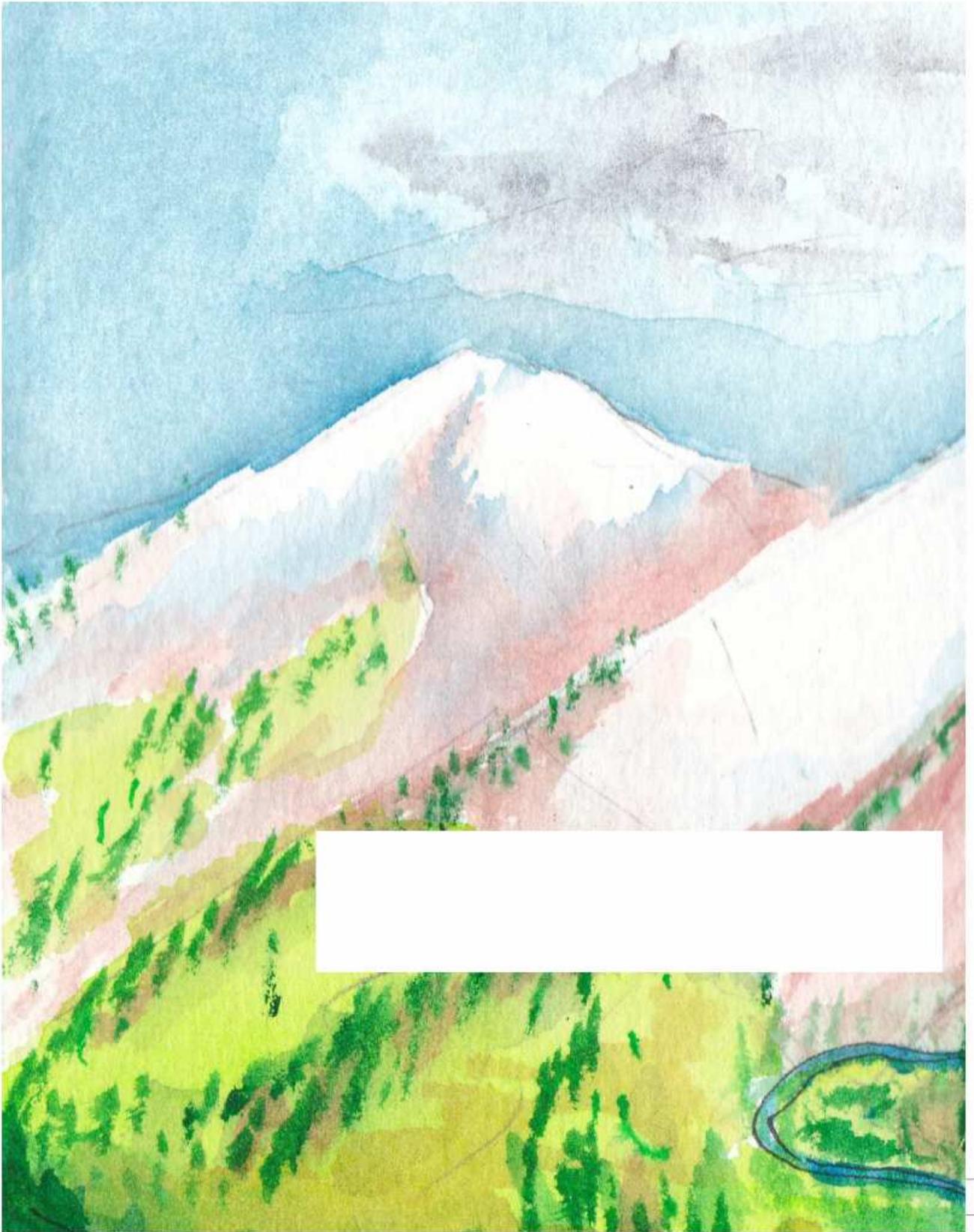
Si l'on veut les acheter en quantité plus importante, il est préférable de les commander par Internet.

Voici une adresse (parmi d'autres) pour se les procurer :

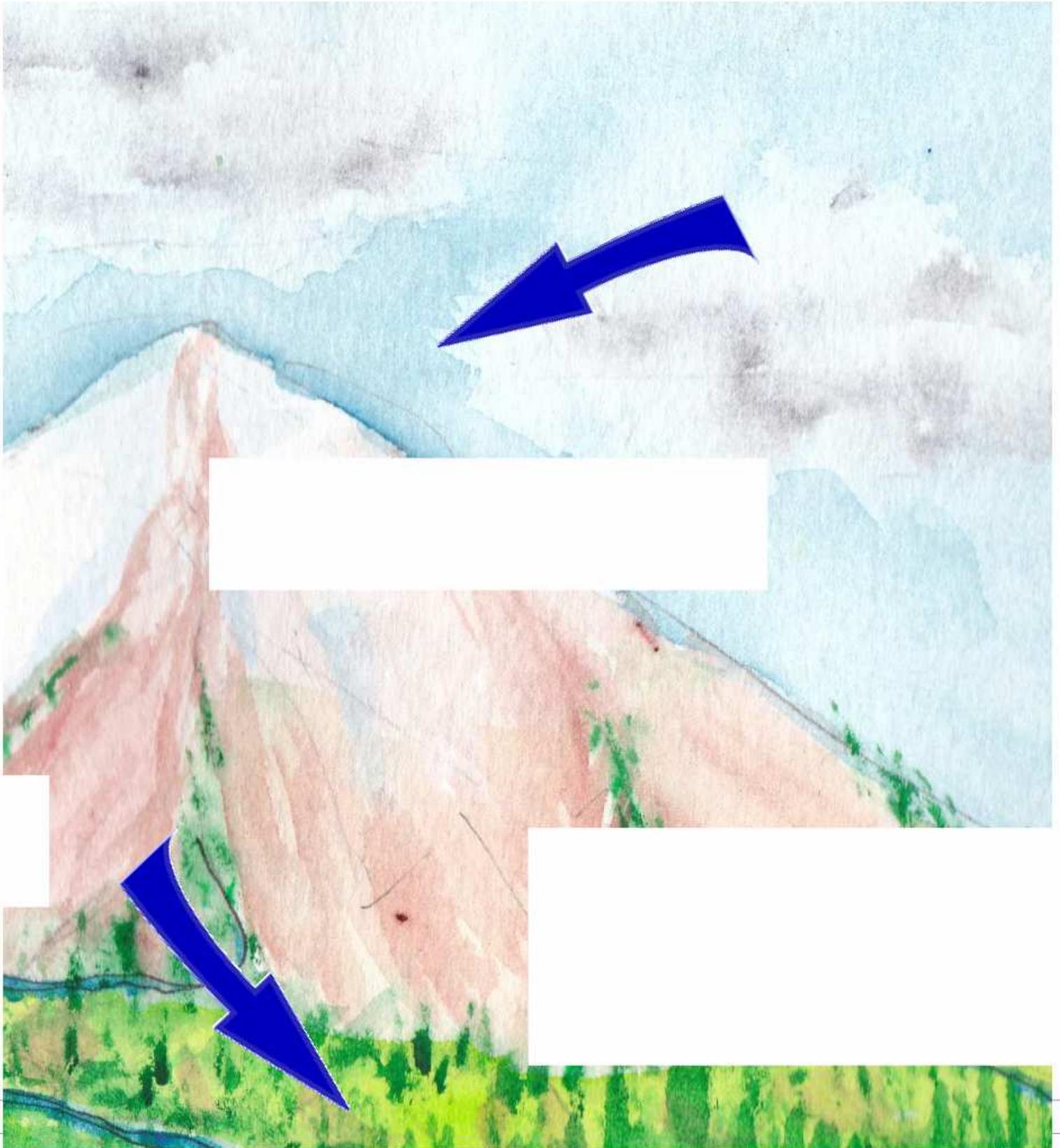
<https://www.supermagnete.fr/>



	<b>S-05-02-N52N</b> Disque magnétique Ø 5 mm, hauteur 2 mm, néodyme, N52, nickelé, force d'adhérence ~ 680 g	10 pc. 0,31 EUR/pc. * dès 40 pc. 0,25 EUR/pc. * dès 80 pc. 0,22 EUR/pc. * dès 160 pc. 0,20 EUR/pc. * <small>Demander une remise dès 1 100 pc.</small>
Disponible: 598 760 pc.	10	 <b>Panier d'achat</b>



# Le cycle de

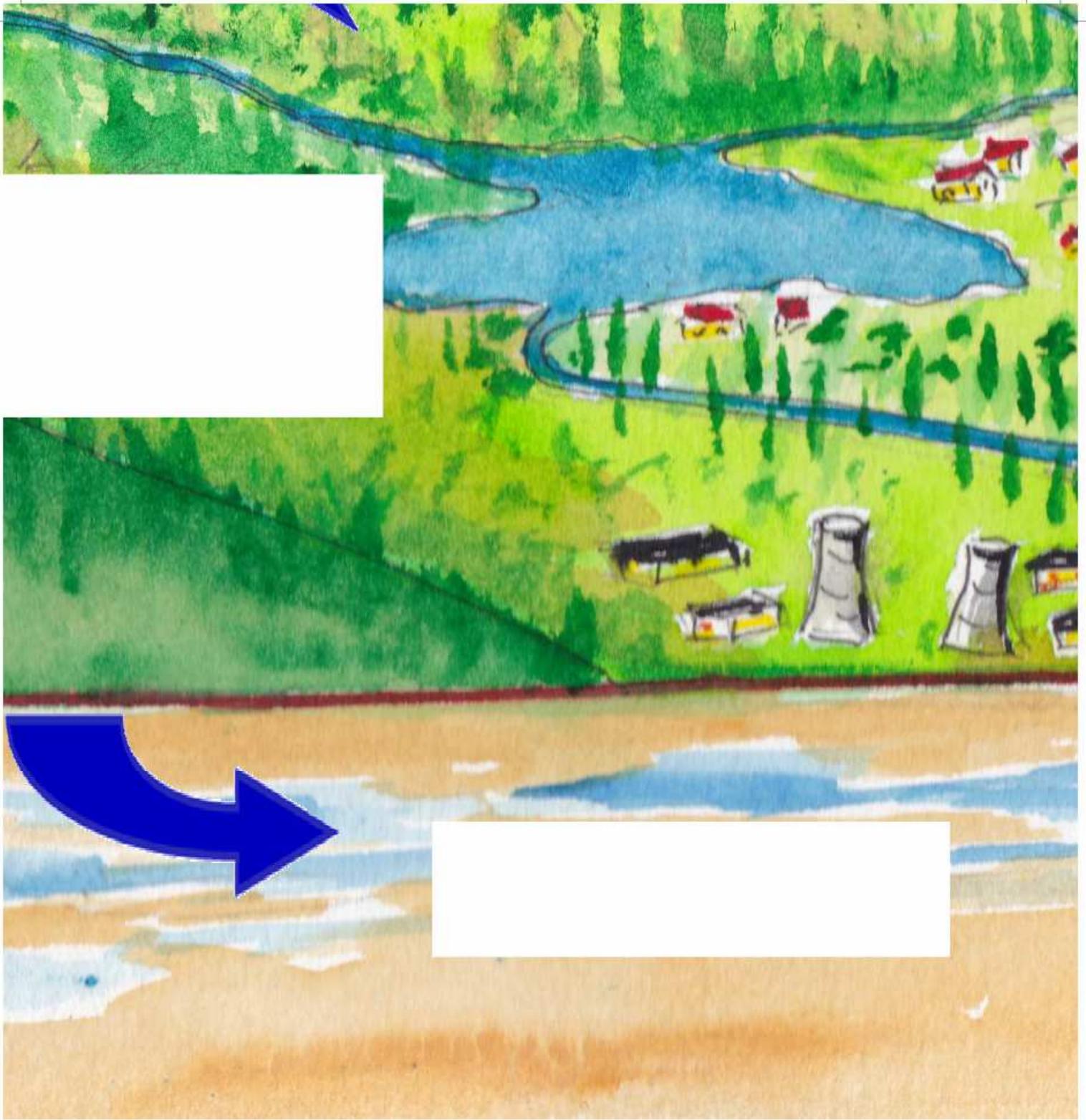


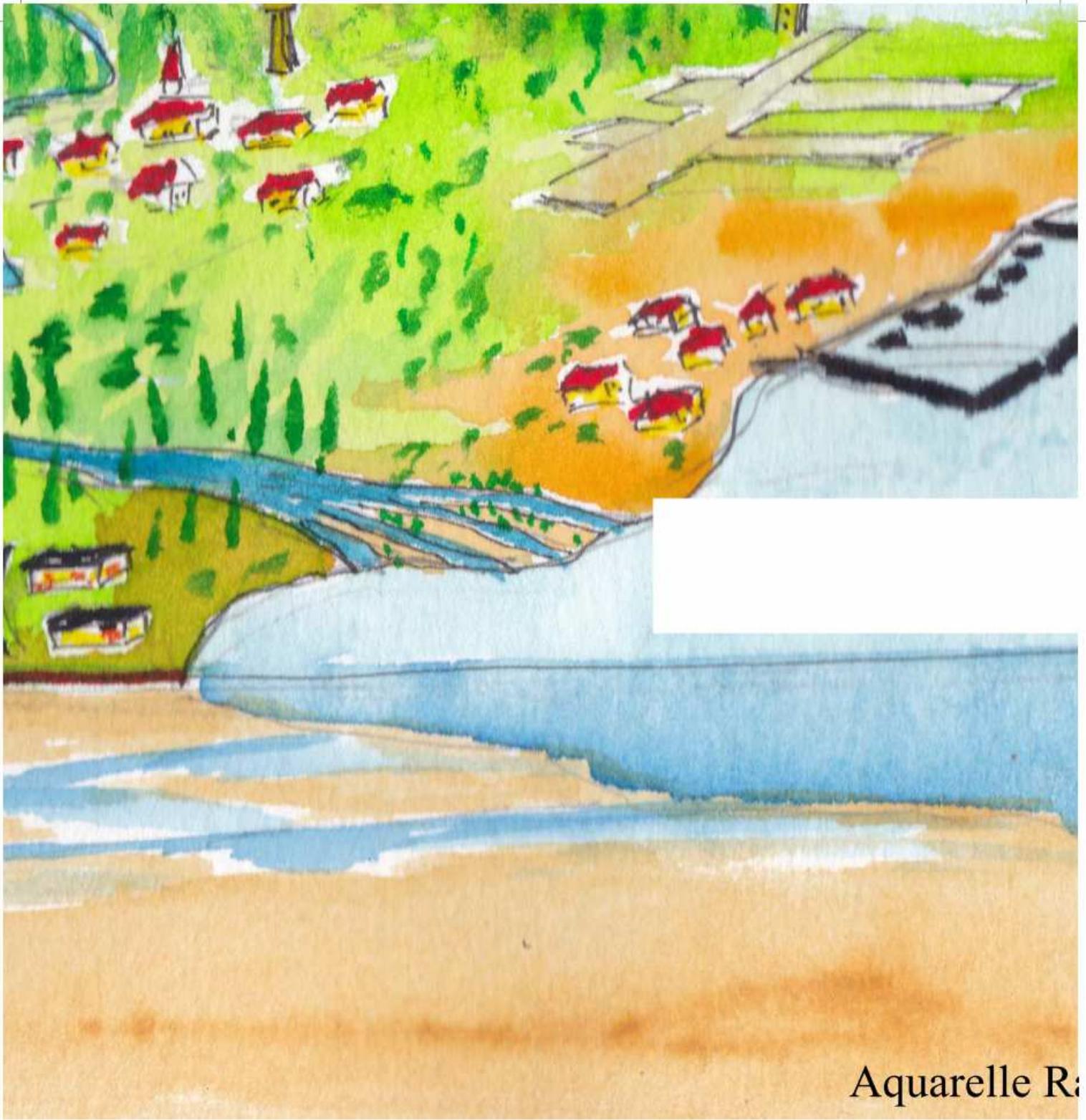
# e l'eau











Aquarelle Ra



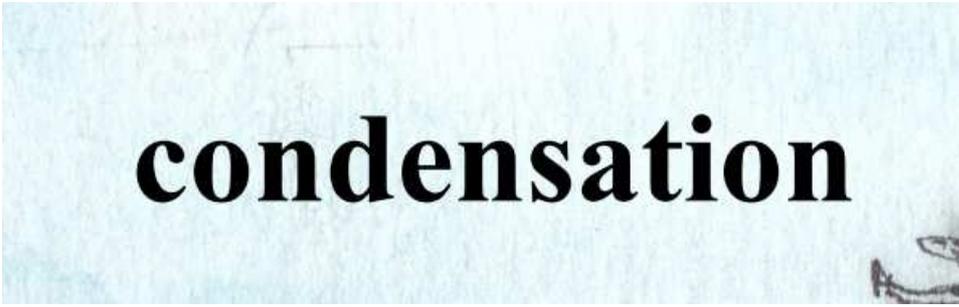
e Raymond PIOLAT



**précipitations**



**évapo  
transpiration**



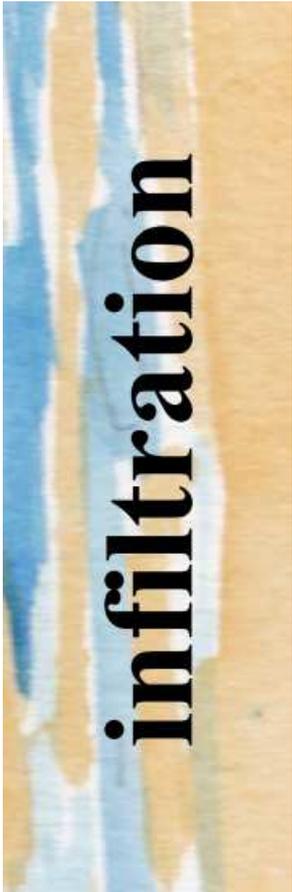
**condensation**



**ruissellement**



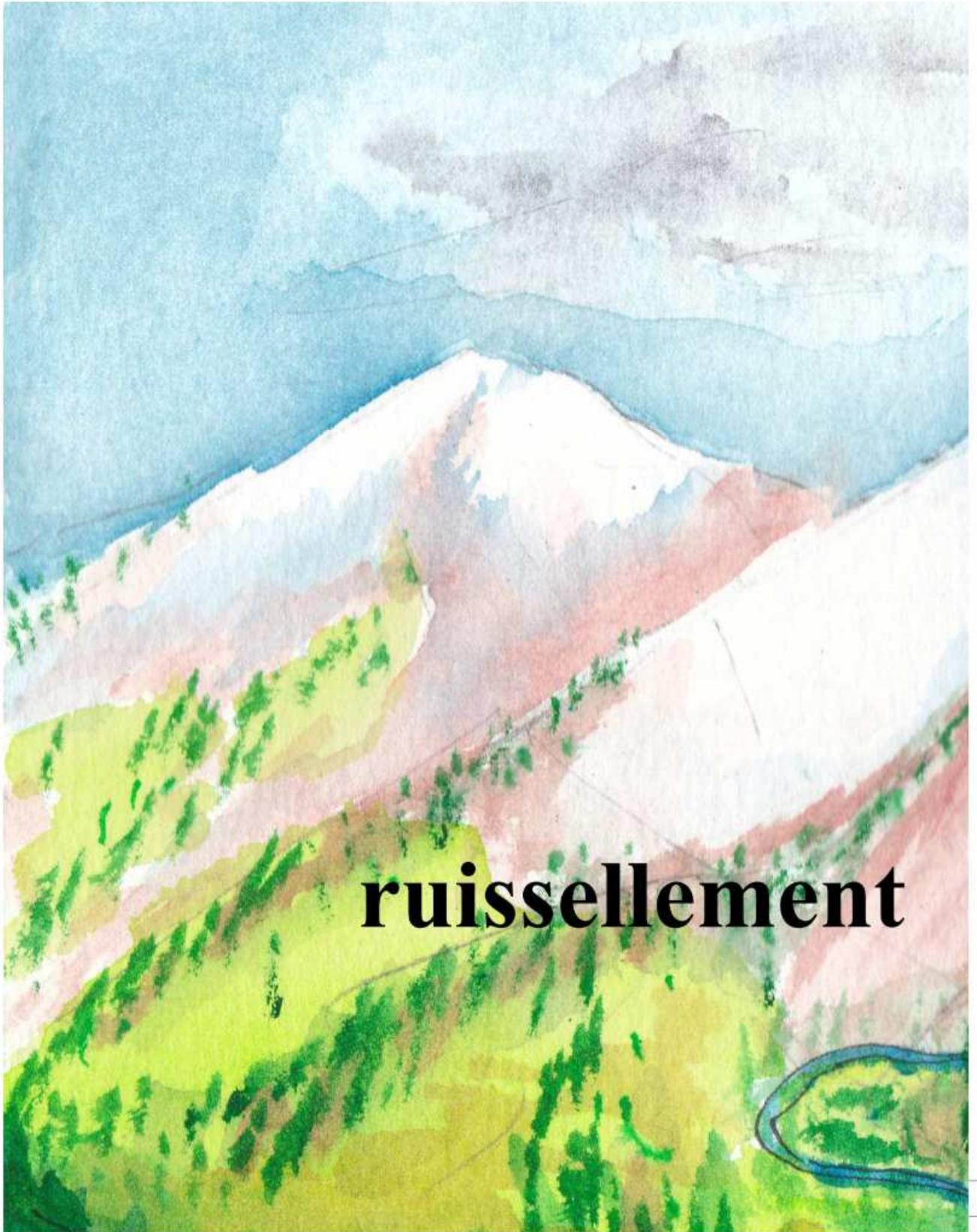
**évaporation**



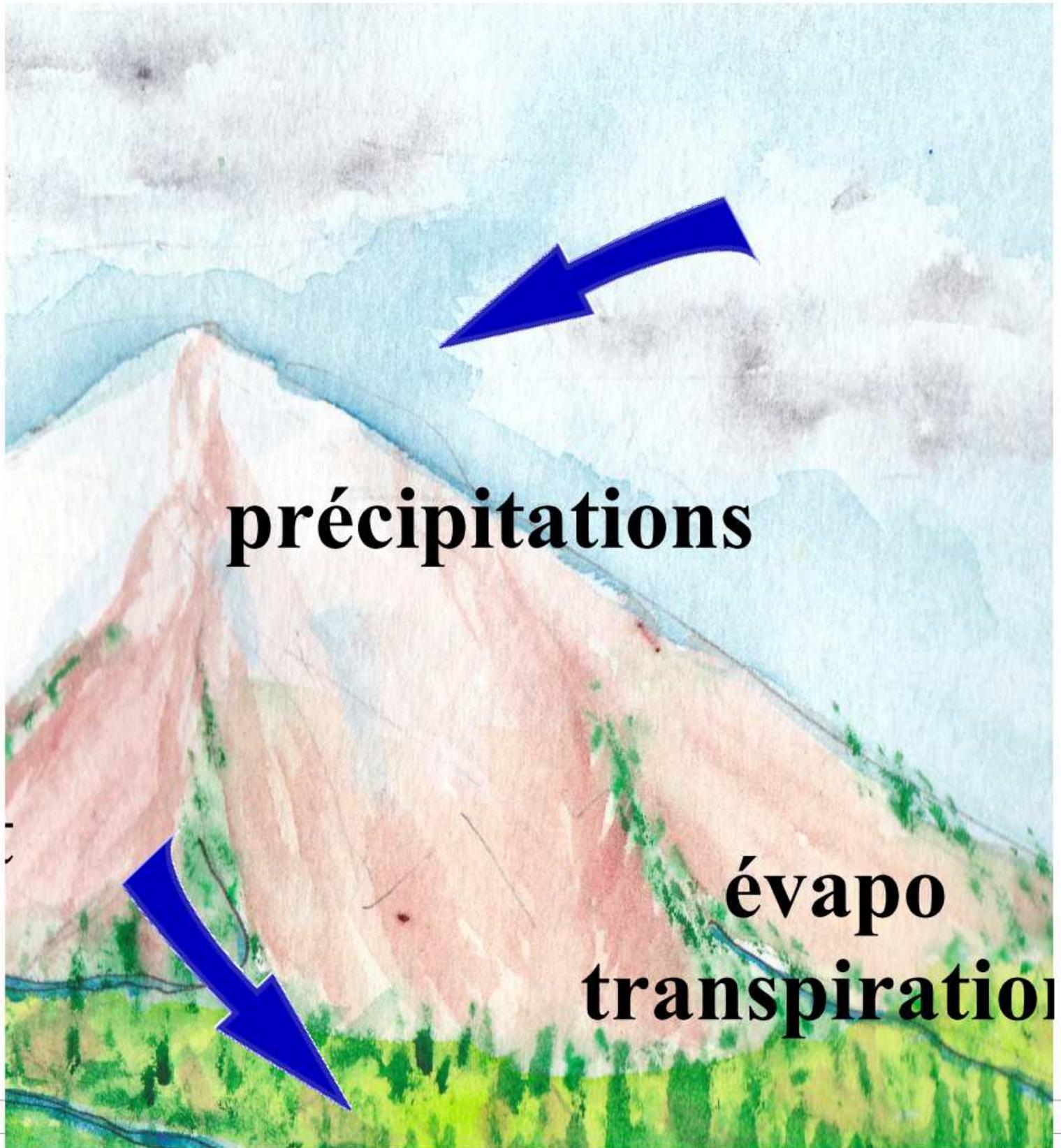
**infiltration**



**captation par  
les plantes**



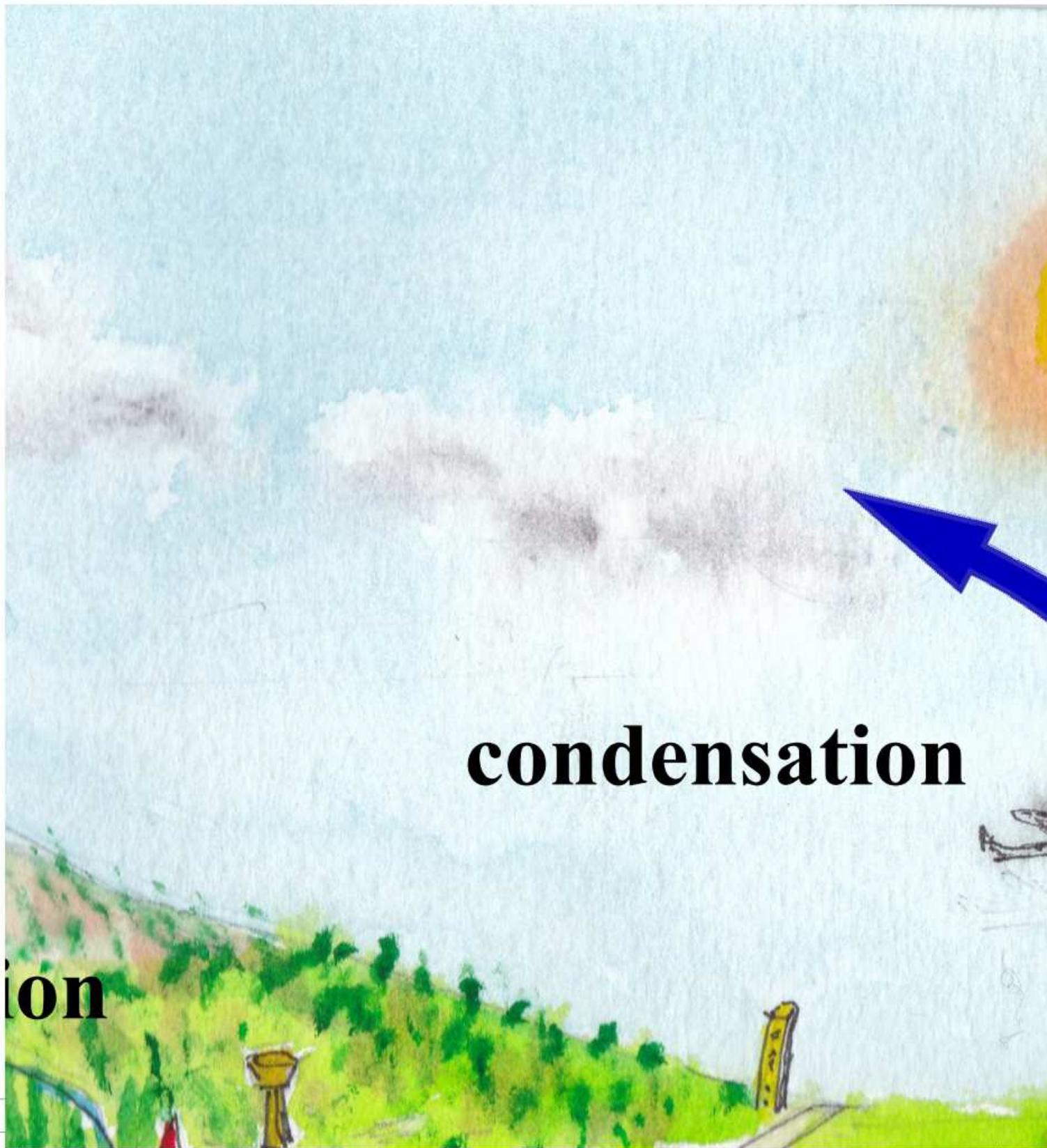
# Le cycle de



**précipitations**

**évapo  
transpiration**

# e l'eau



ion



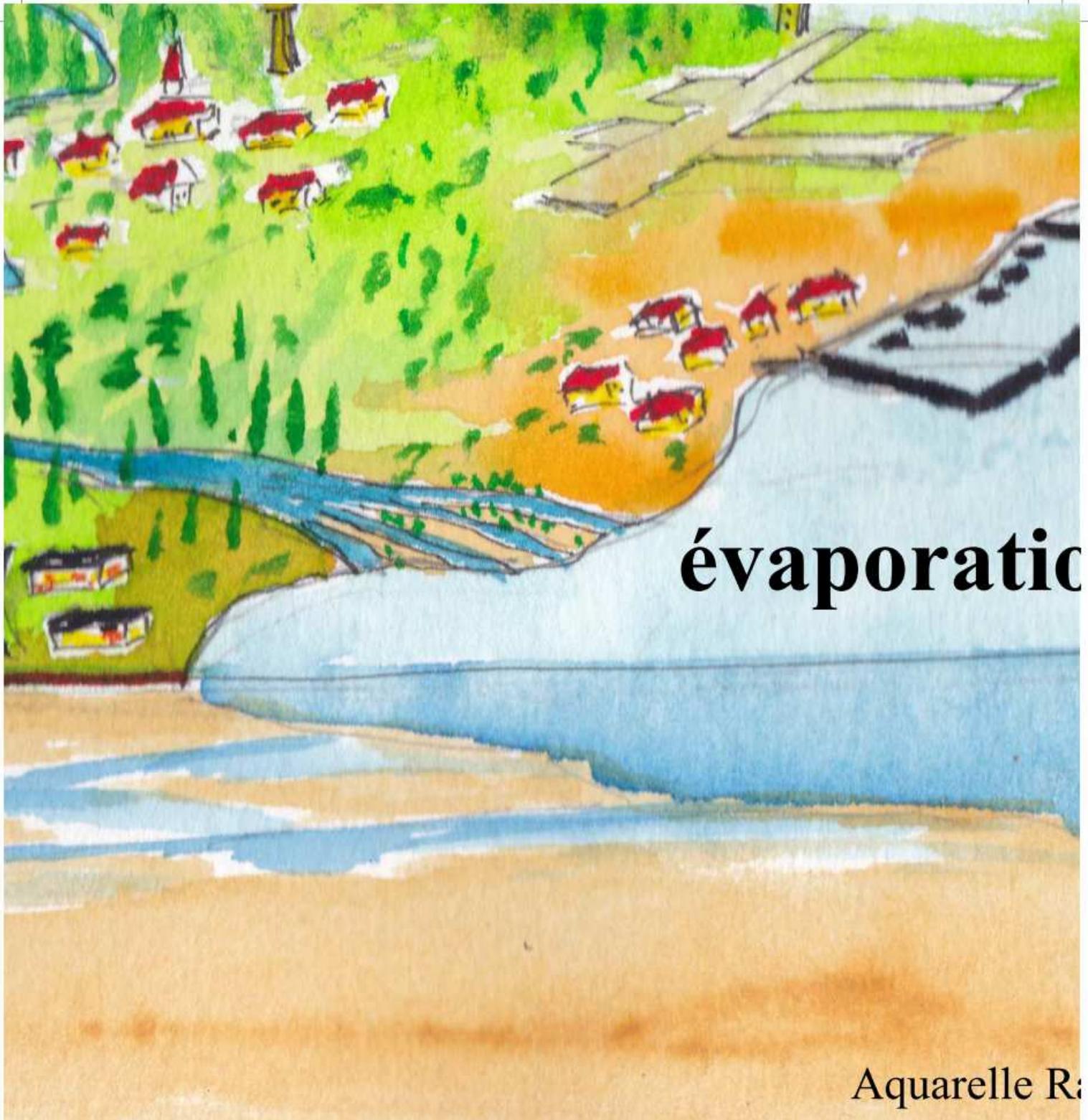
# captati les pl



**ation par  
plantes**

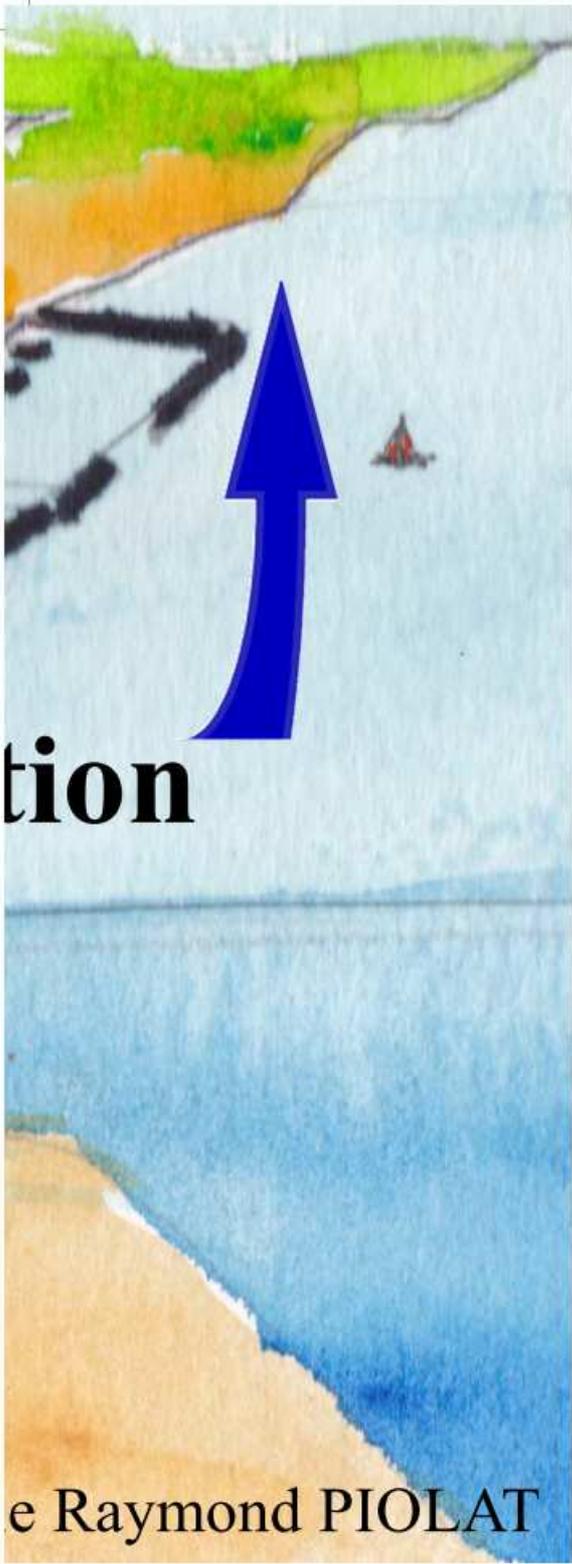


**infiltration**



**évaporatic**

Aquarelle Ra

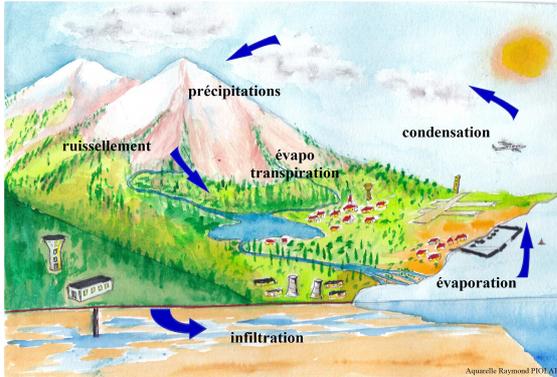


tion

e Raymond PIOLAT

Sur les deux pages suivantes, vous trouverez :

### Le cycle de l'eau



La version format A4 du panneau « Cycle de l'eau », avec les indications (évaporation, condensation, etc.)

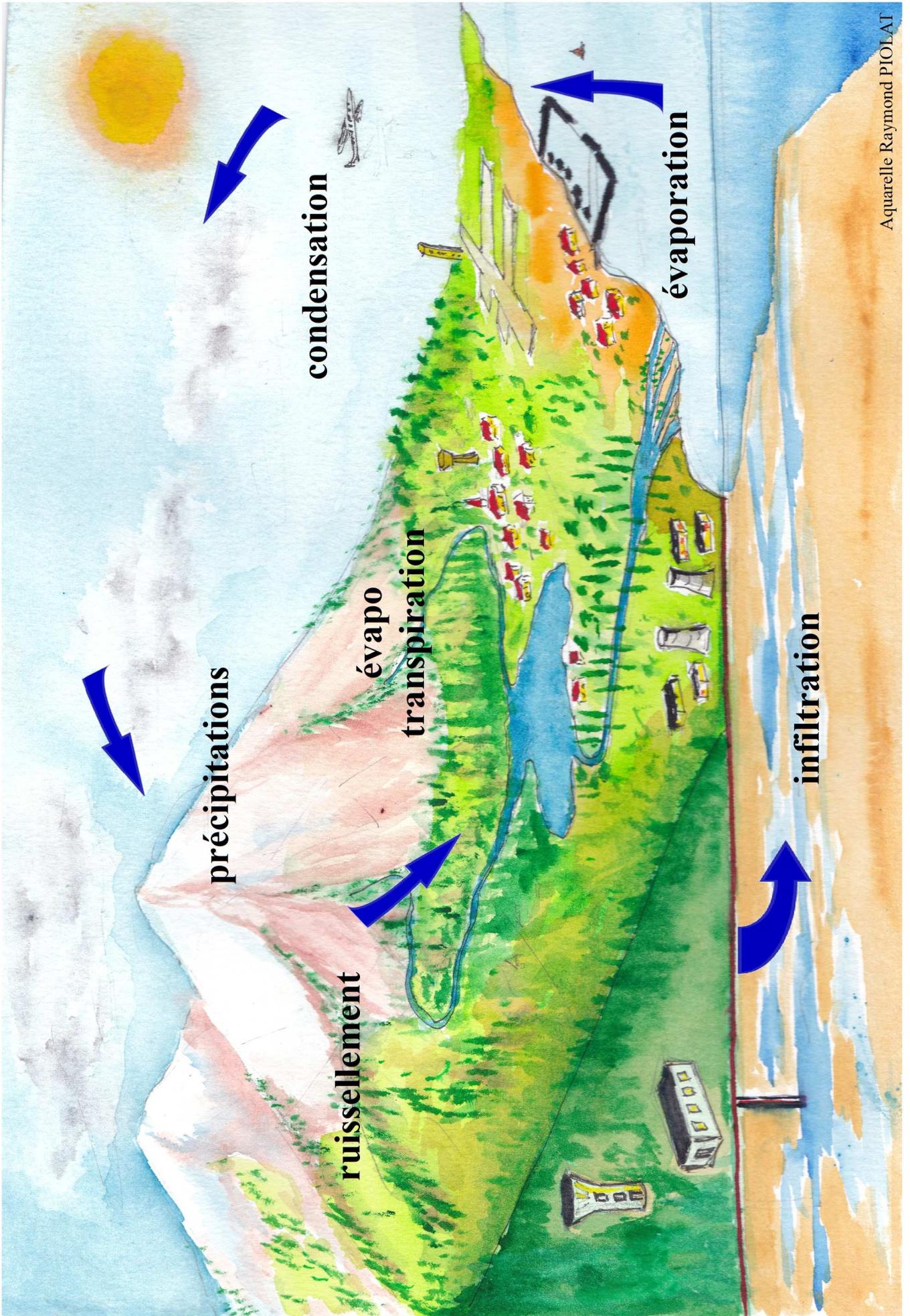
### Le cycle de l'eau



Le même dessin en format A4, sans les indications, pour duplication, distribution aux élèves afin qu'ils se l'approprient en le complétant.



# Le cycle de l'eau



# Le cycle de l'eau





# L'eau sur Terre

Stocks d'eau terrestres	1,4 milliards de km <sup>3</sup>	
océans, mers	1,35 milliard de km <sup>3</sup>	97,3 %
glaces	27,5 millions de km <sup>3</sup>	2,15 %
eaux souterraines	8,2 millions de km <sup>3</sup>	0,63 %
lacs, rivières	170 000 km <sup>3</sup>	0,01 %
humidité du sol	70 000 km <sup>3</sup>	0,005 %
humidité de l'air	13 000 km <sup>3</sup>	0,001 %
eau des cellules vivantes	1 100 km <sup>3</sup>	0,0001 %



# Évaluer notre consommation d'eau

## Objectifs

**L'eau est indispensable à la vie.** Les ressources en eau ne sont pas inépuisables : nous ne devons pas les gaspiller. La demande et les ressources disponibles doivent s'équilibrer ; les réserves d'eau ne peuvent augmenter et la demande des hommes est croissante. Notre souci de gestes pour l'économiser doit être permanent.

**Comment réduire la consommation d'eau ?** Chacun de nous peut économiser jusqu'à 30% de sa consommation domestique en y veillant par des gestes quotidiens.

L'hygiène corporelle, les sanitaires, l'entretien de l'habitat et les tâches ménagères représentent 93% de l'eau consommée à la maison. Les 7% restants sont réservés à la boisson et à la préparation des aliments.

Les pages suivantes décrivent comment faire visualiser aux enfants leur consommation d'eau ainsi que celle d'une famille.

Dans un premier temps, il serait souhaitable que les enfants aient manipulé 1 litre d'eau dans divers contenants. Un travail sur le décimètre cube est proposé dans ce dossier pour compléter cette manipulation.

## Matériel nécessaire

- Réserve de cartes « consommation d'eau »
- Règle graduée en litres
- Sac de toile de 1m<sup>3</sup> « Big Bag », (qu'on peut se procurer dans certains magasins de bricolage) ou mieux, structure cubique démontable d'1 m de côté.

## Fabrication du matériel « Consommation d'eau »

### 1 - Les cartes de consommation d'eau (à découper)

Imprimez les pages 30 à 38 de ce dossier sur de la cartoline, du papier à dessin ou du papier photo.

Découpez les cartes.

Pour les ranger par séries, vous pouvez imprimer des enveloppes en utilisant le fichier `consomm_eau_env.pdf`

La dernière enveloppe de la série est prévue pour ranger les étiquettes associées au panneau « Cycle de l'eau » (voir page 6).



Cartes de consommation d'eau (à découper)

<p>Chasse d'eau (éco) : 6 L</p> 	<p>Chasse d'eau (éco) : 6 L</p> 
<p>Chasse d'eau (éco) : 6 L</p> 	<p>Chasse d'eau (éco) : 9 L</p> 
 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>	 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>
 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>	 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>

Cartes de consommation d'eau (à découper)

<p>Chasse d'eau (éco) : 6 L</p> 	<p>Chasse d'eau (éco) : 6 L</p> 
<p>Chasse d'eau (éco) : 6 L</p> 	<p>Chasse d'eau (éco) : 9 L</p> 
 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>	 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>
 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>	 <p>Chasse d'eau (éco) : 3 L</p>

**Boisson : 2 L**



**Boisson : 2 L**



**Boisson : 2 L**



**Boisson : 2 L**



**Cuisine : 5 L**



**Cuisine : 5 L**



**Lave-linge : 50 L**



**Lave-vaisselle : 20 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Douche : 40 L**



**Douche : 40 L**



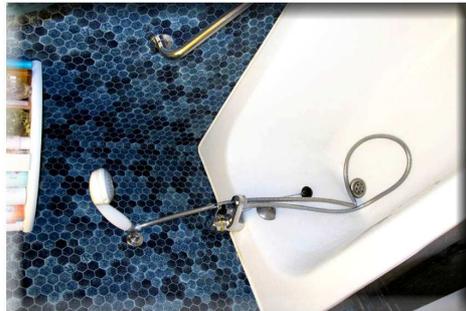
**Douche : 40 L**



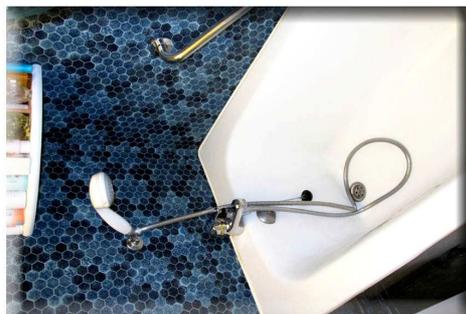
**Douche : 40 L**



**Bain : 140 L**



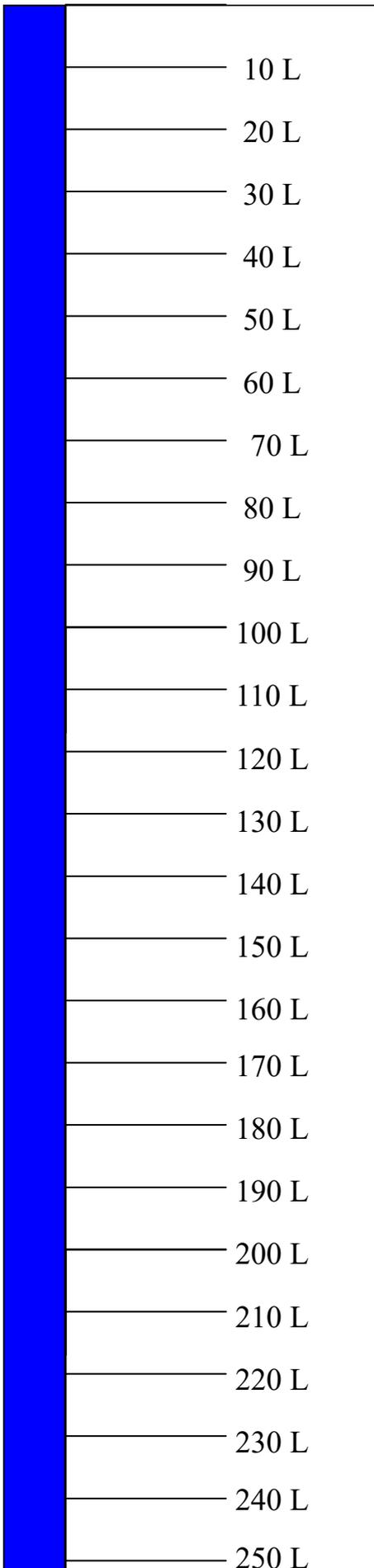
**Bain : 140 L**



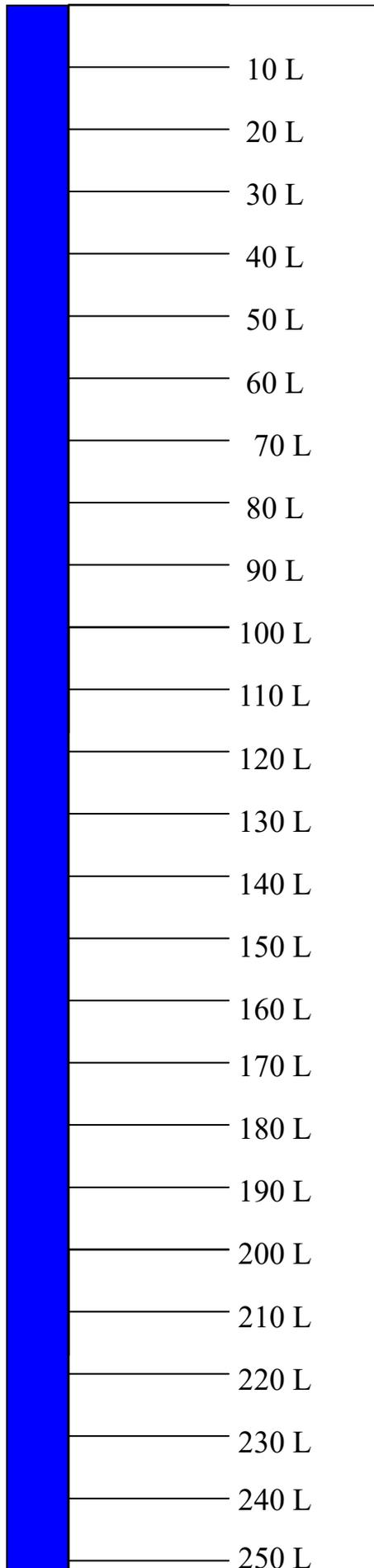
10 L
20 L
30 L
40 L
50 L
60 L
70 L
80 L
90 L
100 L
110 L
120 L
130 L
140 L
150 L
160 L
170 L
180 L
190 L
200 L
210 L
220 L
230 L
240 L
250 L
<b>Réglète de totalisation journalière individuelle</b>

10 L
20 L
30 L
40 L
50 L
60 L
70 L
80 L
90 L
100 L
110 L
120 L
130 L
140 L
150 L
160 L
170 L
180 L
190 L
200 L
210 L
220 L
230 L
240 L
250 L
<b>Réglète de totalisation journalière individuelle</b>

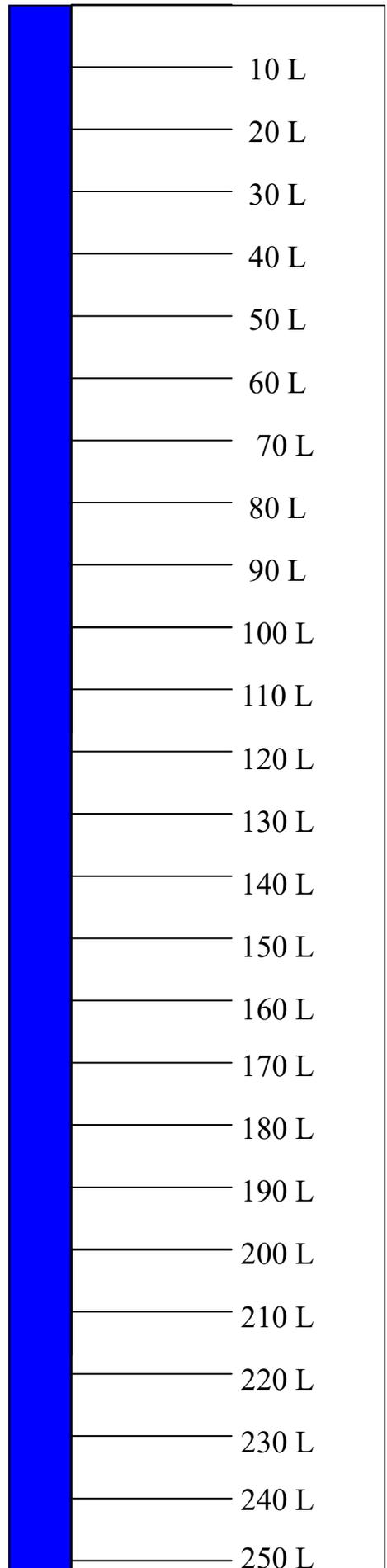
10 L
20 L
30 L
40 L
50 L
60 L
70 L
80 L
90 L
100 L
110 L
120 L
130 L
140 L
150 L
160 L
170 L
180 L
190 L
200 L
210 L
220 L
230 L
240 L
250 L
<b>Réglète de totalisation journalière individuelle</b>



**Réglette de totalisation  
journalière individuelle**



**Réglette de totalisation  
journalière individuelle**



**Réglette de totalisation  
journalière individuelle**

**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



**Lavage mains : 3 L**



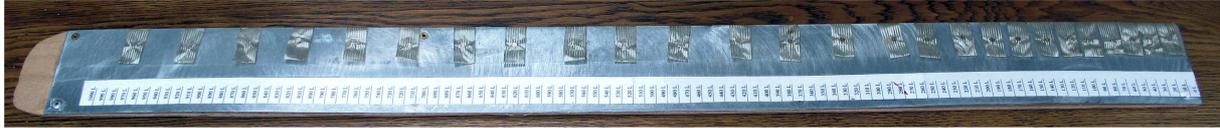
**Lavage mains : 3 L**



Cartes à personnaliser pour des consommations particulières.

75 L 70 L 65 L 60 L 55 L 50 L 45 L 40 L 35 L 30 L 25 L 20 L 15 L 10 L 5 L	75 L 70 L 65 L 60 L 55 L 50 L 45 L 40 L 35 L 30 L 25 L 20 L 15 L 10 L 5 L	75 L 70 L 65 L 60 L 55 L 50 L 45 L 40 L 35 L 30 L 25 L 20 L 15 L 10 L 5 L	75 L 70 L 65 L 60 L 55 L 50 L 45 L 40 L 35 L 30 L 25 L 20 L 15 L 10 L 5 L
---	---	---	---

## 2 - Fabrication de la règle totalisatrice



### Matériel :

1 plaque de tôle d'acier de 105 x 10 cm (à faire découper chez un serrurier)

1 plaque de contreplaqué d'épaisseur 5 mm de 110 x 10 cm

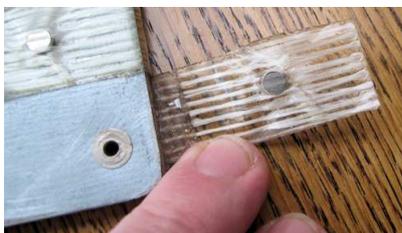
30 aimants miniature (ø 5 mm, épaisseur 2 mm, voir page 6)

Ruban adhésif (armé si possible)

Graduations de la règle : photocopie de la page 40, adhésif double face

### Réalisation :

Découpez les bandes de graduation de la page 40 et collez-les sur la règle à l'aide d'adhésif double face en commençant en bas, au ras de la plaque de tôle.



A l'aide de ruban adhésif, réalisez des pattes incorporant 1 ou 2 aimants et fixez-les au dos de la plaque de tôle.



Pour assurer une bonne tenue des cartes, nombreuses en début de graduation, on placera deux aimants sur les pattes 2, 4 et 6.



Au départ de la graduation, il faut que les pattes soient presque jointives, puis ensuite on peut les espacer de 2 puis de 5 cm.

Fixez ensuite la plaque de tôle sur la plaque de contreplaqué (pour rigidifier l'ensemble et éviter les coupures possibles avec la tôle seule).

260 L	520 L	780 L	
250 L	510 L	770 L	
240 L	500 L	760 L	
230 L	490 L	750 L	
220 L	480 L	740 L	1000 L
210 L	470 L	730 L	990 L
200 L	460 L	720 L	980 L
190 L	450 L	710 L	970 L
180 L	440 L	700 L	960 L
170 L	430 L	690 L	950 L
160 L	420 L	680 L	940 L
150 L	410 L	670 L	930 L
140 L	400 L	660 L	920 L
130 L	390 L	650 L	910 L
120 L	380 L	640 L	900 L
110 L	370 L	630 L	890 L
100 L	360 L	620 L	880 L
90 L	350 L	610 L	870 L
80 L	340 L	600 L	860 L
70 L	330 L	590 L	850 L
60 L	320 L	580 L	840 L
50 L	310 L	570 L	830 L
40 L	300 L	560 L	820 L
30 L	290 L	550 L	810 L
20 L	280 L	540 L	800 L
10 L	270 L	530 L	790 L
0 L	260 L	520 L	780 L

### 3 - Fabrication de la structure cubique d'1 m<sup>3</sup>

**Matériel :**

6 m de tube en matière plastique « électricité » de diamètre extérieur 16 mm



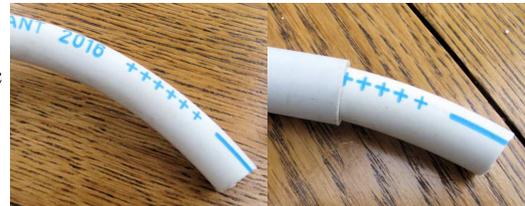
8 coudes en cuivre 90 °, diamètre intérieur 16 mm



8 colliers pour tube diamètre 16 mm et 8 pattes de fixation pour les colliers.



Environ 50 cm de tuyau plastique ou caoutchouc rentrant à frottement doux dans le tube électricité



10 mètres d'élastique rond diamètre 2 à 3 mm

**Réalisation :**

Dans le tube plastique électricité, découpez 8 morceaux de 95,5 cm et 4 morceaux de 96,5 cm

Fixez un collier sur chaque coude, vissez une patte de fixation sur chaque collier et collez sur cette patte un morceau de tube plastique ou caoutchouc.



Les tubes plastique électricité de 95,5 cm doivent être placés dans les coudes de cuivre (base et dessus de la structure), alors que les tubes de 96,5 cm constitueront les côtés verticaux de cette dernière.





Solidarisez les 4 tubes (95,5 cm) et les 4 colliers constituant la base de la structure en y installant un caoutchouc de 2 à 3 mm de diamètre légèrement tendu.

Faites de même avec les 4 autres tubes de 95,5 cm pour constituer le dessus de la structure.

En partant du milieu des tubes, faites des marques espacées de 10 cm sur les 4 tubes de la base et sur les 4 tubes de 96,5 cm



La structure est prête à être assemblée.



Si les élèves ont réalisé le cube d'un dm de côté, on pourra aborder la conversion :

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$$



## Réalisation d'un voile de tissu pour visualiser le niveau :

### Matériel :

1 morceau de tissu fin de couleur bleue 1,5 m en 1,4 m de large  
5 m élastique 2 à 3 mm de diamètre.  
Fil à coudre bleu

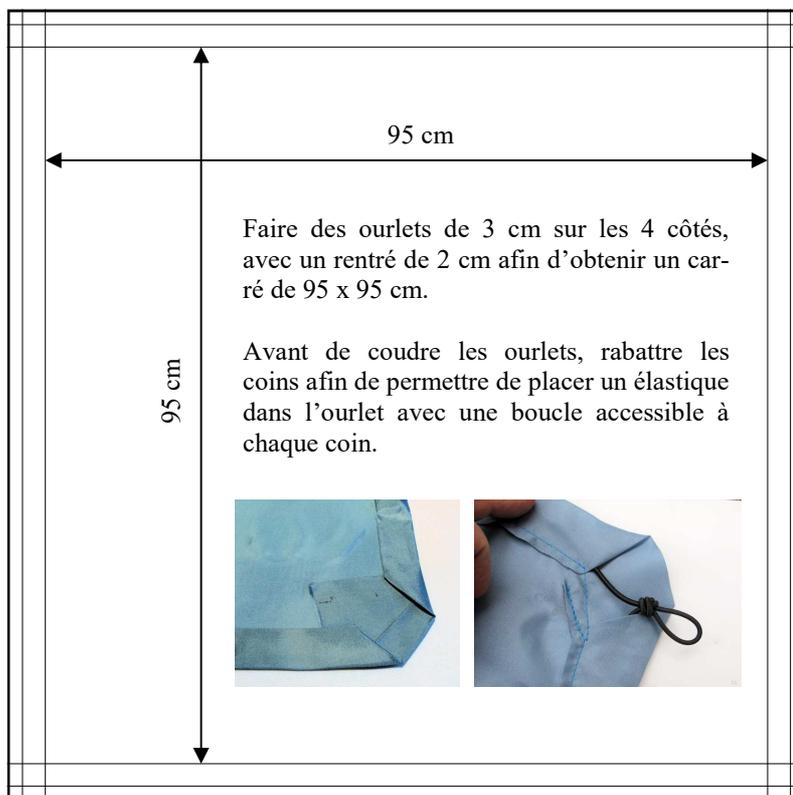
### Réalisation :

Découpez un morceau de tissu de 105 x 105 cm,

Ce voile pourra être installé sur la structure d'1 m<sup>3</sup>



et par coulissement le long des bords verticaux servira à visualiser un volume.



Le reste du tissu peut être utilisé pour réaliser un sac de rangement contenant :

- La règle totalisatrice
- Les éléments de la structure d'1 m<sup>3</sup>
- Le voile de tissus
- Les enveloppes contenant les cartes de consommation



## 4 - Utilisation :

Montez la structure d'1 m<sup>3</sup> dans la salle. Si les élèves ont déjà vu l'équivalence dm<sup>3</sup>/L, rappeler qu'1 m<sup>3</sup> correspond à 1000 dm<sup>3</sup> et que cette structure, si elle était fermée pourrait contenir 1000 L d'eau.

Présentez les cartes « Consommation d'eau » et expliquez le rectangle bleu à gauche de la carte.



Exemple :

Le lavage des mains utilise environ 3 L d'eau. Si l'on verse 3 L d'eau dans un récipient cubique d'1 m de côté (1 m<sup>3</sup>), le niveau monterait de 3 mm, c'est-à-dire la hauteur du petit rectangle bleu de la carte. →

Dans le groupe, demandez à un élève de raconter sa journée, du réveil au coucher, en s'arrêtant à chaque fois qu'il/elle consomme de l'eau.

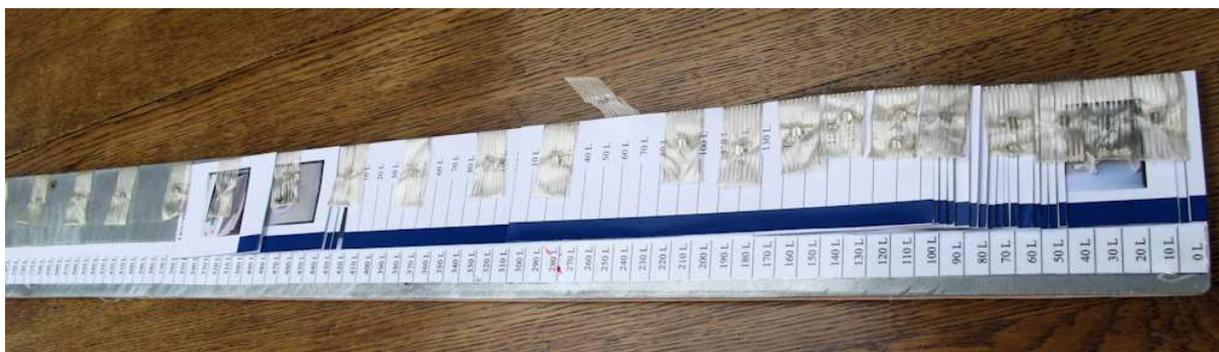


Les autres élèves du groupe, à qui vous aurez distribué les différentes enveloppes, sortiront au fur et à mesure du récit les cartes de consommation correspondantes et les installeront sur la règle totalisatrice.

Dans ce premier temps, on ne considère que les consommations individuelles.

Ensuite, en estimant que les autres membres de la famille ont des consommations équivalentes, on complète avec 2, 3, 4 réglettes de totalisation journalière individuelle en fonction de la taille de la famille.

On termine en ajoutant les consommations correspondant à la préparation des repas (cuisine), à la vaisselle et au lavage du linge.



On obtient une évaluation de la consommation journalière d'eau de la famille. Faire remarquer que cette consommation peut être plus forte, par exemple si l'on arrose le jardin.

Placez ensuite la réglette le long d'un côté vertical du cube d'1 m de côté pour visualiser cette consommation journalière. Si l'on a fabriqué la plaque de tissu figurant le niveau de l'eau, vous pouvez le placer à la hauteur correspondant à cette consommation.



On pourra ensuite faire réfléchir les élèves à la consommation annuelle d'une famille, voire leur demander de vérifier à la maison (en demandant à leurs parents de leur indiquer la dernière consommation d'eau de la famille qui a été facturée) si l'évaluation faite en classe est crédible.

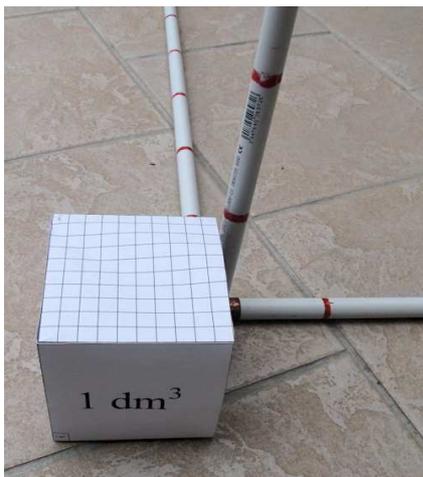
On terminera par une réflexion sur les comportements qui permettent de limiter notre consommation d'eau sans se priver d'éléments d'hygiène ou de confort.

## 5 - Matériel pour montrer l'équivalence $\text{dm}^3$ / L

# Fabrication d'un cube d' $1 \text{ dm}^3$ et équivalence

# $\text{dm}^3$ / L

Les deux pages suivantes, photocopiées sur bristol ou papier Canson permettent la réalisation d'un  $\text{dm}^3$  puis la vérification de l'équivalence  $\text{dm}^3$  / L



Cette maquette permet de montrer qu' $1 \text{ dm}^3$  correspond à  $1\ 000 \text{ cm}^3$

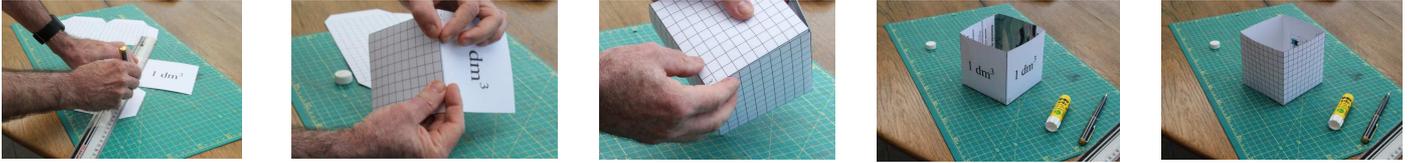
On pourra aussi associer cette fabrication à la structure d' $1 \text{ m}^3$  pour montrer que :

$1 \text{ m}^3$  correspond à  $1\ 000 \text{ dm}^3$  et donc

$1 \text{ m}^3$  correspond à  $1\ 000\ 000 \text{ cm}^3$

## Fabrication d'un cube d'1 dm<sup>3</sup>

Imprimez cette planche et celle de la page suivante sur de la cartoline (papier à dessin 180g/m<sup>2</sup> ou plus, papier photo, etc.)  
 Découpez les deux parties, marquez les plis avec un stylo bille, pliez.  
 Collez la partie 1 (languette 1), puis assemblez les parties 1 et 2 en collant les languettes 2 et 3 puis les languettes 4 et 5.



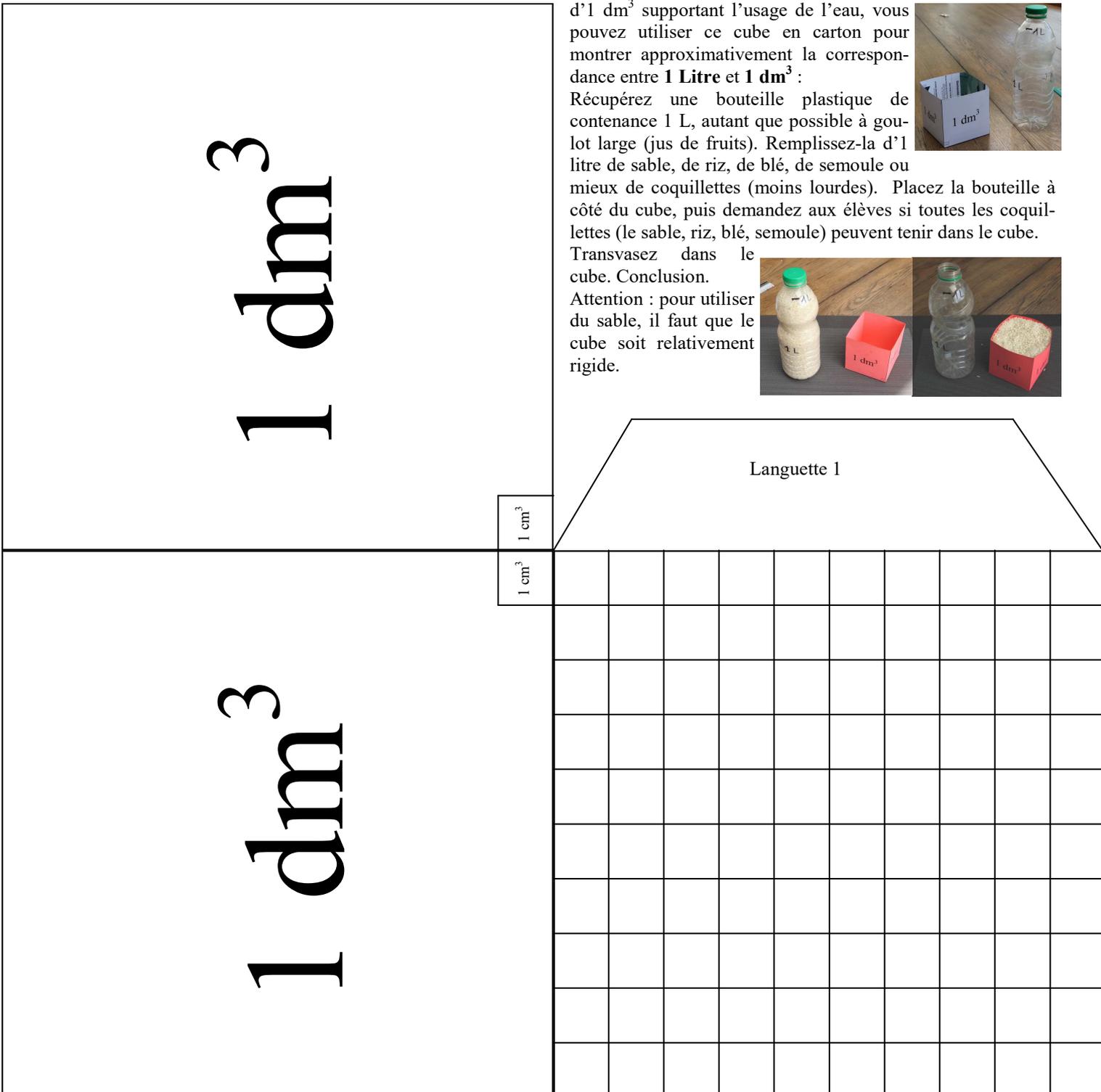
En vous aidant du quadrillage centimétrique de la base et de deux des quatre faces, vous pouvez faire découvrir aux élèves l'égalité :  $1 \text{ dm}^3 = 1\,000 \text{ cm}^3$

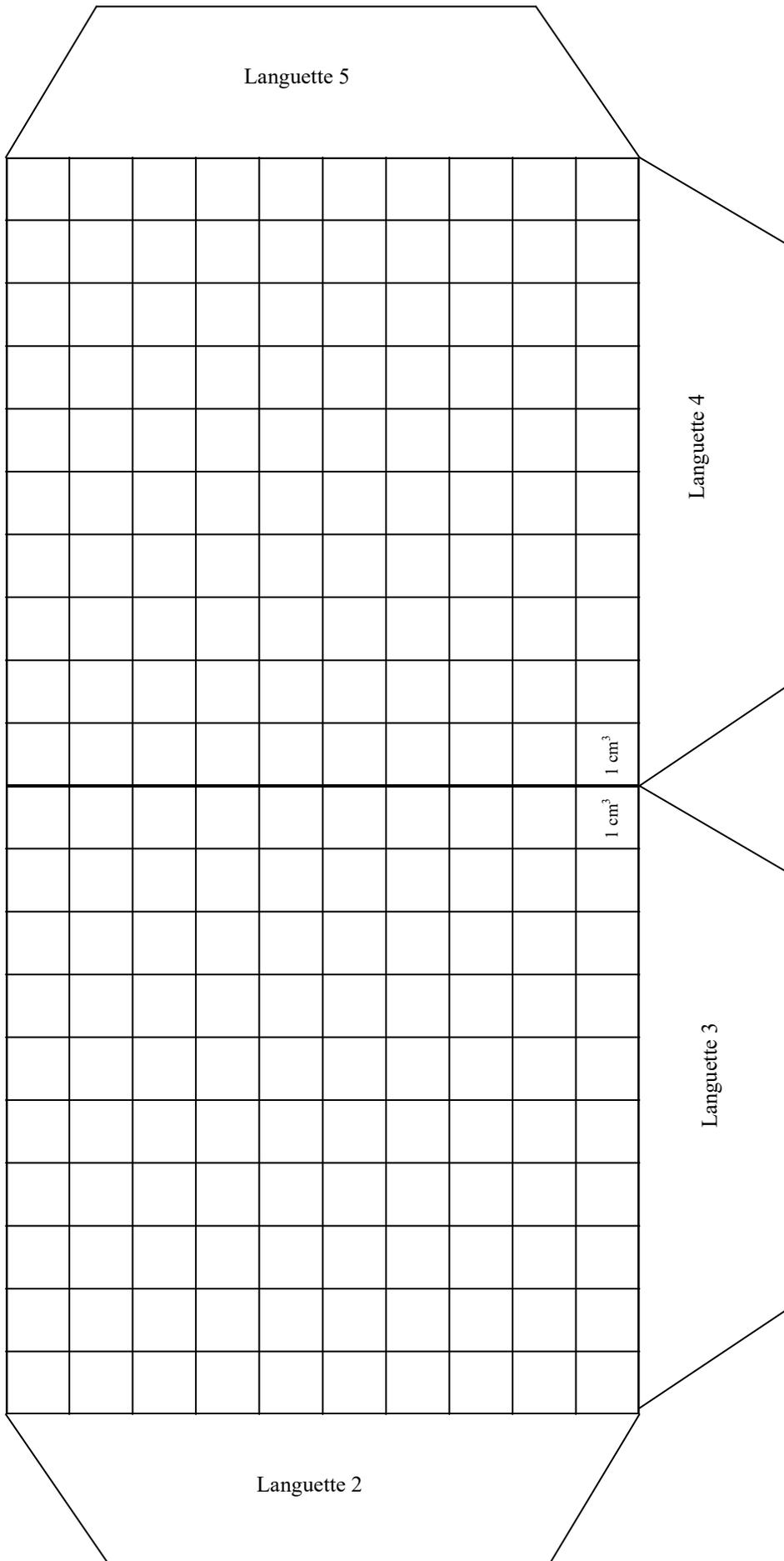
### Correspondance Litre / dm<sup>3</sup>

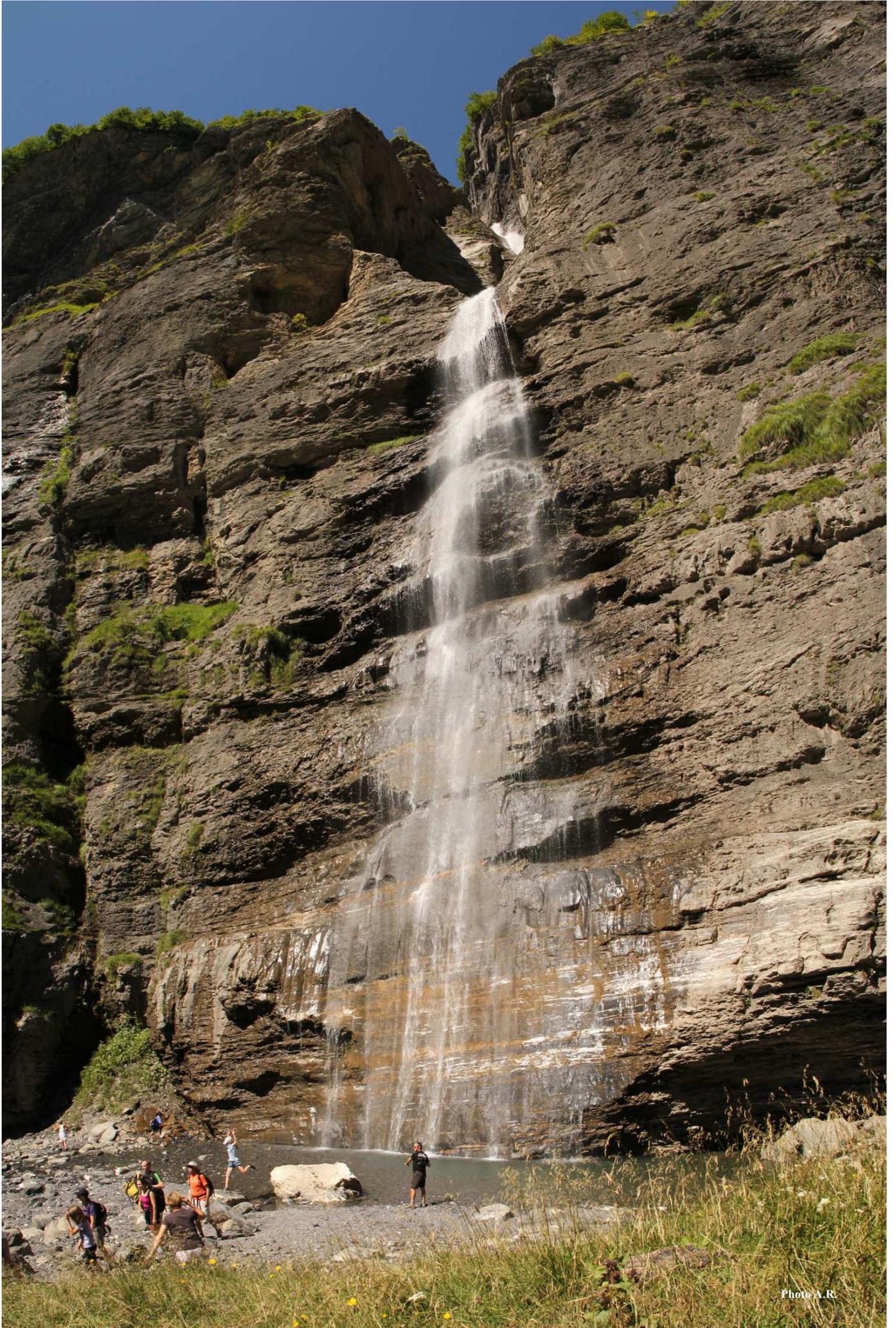
Si vous ne possédez pas de cube plastique d'1 dm<sup>3</sup> supportant l'usage de l'eau, vous pouvez utiliser ce cube en carton pour montrer approximativement la correspondance entre **1 Litre** et **1 dm<sup>3</sup>** :

Récupérez une bouteille plastique de contenance 1 L, autant que possible à goulot large (jus de fruits). Remplissez-la d'1 litre de sable, de riz, de blé, de semoule ou mieux de coquillettes (moins lourdes). Placez la bouteille à côté du cube, puis demandez aux élèves si toutes les coquillettes (le sable, riz, blé, semoule) peuvent tenir dans le cube. Transvasez dans le cube. Conclusion.

Attention : pour utiliser du sable, il faut que le cube soit relativement rigide.









# Usine de traitement de l'eau potable

# Le traitement de l'eau

Objectifs : l'eau disponible n'est pas toujours propre à la consommation car elle peut contenir des virus, microbes ou bactéries. Ces micro-organismes peuvent provoquer des maladies dont certaines très graves comme le choléra ou la typhoïde.

L'eau peut aussi contenir des substances chimiques dangereuses pour la santé provenant des terrains traversés ou de pollutions d'origine humaine.

Pour pouvoir consommer une eau en toute sécurité, il convient de pratiquer des analyses chimiques et biologiques afin de savoir si l'on peut traiter cette eau.

Même si l'eau est propre à la consommation directe, il conviendra aussi d'effectuer un traitement (chloration) afin qu'elle reste potable tout au long de son voyage jusqu'à votre habitation.

Cette partie du dossier montre l'utilisation d'une maquette d'usine de traitement de l'eau potable.

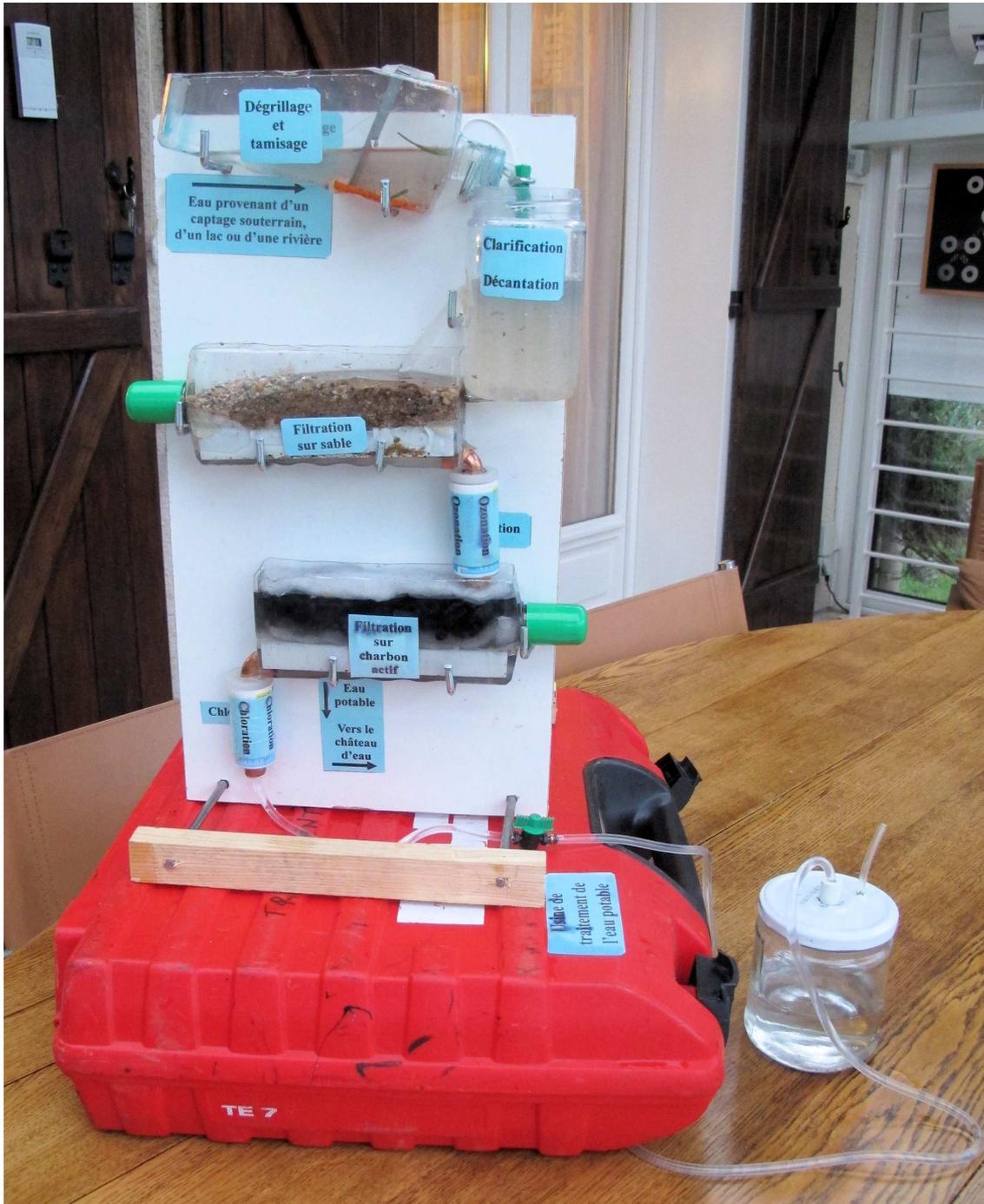
Cette maquette reprend le schéma général d'une usine « traditionnelle » de traitement de l'eau potable car le fonctionnement est très visuel et permet à l'élève de comprendre les différentes étapes du travail.

Les méthodes « modernes » (ultra-filtration) seront abordées sous forme documentaire en fin de cette partie.

Cette maquette a été réalisée en grande partie avec des matériaux de récupération (bouteilles). Si vous souhaitez en fabriquer une, inspirez-vous librement de celle-ci en fonction des éléments dont vous pouvez disposer.

**La maquette :**

Le choix d'un fonctionnement par gravitation (les différents « bassins » en dessous les uns des autres) simplifie la maquette.



Les différentes étapes du traitement :

- Dégrillage et tamisage
- Clarification et décantation
- Filtration sur sable
- Ozonation
- Filtration sur charbon actif
- Chloration

## Les différents éléments de la maquette

Mettez en place les pieds du support.

Rassemblez les différents « bassins » de la maquette, puis placez-les dans l'ordre sur le support :



### 1 - Dégrillage et tamisage

L'eau en provenance d'une rivière, d'un lac arrive dans ce premier bassin. Une grille arrête les grosses impuretés (branches d'arbres par exemple). Dans la réalité, un système de raclage de la grille permet d'éliminer périodiquement ces déchets pour permettre un fonctionnement dans la durée.

### 2 - Clarification et décantation

Au sortir du bassin de dégrillage, l'eau arrive dans un deuxième bassin dans lequel les petites impuretés plus denses que l'eau vont tomber au fond. On parle de décantation. Dans la réalité, un mécanisme permet d'éliminer ces matériaux qui s'accumulent au fond du bassin. On pourra faire remarquer aux élèves la position de la buse de sortie vers le bassin suivant et leur demander de justifier cette position.

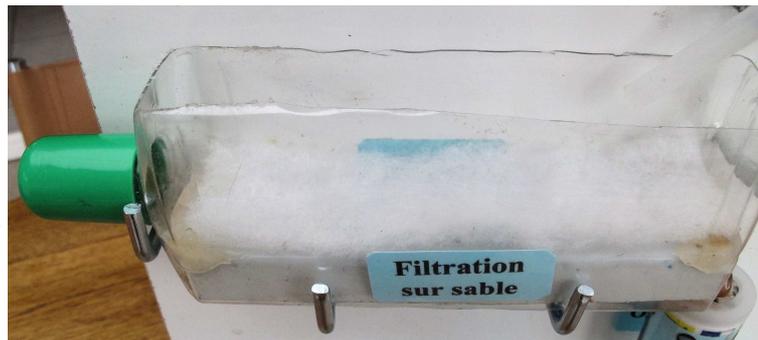


### 3 - Filtration sur sable

Le récipient utilisé pour réaliser cet élément est muni d'une grille métallique à gros trous placée environ au tiers de la hauteur.



On place sur cette grille un filtre (par exemple découpé dans du filtre pour hotte de cuisine) pour empêcher le sable de passer dans la partie inférieure du récipient.



On verse ensuite une couche de sable fin sur le filtre. Ce sable filtrera l'eau en retenant les petites impuretés qui n'ont pas été retenues à l'étape décantation.



### 4 - Ozonation

Cet élément, placé à la sortie du filtre à sable n'est pas opérationnel, mais seulement figuré par ce tube. Dans la réalité, des myriades de bulles d'ozone (trioxygène,  $O_3$ ) vont barboter dans l'eau. Ce gaz est un poison mortel pour les bactéries microbes et virus qui pourraient être présents dans l'eau. L'eau ainsi traitée est donc bactériologiquement saine et l'ozone n'y laisse aucun goût. De plus, l'ozone restant se transforme rapidement en dioxygène  $O_2$  sans aucun danger pour l'utilisateur.



## 5 - Filtration sur charbon actif

Cet élément est réalisé de la même manière que le filtre à sable.

On peut se procurer du charbon actif au rayon « aquariums et poissons » des jardinerie ou de certaines grandes surfaces.

On place sur la grille un filtre (par exemple découpé dans du filtre pour hotte de cuisine) pour empêcher le charbon actif de passer dans la partie inférieure du récipient.

On peut placer un deuxième élément filtrant sur le charbon actif.

Avant d'utiliser cet élément sur la maquette, il est préférable d'y faire circuler de l'eau afin de se débarrasser de la poussière de charbon.

le charbon actif retient un grand nombre de composés organiques, tels les pesticides.



**Si l'eau provient d'une nappe phréatique et non d'un cours d'eau, les traitements précédents peuvent être ignorés. Dans ce cas, le seul traitement de l'eau sera la chloration.**

## 5 - Chloration

Cet élément, placé à la sortie du filtre à charbon n'est pas opérationnel, mais seulement figuré par ce tube. Dans la réalité on ajoute à l'eau un peu de chlore (eau de javel) pour empêcher la prolifération bactérienne lors du voyage de l'eau entre l'usine de traitement, le château d'eau, les canalisations souterraines et votre robinet, voyage qui peut durer des jours.



A la sortie de l'unité de chloration, on placera un récipient pour recueillir l'eau traitée et l'envoyer vers une zone de stockage ou directement dans le château d'eau.

## Utilisation de la maquette

Dans une bouteille, préparez un mélange d'eau, de sable ou de terre, de brindilles.

Versez ce mélange dans le bassin de dégrillage et tamisage, puis suivez le voyage de l'eau en expliquant les différentes étapes.



Les éléments grossiers (branches par exemple) sont arrêtés par la grille, le reste coule dans le bassin de décantation.



Dès que le niveau de l'eau atteint la buse de sortie du bac de décantation,

l'eau coule dans le bac de filtration sur sable,



passé dans l'unité d'ozonation,

coule dans le bac de filtration sur charbon actif,



passé dans l'unité de chloration

puis arrive dans le réservoir de stockage.

## L'eau est prête à être utilisée

Cette méthode de traitement de l'eau potable est utilisée dans nombre de villes, mais des méthodes plus modernes prennent petit à petit le relais.



## Les méthodes modernes : l'ultra-filtration

L'ultra-filtration est une technique de séparation des éléments contenus dans un liquide. Elle utilise des membranes semi-perméables dont le diamètre des pores est de l'ordre de 10 nanomètres.

Le nanomètre est le milliardième de mètre, le millionième de millimètre.

Par comparaison, le diamètre d'un cheveu est de l'ordre de 40 à 100 millièmes de millimètre, soit de 40 000 à 100 000 nanomètres.

L'ultrafiltration permet donc de laisser passer les molécules d'eau (très petites), mais de stopper tous les éléments de taille supérieure (pollens, algues, parasites, bactéries, virus, germes et grosses molécules organiques), laissant filtrer à l'arrivée une eau parfaitement clarifiée et désinfectée sans utilisation de produits chimiques.

Cette méthode peut être utilisée dans des unités de taille variable.  
Quelques exemples trouvés sur Internet :

Unités individuelles :



Gourde à ultra filtration GRAYL ULTRALIGHT :  
capacité 0,5 L par cycle

Un peu plus gros :

Purificateur d'eau solaire Aqualink UF de sunwaterlife by ESA Evolutions Europe

Aqualink UF de sunwaterlife un purificateur d'eau par ultrafiltration autonome et mobile, qui produit de l'eau potable (300 L/h) à partir d'un point d'eau douce contaminée (mare, lac, rivière, puits). Alimenté en énergie par panneau solaire photovoltaïque il est facilement transportable et opérationnel en toutes circonstances et en tous lieux



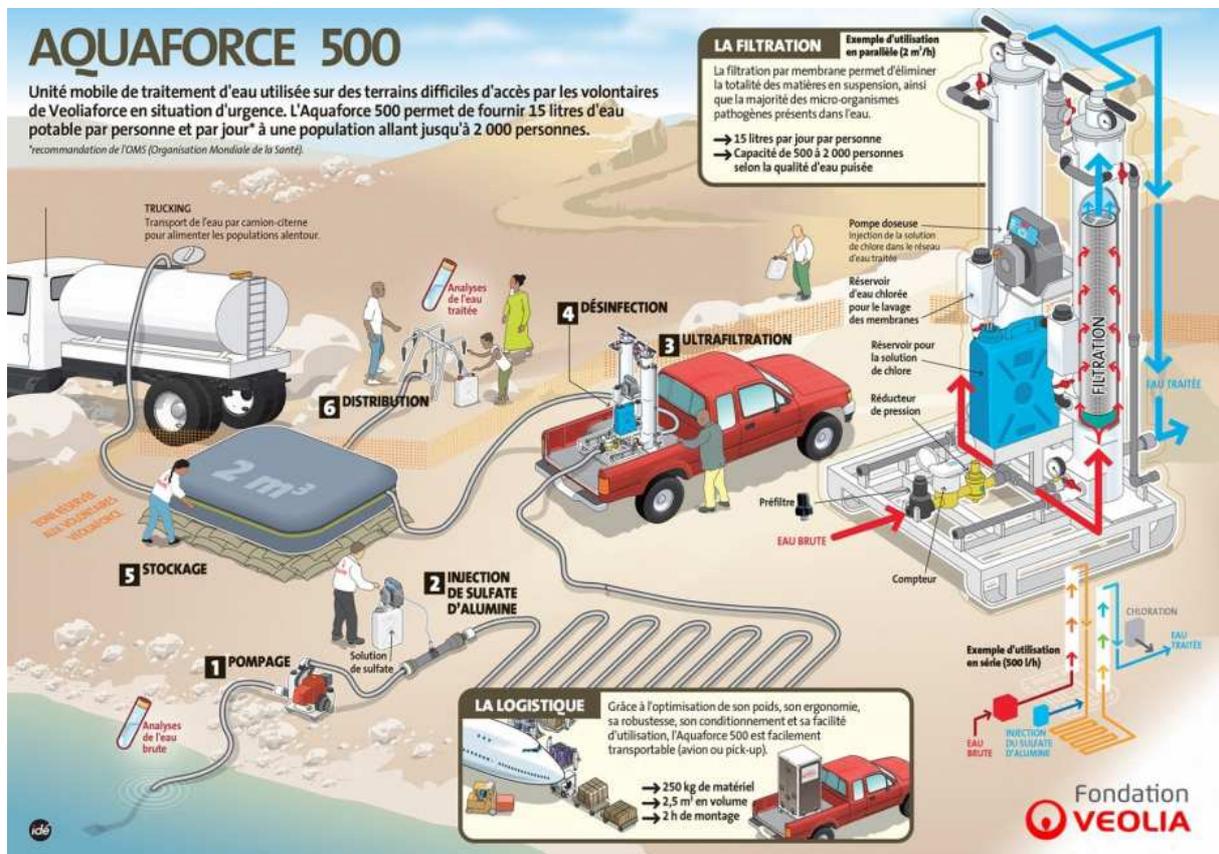
Taille intermédiaire : 30 m<sup>3</sup>/jour

## L'Aquaforce 500 de Véolia

### une unité adaptée aux déploiements d'urgence

L'Aquaforce 500 est une unité mobile de traitement de l'eau adaptée aux situations d'urgence humanitaire. Légère et maniable ( 250 kg de matériel, Volume de 2,5 m<sup>3</sup>), elle est facilement transportable par pick-up ou par avion.

L'Aquaforce 500 est dotée d'une technologie d'ultrafiltration. Elle peut fournir 15 litres d'eau potable par personne et par jour à une population d'environ 2 000 personnes. Elle est déployée depuis 2012 par les équipes de Veoliaforce, afin de rétablir rapidement l'accès à l'eau pour les populations sinistrées suite à une catastrophe et de contrôler le développement des épidémies.



Grande taille :

Des unités utilisant les techniques d'ultra-filtration sont de plus en plus utilisées dans des usines de traitement de l'eau potable alimentant de grandes agglomérations.



**Unités d'ultra-filtration pour le traitement de potabilisation de l'eau dans le hall de traitement d'une usine française**

**Photo François Lacombe**

**CC BY 3.0**

En guise de conclusion

Les techniciens savent fabriquer de l'eau potable à partir de n'importe quelle eau, même très polluée, mais le coût de l'opération peut être prohibitif !

D'où l'intérêt de polluer le moins possible nos réserves en eau. Ce doit être le comportement de tous, industriels, agriculteurs, mais aussi simples particuliers :

Jeter une toute petite pile contenant du mercure (pile de montre par exemple) au lieu de la rapporter dans un lieu de collecte risque de polluer gravement 1000 L d'eau.

De même, jeter à l'égout l'huile de vidange d'une voiture ou l'enfouir dans la terre provoquera une grave pollution lorsque, parfois au bout de plusieurs années, ce produit atteindra la nappe phréatique.

La liste des produits polluants ne s'arrête pas à ces deux exemples, la diversité des substances chimiques rejetées est bien plus grande : pesticides, métaux lourds, hydrocarbures, produits pharmaceutiques...

**Et tout cela peut en grande partie être évité avec un comportement citoyen !**

Continuer à avoir au robinet une eau parfaitement potable et à un prix raisonnable est l'affaire de tous !

**Pour en savoir plus :**



<http://www.eaufrance.fr/index.php>

**La qualité de l'eau dans votre région, votre département, votre commune :**

<http://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/qualite-de-l-eau-potable>

**Polluer le moins possible,  
éviter de gaspiller l'eau,  
c'est plus un art de vivre  
qu'une contrainte.**

# Le château d'eau

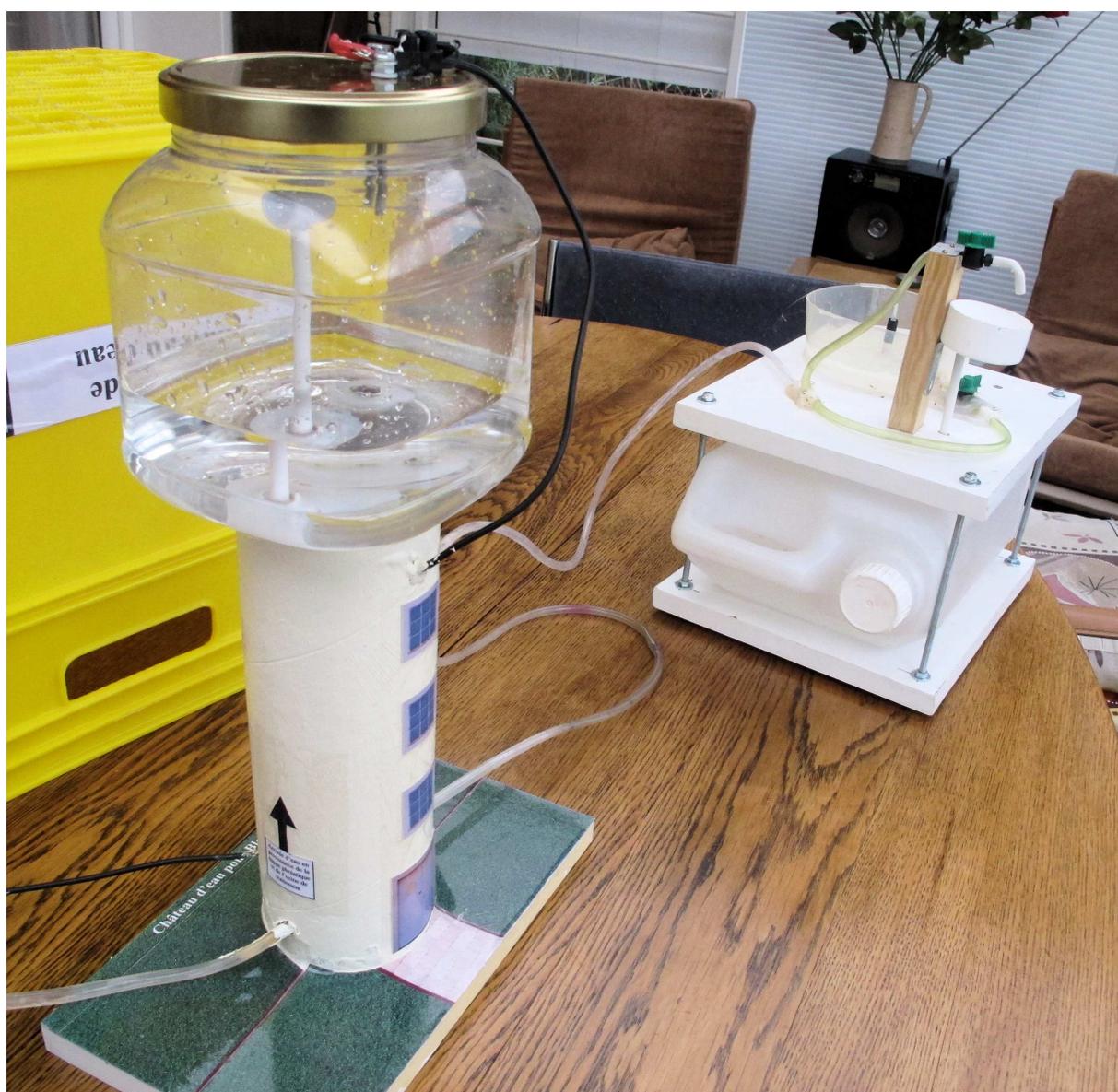


Photographie : Ville de Saran, reproduite avec l'aimable autorisation des services techniques

## Le château d'eau

Nous sommes tous habitués aux silhouettes très particulières des châteaux d'eau dans les villes et les campagnes, mais quel est leur fonctionnement ?

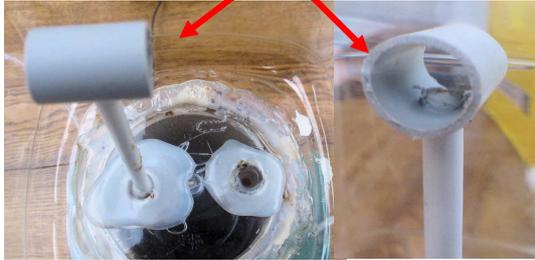
Comme pour l'usine de traitement de l'eau potable, voici une maquette réalisée en partie avec des matériaux de récupération. Si vous souhaitez en fabriquer une, inspirez-vous librement de celle-ci en fonction des éléments dont vous pouvez disposer.



## Fabrication du château d'eau

Réservoir autant que possible réalisé dans un bocal plastique transparent.

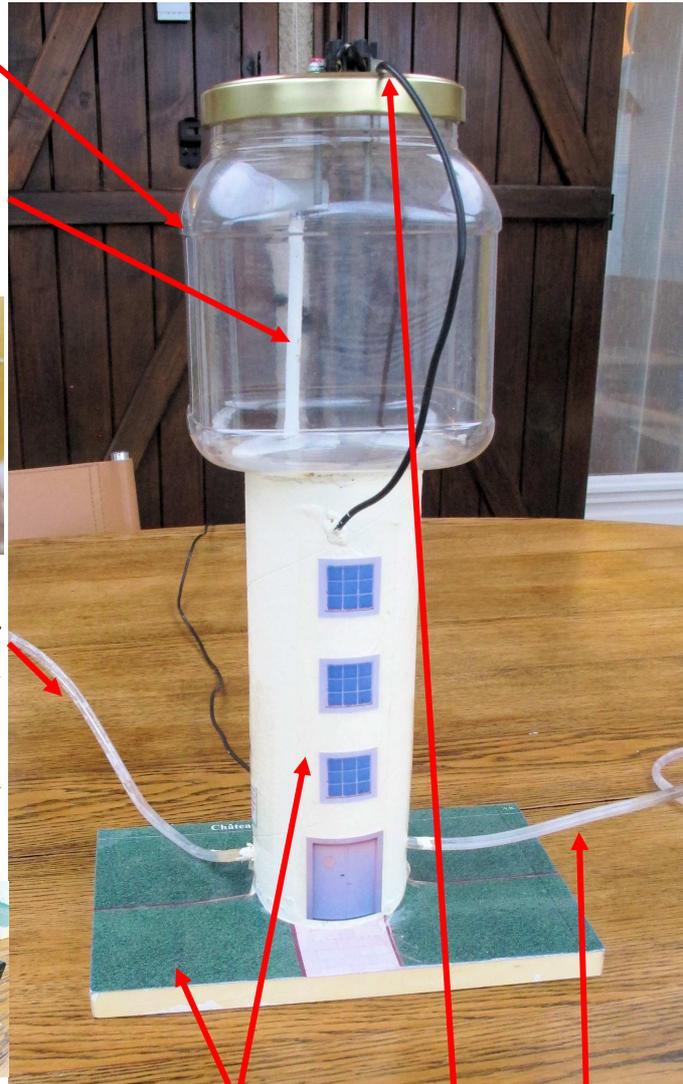
Tuyau d'arrivée d'eau :  
Dans le réservoir, un tube rigide terminé par un tube plus gros, à angle droit, pour briser le jet.



A la sortie du réservoir, ce tube est relié à un tuyau souple (tuyau d'arrivée d'air pour aquarium, en vente au rayon « poissons » des jardinerias et de certaines grandes surfaces) relié à une pompe immergée alimentée en 12 Volts (en vente dans les magasins d'accessoires pour camping-car).



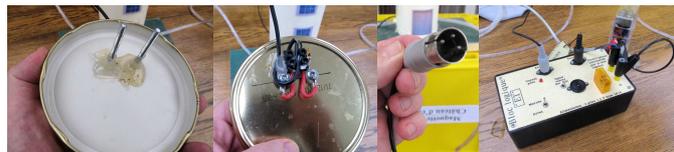
Cette pompe plonge dans un bidon qui figure la nappe phréatique ou le réservoir de sortie de l'usine de traitement de l'eau potable



Socle et fût décorés et résistants à des projections d'eau.  
Les fenêtres et la porte représentées sur le fût permettent d'initier une recherche et une discussion pour savoir ce qui se cache derrière dans la réalité.

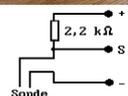
Tuyau souple de sortie d'eau vers les utilisateurs

Si l'on veut automatiser le remplissage du château d'eau, on fixera sur le couvercle deux électrodes (deux vis en acier inox)



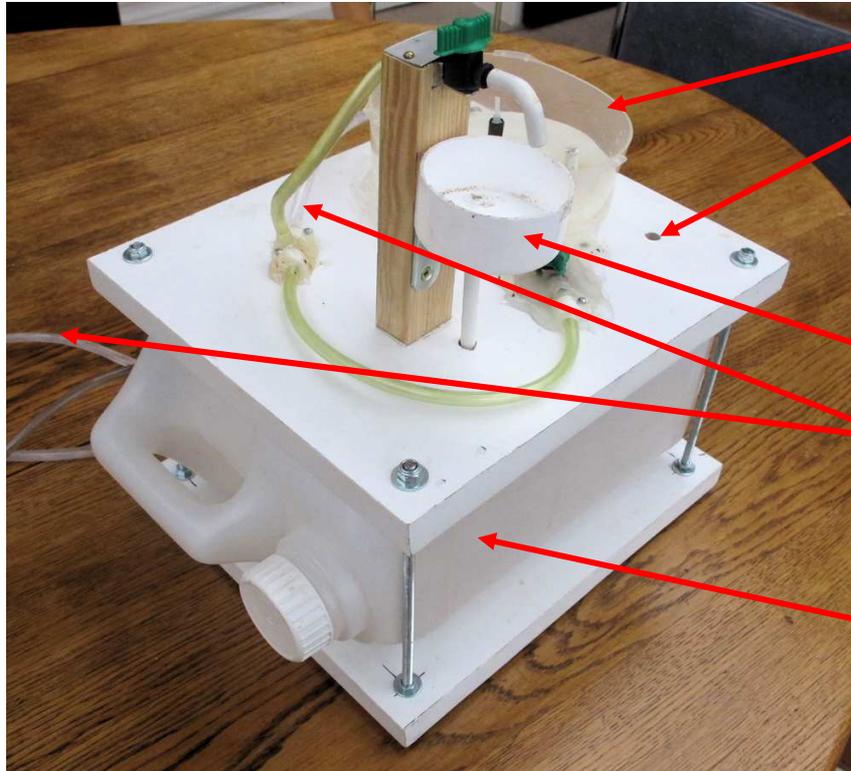
Ces électrodes seront reliées à une prise DIN, câblée comme la sonde « Vrai si sec » et branchées au bloc logique.

Voir : <http://www.laligue45.fr/science/Ecole2/index.html#Informatique>



## Fabrication de la « maison » et du bassin du « jardin »

Comme pour les maquettes précédentes, vous pouvez vous inspirer de celle-ci et réaliser la votre à partir des matériaux et objets de récupération dont vous avez la disposition.



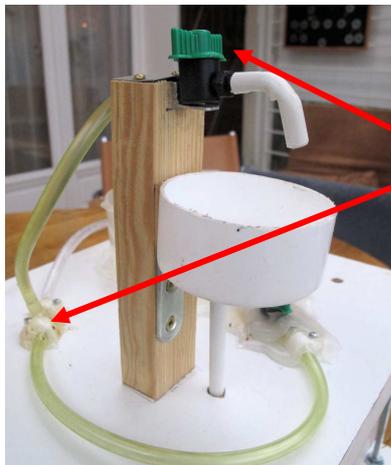
Bassin avec jet d'eau

Prise d'air du bidon figurant les égouts (pour empêcher une surpression qui interdirait l'évacuation des eaux usées).

Évier ou lavabo

Tuyau souple venant de la sortie du château d'eau

Bidon figurant les égouts



### Évier ou lavabo

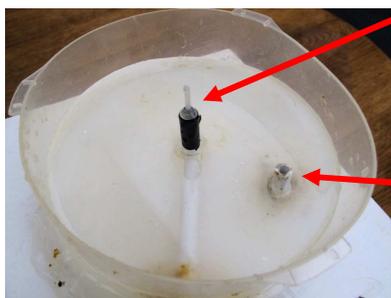
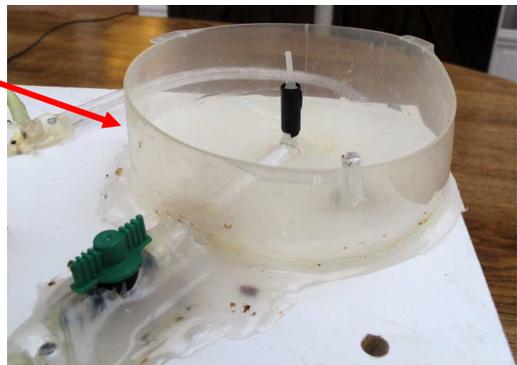
Réalisé à partir d'une petite boîte en plastique, monté sur un tuyau rigide plongeant dans le bidon « égouts ».

Le robinet miniature, comme celui du bassin ci-dessous, ainsi que le té de répartition sont disponibles dans les magasins de bricolage ou les jardinerie au rayon « arrosage goutte à goutte ».

### Bassin avec jet d'eau

La base utilisée ici est un couvercle de boîte de 50 CD, le jet d'eau est réalisé à partir d'une petite pipette en plastique (une cartouche de stylo-bille, débarrassée de la bille peut convenir).

Un tuyau rigide de trop plein, plongeant dans le bidon « égouts » est placé, son sommet étant à environ 1 cm en dessous du haut du bassin.

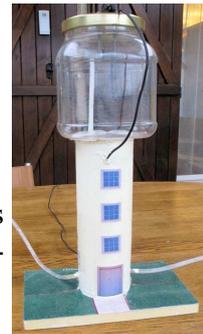


**Utilisation :**

Présentez la maquette du château d'eau.

Que cachent dans la réalité les fenêtres et la porte visibles sur le fût ?

Comme la visite d'un château d'eau est rarement possible, voici des éléments de réponse à l'aide de ces photos du nouveau château d'eau de Saran, reproduites ici avec l'aimable autorisation des services techniques de la ville.



Photos : Ville de Saran



Derrière la porte d'entrée, normalement réservée aux techniciens, un grand espace avec un escalier pour monter au niveau du réservoir, des tuyaux, des vannes et toute une machinerie de contrôle et de commande pour gérer le fonctionnement de l'ensemble.

Faire remarquer sur la maquette les niveaux différents des tuyaux d'arrivée et de départ de l'eau. Demander aux élèves d'expliquer cette différence.



Placez la pompe dans le bidon figurant la nappe phréatique ou le réservoir de sortie de l'usine de traitement de l'eau potable, branchez-la sur le bloc pile 12 Volts en insérant un interrupteur dans le circuit.

Si vous avez opté pour la commande automatisée du remplissage, fixez la sonde sur une entrée du « Bloc logique », le périphérique « Toujours vrai » sur l'autre entrée et remplacez l'interrupteur de commande de la pompe par la sortie du « Bloc logique »).

Reliez le tuyau de sortie de la maquette de château d'eau à celui qui alimente la maquette « maison », les deux maquettes étant posées sur la même table.



Mettez la pompe en fonctionnement. Le château d'eau se remplit rapidement.

Si vous êtes en commande manuelle, pensez à couper l'alimentation de la pompe avant que le réservoir du château d'eau déborde.

Si vous êtes en commande automatique, attirez l'attention des élèves sur le niveau de l'eau. Dès que l'eau atteint les électrodes, la sonde envoie le message « Faux » au bloc logique qui coupe l'alimentation électrique de la pompe.



Sur la maquette « maison », actionner les robinets du lavabo ou du bassin du jardin. Le débit d'eau est nul ou quasi nul... Pourquoi ?

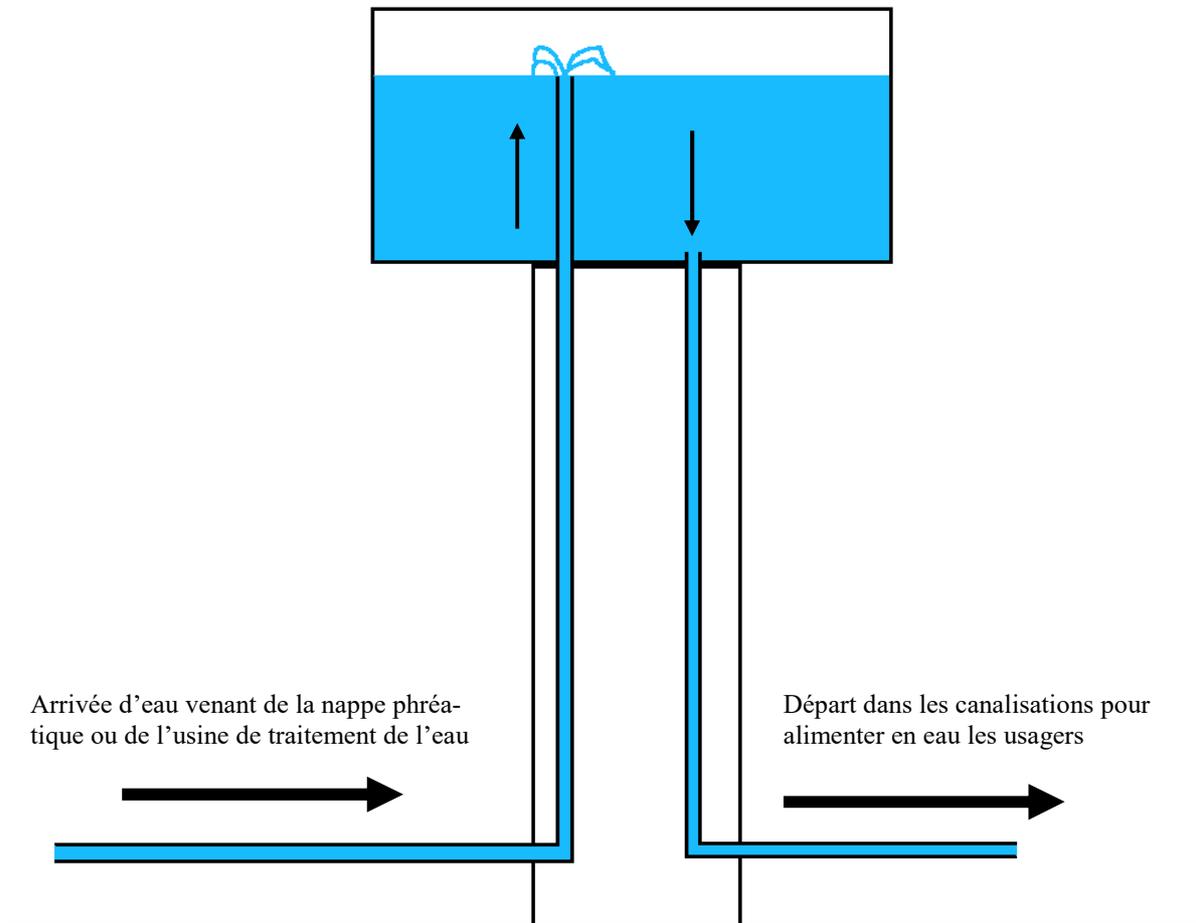


Si la réponse ne vient pas rapidement, placez la maquette de château d'eau en hauteur (sur la caisse de rangement par exemple). La pression devenant plus grande, l'eau arrivera normalement sur le lavabo et le jet du bassin fonctionnera. On pourra vérifier que la hauteur de ce jet dépend de l'altitude du réservoir d'eau, ce qui explique que, dans la réalité, les réservoirs des châteaux d'eau sont au dessus du niveau des toits des maisons. Si ce n'est pas le cas (immeubles très hauts par exemple), il faut installer des pompes de surpression, et en cas de panne de courant...

On pourra terminer cet atelier en demandant aux élèves de réaliser un schéma légendé du château d'eau.



## Le château d'eau



**L'eau captée dans une nappe phréatique ou dans une rivière a été traitée pour être propre à la consommation, elle a été stockée dans le château d'eau, elle a voyagé dans les canalisations souterraines jusqu'à arriver chez nous.**

**Nous l'avons utilisée.**

**il convient ensuite de la nettoyer dans une station d'épuration avant de la rendre à la nature, pour qu'elle continue à participer au grand cycle de l'eau.**



Photo A.R.



Photo A.R.



Photo A.R.

