

## Expérimentation scientifique autour du thème de l'eau.

- Déroulement -

### Phase 1 (15 min) :

Présentation des travaux expérimentaux et définition d'un protocole expérimental.

### Phase 2 (2 × 50 min) :

Travail par groupes (3 groupes) successivement sur les deux sujets décrits ci-dessous (40' à 50' par sujet).

Chaque groupe, avec l'aide des textes explicatifs donnés pour chaque sujet, devra définir et proposer par écrit un protocole expérimental à suivre pour réaliser les expériences proposées.

- ✓ **La congélation de l'eau**
- ✓ **L'évaporation des liquides**
- ✓ **Les mélanges**
- ✓ **Le contrôle d'un critère de pureté de l'eau**
- ✓ **La dissolution du sel dans l'eau**
- ✓ **La purification de l'eau**
- ✓ **Le principe du château d'eau**

### Phase 3 (30 min) :

Travail par groupes (3 groupes) sur un des sujets non traités durant le créneau précédent (20' à 30').

Chaque groupe communiquera à un autre groupe ses protocoles rédigés et réalisera sur la base de ces écrits un des sujets qu'il n'a pas traités.

### Phase 4 (30 min) :

Bilan et conclusion collective sur les résultats des expériences. Réponses aux questions des participants.

## LA CONGELATION DE L'EAU

- Résumé -

- **La congélation de l'eau** : 1°) Définir le protocole pour mélanger du sel à de la glace et constater que la température s'en trouve abaissée. Evaluer approximativement l'influence de la quantité de sel sur le refroidissement provoqué. 2°) Tracer la courbe de congélation de l'eau de la température ambiante jusqu'à  $-10^{\circ}\text{C}$  : construire au préalable (et écrire) le protocole à suivre. Comment interpréter la courbe obtenue : (peut-être) le phénomène de surfusion, le palier au voisinage de  $0^{\circ}\text{C}$ , la pente plus forte en phase liquide qu'en phase solide ?

- Texte de la manipulation -

### LA CONGELATION DE L'EAU

Nous vous proposons d'étudier le processus de congélation de l'eau liquide. Pour cela, il est nécessaire de placer l'eau dans un environnement porté à une température nettement plus basse que  $0^{\circ}\text{C}$  (cas d'un congélateur).

☞ Fabriquer dans un premier temps un mini-congélateur en mélangeant du sel et un peu de glace. En se dissolvant, le sel fait fondre la glace (c'est utilisé sur les routes en hiver), mais cette fusion nécessite beaucoup d'énergie. Si la glace se présente sous une forme compacte (cas d'un récipient dans lequel on a mélangé de la glace et du sel), les échanges d'énergie entre la glace et l'extérieur se font assez mal, et l'énergie nécessaire est alors puisée sous forme de chaleur dans la glace même, ce qui a pour effet de faire chuter la température jusqu'à une valeur basse, pouvant atteindre  $-21,3^{\circ}\text{C}$  dans le cas extrême !

☞ De combien parvenez-vous à abaisser la température de la glace ? ***La quantité de sel ajoutée représente-t-elle un paramètre important ?***

☞ ***Tracer avec précision la courbe expérimentale de refroidissement, en fonction du temps, d'un échantillon d'eau, de la température ambiante jusqu'à  $-10^{\circ}\text{C}$ .*** Comment interprétez-vous les différentes parties de la courbe obtenue ?

**Nota** : pour améliorer la qualité des mesures, utilisez un mini-congélateur amélioré, constitué d'un récipient calorifugé (bouteille "Thermos"). Les mesures sont effectuées à l'aide de capteurs électriques de température.

- Matériel -

Récipients et accessoires	Produits
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 centrale d'acquisition <math>T^{\circ}\text{C}</math> + 2 thermocouples</li> <li>• 1 thermomètre électronique</li> <li>• 1 thermos</li> <li>• 4 thermomètres (<math>-20^{\circ}\text{C}</math> <math>+100^{\circ}\text{C}</math>) à alcool</li> <li>• 1 chronomètre</li> <li>• 1 bouteille en plastique (1.5 l)</li> <li>• 1 cuillère en plastique</li> <li>• 4 gobelets en plastique (300 ml)</li> <li>• 2 tubes à essai de petite taille (10 ml)</li> <li>• 1 agitateur</li> <li>• sopalin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sel</li> <li>• glace pilée</li> <li>• eau</li> </ul>

## L'EVAPORATION DES LIQUIDES

- Résumé -

- **L'évaporation des liquides** : 1°) Faire évaporer de l'alcool dans la main ou sur un thermomètre et constater le refroidissement résultant. Construire (et écrire) un protocole destiné à déterminer expérimentalement l'influence de deux paramètres sur la vitesse d'évaporation : la température du liquide, la surface d'échange du liquide avec l'atmosphère. 2°) Peut-on porter un liquide à n'importe quelle température ? En faisant chauffer de l'eau, on constate que la température est limitée (palier de changement d'état).

- Texte de la manipulation -

### L'EVAPORATION DES LIQUIDES

Lorsqu'un liquide s'évapore, il prélève de la chaleur (c'est-à-dire de l'énergie) dans son environnement immédiat. Comme la fusion et la liquéfaction, l'évaporation est un changement d'état du liquide : les particules constitutives de la matière sont toujours les mêmes, mais leur répartition évolue dans le sens d'une dispersion croissante. C'est pourquoi la vapeur d'eau est beaucoup plus légère que l'eau liquide pour un volume donné. Lorsqu'on chauffe un liquide, on communique un peu plus d'énergie à ses particules qui ont donc plus de facilités à se disperser dans l'atmosphère : la vitesse d'évaporation est donc influencée par la température ambiante, mais d'autres paramètres peuvent jouer un rôle.

☞ L'alcool étant plus volatil que l'eau, les démonstrations seront plus probantes avec ce liquide. Faites évaporer un peu d'alcool dans le creux de la main ou sur la base d'un thermomètre : vous pouvez sentir ou observer un refroidissement sensible, dû à l'absorption d'énergie calorifique de votre main ou du thermomètre par l'alcool qui s'évapore. Le phénomène est amplifié par un courant d'air (il suffit, par exemple de souffler).

☞ Parmi les nombreux paramètres qui influencent le phénomène, nous en retenons deux : ***étudier l'influence de la température du système de chauffage et celle de la surface d'évaporation sur la vitesse d'évaporation.***

☞ ***Relever la température d'ébullition de l'eau sur un intervalle de temps d'au moins 5 minutes.*** Que constatez-vous ? Donner alors l'allure de la courbe de température en fonction du temps pour le changement d'état de l'eau liquide en vapeur. Quelle allure aurait cette courbe si le système de chauffage (ici une plaque chauffante) pouvait fournir une température encore plus grande ?

- Matériel -

Récipients et accessoires:	Produits:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 plaque chauffante</li> <li>• 1 casserole + couvercle</li> <li>• 1 centrale d'acquisition (T°C) + 1 thermocouple</li> <li>• 1 thermomètre (-20°C, +60°C) en verre</li> <li>• 2 thermomètres plats à alcool</li> <li>• 1 bouteille en plastique( 1.5 l)</li> <li>• 2 couvercles de pot à confiture</li> <li>• 1 pipette en plastique (10 ml)</li> <li>• 1 petit tube de verre</li> <li>• 1 pot de verre</li> <li>• 1 pot(à bébé) en verre</li> <li>• 1 éprouvette (500 ml)</li> <li>• 1 bouilloire</li> <li>• 1 bac plastique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alcool à 90°</li> <li>• eau</li> </ul>

**LES MELANGES***- Résumé -*

- **Les mélanges** : 1°) Prévoir (écrire) puis vérifier quels mélanges sont possibles. 2°) Observer pratiquement et classer les différents types de mélanges dans un liquide : les mélanges homogènes et les mélanges hétérogènes (les émulsions et les suspensions), les mélanges impossibles qui conduisent à une séparation des phases (sédimentation, flottaison).

*- Texte de la manipulation -***LES MELANGES**

L'eau est un solvant exceptionnel, principalement pour les substances minérales, mais aussi pour certaines substances organiques. Nous vous proposons de comparer, dans ce domaine, le comportement de l'eau à d'autres liquides usuels.

☞ Que pensez-vous **à priori** des différentes combinaisons de deux produits qu'il est possible d'obtenir à partir des constituants suivants ?

Produit liquide (le solvant) : eau, alcool, huile, vinaigre.

Produit solide (le soluté) : sucre, sel, café soluble, farine, craie.

*(Un tableau à remplir est joint en annexe)*

☞ Après **une vérification expérimentale**, élaborez une **classification** aussi précise et synthétique que possible des différentes situations rencontrées (mélange homogène, hétérogène, émulsion, suspension, etc.).

☞ Comparer le pouvoir dissolvant des différents liquides utilisés dans l'expérience.

Nota : l'observation des différents mélanges se fait pour des mélanges que l'on a laissé reposer.

Il est important de choisir des conditions initiales semblables (volume, masse, etc.) pour comparer certains mélanges.

*- Matériel -*

Récipients et accessoires:	Solvants:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 bouteille en plastique (1.5 l)</li> <li>• 30 gobelets en plastique</li> <li>• 10 petites cuillères en plastique (30 environ)</li> <li>• 1 bassine (dévidoir)</li> <li>• 1 marteau pour écraser la craie</li> <li>• 1 entonnoir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alcool</li> <li>• vinaigre</li> <li>• eau</li> <li>• huile</li> </ul> <p>Substances à ajouter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sucre</li> <li>• sel</li> <li>• farine</li> <li>• craie</li> <li>• café soluble</li> </ul>

## LE CONTROLE D'UN CRITERE DE PURETE DE L'EAU

- Résumé -

- **Le contrôle d'un critère de pureté de l'eau :** 1°) A l'aide d'un indicateur colorée (jus de choux rouge cuit), tester successivement un acide (du vinaigre), une base (du bicarbonate de soude), et un produit neutre (de l'eau minérale). 2°) Après avoir prédit le caractère acide, basique ou neutre des mélanges proposés (eau + citron, eau + sel,...), les tester. 3°) Mettre en place un protocole expérimental permettant de comparer la basicité plus ou moins forte d'un mélange d'eau et de bicarbonate de soude.

- Texte de la manipulation -

### LE CONTROLE D'UN CRITERE DE PURETE DE L'EAU

La limpidité de l'eau n'est pas synonyme de pureté de l'eau. De nombreux polluants invisibles peuvent être présents, il est donc nécessaire de contrôler objectivement leur présence si l'on veut s'assurer de la pureté d'une eau. De nombreuses méthodes de contrôle physico-chimique existent, permettant aux fournisseurs d'eau d'évaluer jusqu'à 64 paramètres différents ! Entre autres, on contrôle l'acido-basicité de l'eau : plus une eau est acide et plus elle contient une grande quantité de composé hydronium. Plus une eau est basique et plus elle contient une grande quantité d'hydroxyde. Si on mélange les composés hydronium et hydroxyde on obtient de l'eau. C'est pourquoi un mélange ne peut être à la fois acide et basique. Il est soit acide, soit basique, soit neutre. Pour qu'une eau soit potable elle doit avoir des propriétés proches de la neutralité. Pour mettre en évidence le caractère acide, neutre ou basique d'un mélange on peut utiliser un indicateur d'acido-basicité :

☞ Faire cuire pendant 2 minutes une feuille de chou rouge dans un peu d'eau et conserver le jus qui servira d'indicateur.

☞ **Tester l'indicateur sur un acide (du vinaigre), un produit neutre (de l'eau minérale), une base (eau + cristaux de soude).** Que remarquez-vous ?

☞ Essayer de prévoir le caractère acide, neutre ou basique des mélanges suivants : [eau + sel], [eau + citron], [eau + sucre], [eau + lessive], [eau + alcool], [eau dans laquelle on souffle].

☞ **Testez les différents mélanges**, vos prévisions étaient-elles exactes ?

On propose à présent 2 mélanges [eau + cristaux de soude]. L'un contient plus de soude que l'autre (il est donc plus basique).

☞ **Proposez un protocole expérimental permettant de déterminer quel est le mélange le plus basique.**

- Matériel -

Récipients et accessoires:	Produits :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 casserole</li> <li>• 1 plaque chauffante</li> <li>• 1 pot en verre (pour recueillir le jus)</li> <li>• 30 gobelets en plastique</li> <li>• 10 petites cuillères</li> <li>• 1 pipette en plastique (10 ml)</li> <li>• 2 pipettes graduées en verre (250 ml)</li> <li>• 1 poire à pipeter</li> <li>• 10 pailles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• de l'eau</li> <li>• du vinaigre blanc</li> <li>• du chou rouge</li> <li>• du sel</li> <li>• du citron</li> <li>• des cristaux de soude</li> <li>• de l'alcool</li> <li>• de la lessive</li> <li>• du sucre</li> <li>• 2 solutions préparées à l'avance, une un peu plus basique que l'autre</li> </ul>

**LA DISSOLUTION DU SEL DANS L'EAU**

- Résumé -

- **La dissolution du sel dans l'eau** : construire et écrire (avant de passer à l'expérience) un protocole d'essai pour : 1°) Vérifier la conservation de la masse lors d'un mélange eau + sel. 2°) Dissoudre le plus possible de sel dans un volume donné d'eau, dans le but d'exprimer la proportion résultante en grammes de sel par litre (valeur moyenne : 360 g/l). 3°) Mettre en évidence que l'eau chaude dissout plus de sel que l'eau froide.

- Texte de la manipulation -

**LA DISSOLUTION DU SEL DANS L'EAU**

L'eau de mer contient, à nos latitudes, environ 35 g de sel par litre. On peut cependant dissoudre beaucoup plus (de l'ordre de 10 fois) de sel dans de l'eau à température ambiante. Par ailleurs, la solubilité du sel (quantité de sel dissout dans un litre d'eau) augmente avec la température : l'eau chaude peut contenir plus de sel dissous que l'eau froide. Nous vous proposons d'observer ces propriétés.

☞ *Vérifiez que, lorsqu'on dissout du sel dans de l'eau, la masse du mélange est bien égale à la somme des masses des constituants.*

☞ *Déterminez la plus grande quantité de sel qu'il est possible de dissoudre dans de l'eau à température ambiante et comparez vos résultats aux données du problème.*

☞ *Apportez la démonstration concrète que l'eau chaude peut dissoudre plus de sel que l'eau froide.*

- Matériel -

Récipients et accessoires:	Produits:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 éprouvettes graduées (500 ml)</li> <li>• 2 bouteilles plastique (1.5 l)</li> <li>• 10 gobelets en plastique (330 ml)</li> <li>• 1 balance de précision (environ 1 gramme)</li> <li>• 4 cuillères en plastique</li> <li>• 1 bassine (dévidoir)</li> <li>• 1 bouilloire (eau chaude)</li> <li>• 1 thermomètre à alcool</li> <li>• 1 agitateur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gros sel</li> <li>• eau froide et eau chaude</li> </ul>

## LA PURIFICATION DE L'EAU

- Résumé -

- **La purification de l'eau** : 1°) Concevoir un dispositif simple permettant d'extraire, par évaporation, l'eau d'un mélange (thé). Proposer des solutions simples pour améliorer l'efficacité, le rendement de la production d'eau pure. 2°) Quel rapport existe-t-il entre cette expérience et la formation des nuages ?

- Texte de la manipulation -

### LA PURIFICATION DE L'EAU

Lorsqu'elle est limitée, la pollution de l'eau est neutralisée par le processus naturel d'auto-épuration (filtration dans les sols, évaporation sous l'action du soleil, réactions chimiques d'oxydation au contact de l'air, action du rayonnement ultraviolet, ...).

A une autre échelle, les effluents polluants d'une ville doivent être éliminés artificiellement. Quelques procédés employés :

- ✓ la décantation
- ✓ la filtration mécanique
- ✓ la précipitation des composés chimiques par floculation
- ✓ le traitement par bactéries en milieu aérobie ou anaérobie, ou par lagunage (élimination de nutriments, de matières fermentées, de métaux lourds, ...)
- ✓ ozonisation ou traitement au chlore (désinfection)
- ✓ traitement des odeurs

On s'intéresse au cas particulier de l'évaporation :

☞ *Concevez un dispositif simple permettant d'extraire l'eau d'un échantillon d'eau « pollué » (du thé) par évaporation. Proposez des évolutions visant à améliorer l'efficacité de production d'eau propre par ce dispositif.*

☞ Quel rapport existe-t-il entre ce dispositif et la formation des nuages ?

- Matériel -

Récipients et accessoires:	Produits :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 bac plastique transparent</li> <li>• 1 cafetière ou théière</li> <li>• 1 pot à confiture</li> <li>• du film plastique</li> <li>• 1 petit récipient en verre (100 ml)</li> <li>• 1 bouilloire</li> <li>• 1 élastique</li> <li>• 2 bouteilles plastiques (1.5 l)</li> <li>• 1 bassine (dévidoir)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• thé (sachet)</li> <li>• glace (pilée ou en glaçons)</li> <li>• eau (chaude)</li> </ul>

## LE PRINCIPE DU CHATEAU D'EAU

- Résumé -

- **Le principe du château d'eau :** 1°) A partir d'un modèle de château d'eau, mesurer l'influence de la hauteur du réservoir d'eau sur la pression en sortie. 2°) Refaire l'expérience en faisant varier la forme du réservoir tout en maintenant une hauteur fixe. 3°) Vérifier sur une carte IGN échelle 1/25000° la position haute de châteaux par rapport aux communes qu'ils desservent.

- Texte de la manipulation -

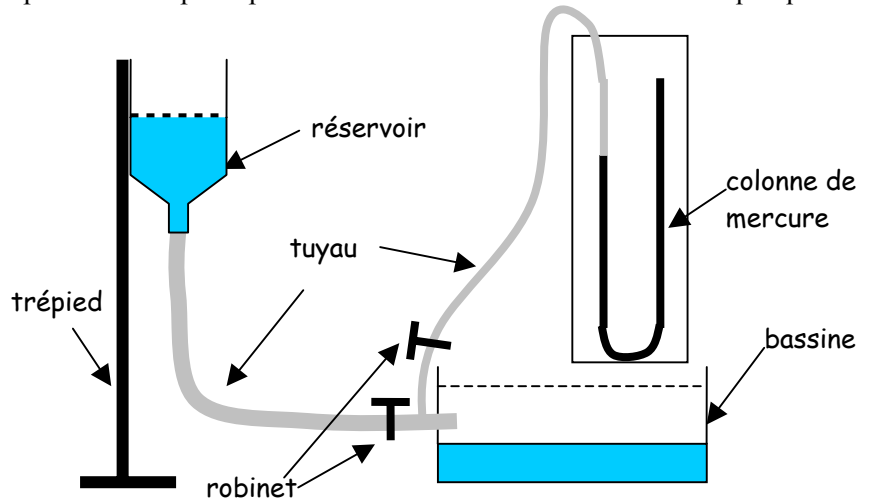
### LE PRINCIPE DU CHATEAU D'EAU

Avant d'arriver à notre robinet, l'eau séjourne quelques temps dans des réservoirs d'eau dont les châteaux d'eau font partie. En France, les premiers châteaux d'eau apparaissent dans les grandes villes dès le premier quart du 19<sup>ème</sup> siècle pour répondre au besoin croissant en eau potable. Mais connaissez-vous le rôle des châteaux d'eau dans la distribution de l'eau ?

Le but de cet atelier est donc de comprendre leur principe de fonctionnement en faisant varier quelques paramètres caractéristiques.

☞ *A partir du dispositif proposé et représentant les principaux éléments d'un château d'eau (un réservoir placé en hauteur, un circuit de distribution avec une vanne -robinet- et un système de mesure de pression en sortie du circuit) concevez un protocole permettant de voir quelle est l'influence de la hauteur du réservoir sur la pression en sortie. Puis conclure.*

NB : la pression est donnée par une colonne de mercure.



☞ *Faites varier ensuite la forme du réservoir d'eau et mesurez la variation de pression en sortie. Selon le temps, vous pourrez faire 2 à 3 mesures. Commentez vos résultats puis concluez.*

☞ Enfin sur une carte IGN échelle 1/25000° repérez l'altitude des différents châteaux d'eau et celle des communes qu'ils desservent. Cette observation est-elle en accord avec vos résultats expérimentaux ?

- Matériel -

Récipients et accessoires :	Produits
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 bouteille en plastique coupée de 5 l avec raccord</li> <li>• 1 bouteille en plastique de 5 l</li> <li>• 1 bouteille en plastique coupée de 1 l avec raccord</li> <li>• 1 bouteille en plastique coupée de 0.33 l avec raccord</li> <li>• 1 colonne de mercure</li> <li>• 1 bac plastique avec raccord</li> <li>• 2 tuyaux Ø=8 mm avec robinets</li> <li>• 2 trépieds avec pince + étai</li> <li>• 1 feutre</li> <li>• 1 carte IGN 1/25000<sup>ème</sup></li> <li>• une tige en bois (écoulement de l'eau dans les tuyaux)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eau</li> </ul>