

L'eau et ses applications: Un atelier pour initier les élèves dans l'apprentissage STGM

Prof. Dr. Gabriel Pinto



Workshop **Science on Stage Switzerland**
Chimisque de l'Université de Genève (Suisse) / 27 Septembre 2017

OBJECTIFS ÉDUCATIFS

- Apprentissage des concepts STGM (STEM).
- Améliorer la **motivation** des élèves et des enseignants.
- Utilisation d'applications pédagogiques modernes (ARP, STS, travail en équipe, apprentissage par **investigation...**).
- Promouvoir la **culture scientifique** et la **responsabilité sociale**.
- Montrer le **besoin d'expérimenter** dans STGM.
- Détecter des **concepts erronés** des élèves.
- Utilisation de **matériaux peu onéreux** (l'eau).
- Promouvoir la curiosité et l'**observation**.

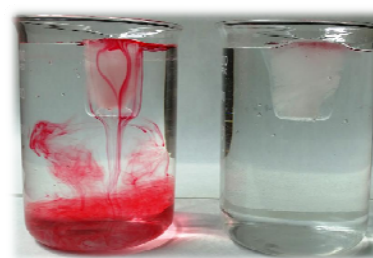


Exemples d'outils éducatifs:

- **Fusion de la glace** dans plusieurs liquides.
- **Éclaboussures d'huile chaude** avec de l'eau.
- **Cas de refroidissement par évaporation**.
- **Hydratation osmotique** de légumes secs.
- Vitesse de dissolution de **comprimés effervescents**.
- Récipients actifs: **boissons auto-chauffantes**.
- Thermochimie et **chaudières à condensation**.
- Composition des **eaux minérales**.
- **Jouets scientifiques**: bâton d'énergie, oiseau buveur, poisson devin, neige artificielle, boule invisible ...

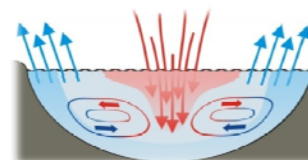
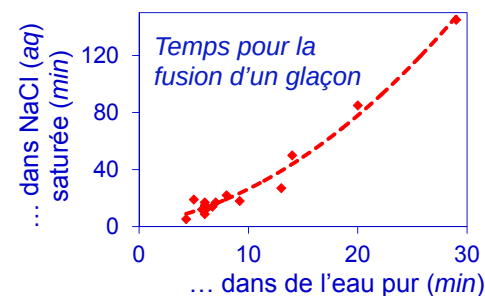


Où fondrait plus rapidement un glaçon dans de l'eau pure ou dans de l'eau salée?

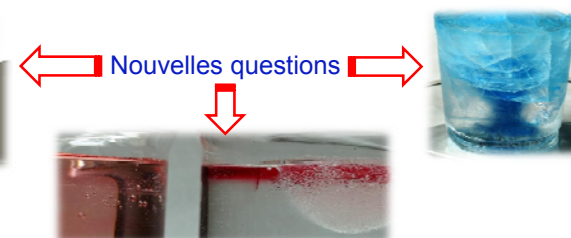


Eau pure

Eau salée



Circulation thermohaline
et climat



Nouvelles questions

Que se passe-t-il lorsque de l'éthanol, de l'huile ou un autre liquide est versé sur un glaçon?



- ... des bulles se forment-elles?
- ... des liquides miscibles ne se mélangent-ils pas?
- ... une partie du verre est-elle embuée?

	Huile d'olive	Eau	Glace (0 °C)	Éthanol
d à 20 °C (g/cm ³)	~ 0.918	0.998	0.917	0.791

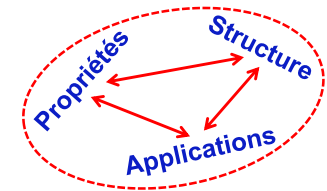
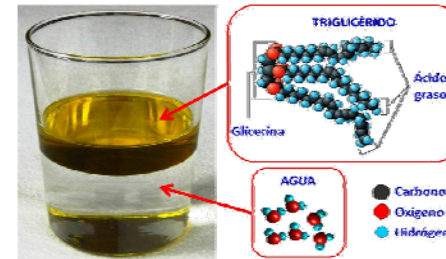
Que se passe-t-il lorsqu'une goutte d'eau est versée dans de l'huile chaude? Pourquoi?

- L'huile et l'eau ont un **point d'ébullition** et une **densité** différents, et **ne sont pas miscibles**

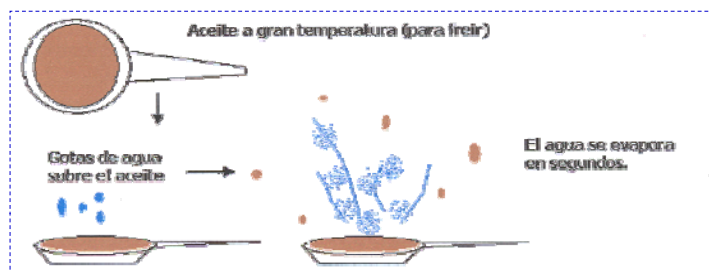
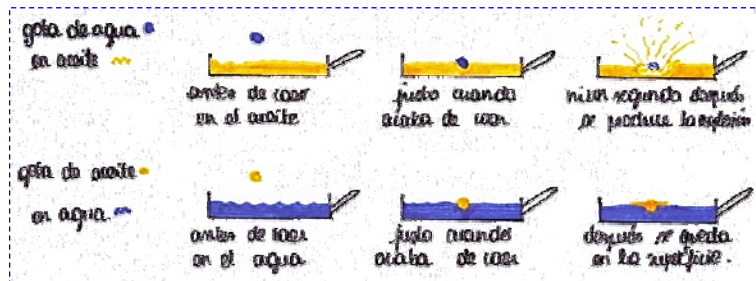
- Éclaboussures d'huile pendant la friture



- Précautions pour éteindre le feu dans la cuisine:
<http://bit.ly/1Xz7isx>



Exemples d'explication des élèves



Comment le botijo fonctionne-t-il?

Simple ne veut pas dire aisé

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 - \frac{\pi}{3} (3 R h^2 - h^3)$$

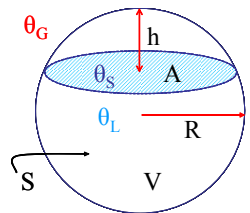
$$A = \pi (2 R h - h^2)$$

$$S = 2 \pi R (2 R - h)$$

V : Volume (or mass) of water
t: Time

A : Water surface in contact with air in the chamber

S : External surface of the water in contact with air



Mass transfer coefficient of the water

Total external surface of water $a = A + S$

$$-\frac{dV}{dt} = k a (N_s - N) \quad \text{[Water evaporation rate]}$$

Saturation humidity

Humidity of the air

... les Mathématiques sont importantes

Heat transfer from the air to the water by:

Thermal radiation by air in the chamber Convection over surface a

Thermal variation of the water

$$V C_P \frac{d\theta_L}{dt} = h_C a (\theta_G - \theta_s) +$$

Specific heat capacity of water

$$+ f \varepsilon \sigma [(273,15 + \theta_G)^4 - (273,15 + \theta_s)^4] (4 \pi R^2 - S) -$$

θ : Temperature

$$- U a (\theta_L - \theta_s) -$$

Heat loss from the liquid to the interphase liquid-vapor

$$\lambda_w \left(- \frac{dV}{dt} \right)$$

Heat loss by the evaporation of water

Qu'ont le *botijo* espagnol, le réfrigérateur *pot-en-pot* africain et le jouet l'oiseau buveur en commun?



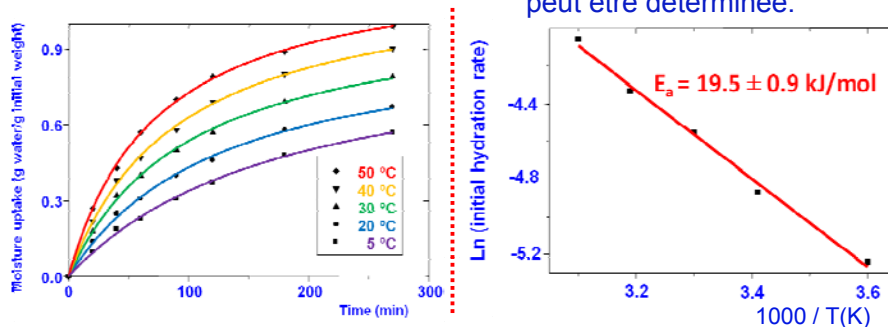
... le refroidissement par évaporation

Vitesse d'hydratation (par osmose) de légumes secs

Les concepts abordés dans **différentes matières** (Maths, Biologie, Chimie ...) sont introduits pour permettre l'explication quantitative du taux d'absorption de l'eau par légumes secs.

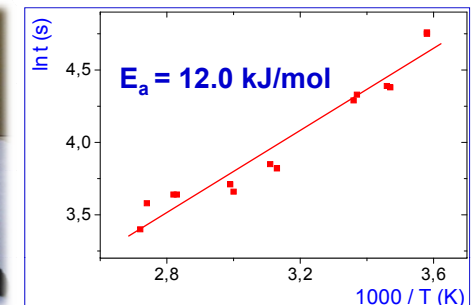


L'influence de la **température** et de la **concentration** de sel peut être déterminée.



Vitesse de dissolution de comprimés effervescents

- Un comprimé effervescent contient de l'acide citrique (ou similaire) et NaHCO_3 comme excipient effervescent, de manière à se dissoudre lors qu'il est mélangé à de l'eau et des bulles de CO_2 se forment.
- Le temps nécessaire à la dissolution d'un comprimé dans l'eau est mesuré à **différentes températures**, T (K).
- La représentation de $\ln t$ vs. $1/T$ permet le calcul d' E_a .

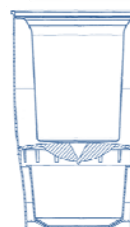


Exercices sur boissons auto-chauffantes

- **Décrivez** le contenant (matériaux, design ...) et la **réaction chimique** qui le chauffe.
- Calculez le **réactif en excès / limitant** et la masse de produit qui peut se former.
- Cherchez (à travers différentes sources) les **valeurs de $\Delta_f H^\circ$** et présentez-les sur un **tableau**.
- Calculez la **chaleur (kJ) libérée**.
- Préparez un tableau avec des températures finales (l'expérimentale, la donnée du fabricant et la calculée), et **comparez**-les.
- **Discutez les hypothèses** faites.
- Commentez les **avantages / inconvénients** et suggérez des **moyens d'améliorer** ces cannettes.
- Commentez un **autre aspect de l'activité** (possibilité de refroidir des boissons, des instructions, des informations complémentaires ...).



Comment fonctionnent les boissons auto-chauffantes?



La chaleur est absorbée avec un changement de température :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T$$

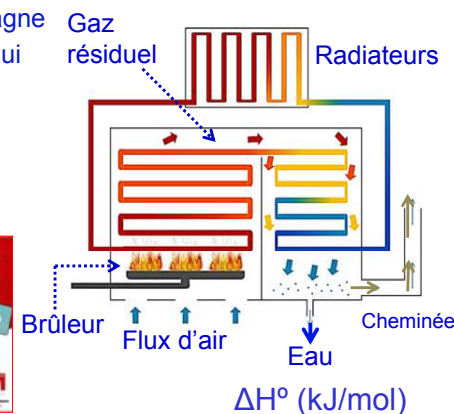


Exercices sur les chaudières à condensation

- **Élaborez un tableau** avec une **composition** de gaz naturel typique (en fraction ou % volumique et molaire).
- Créez un tableau avec la composition d'un «**modèle**» de gaz naturel; Conservez uniquement les deux hydrocarbures principaux.
- Concevez un tableau avec les **données de $\Delta_f H^\circ$** (kJ / mol) pour CO_2 (g) H_2O (g) H_2O (l) et les gaz identifiés dans la section précédente.
- Calculez $\Delta H_{\text{comb}}^\circ$ (kJ / mol) du gaz naturel à 25 ° C en prenant comme hypothèse que **l'eau obtenue est un gaz**.
- Répétez ce calcul en supposant que l'eau obtenue est sous forme **liquide**.
- Calculez la **quantité du gaz pouvant être utilisée** dans la chaudière à condensation, par mole utilisée dans la conventionnelle (même énergie).
- Discutez des **conséquences et sociales de ce résultat**.
- Décrivez les **hypothèses** formulées dans ces calculs.
- L'eau formée est **acide ou basique**?
- Discutez **d'autres questions d'intérêt** (la durabilité, l'environnement, le besoin de subventionner ces chaudières, l'obtention du gaz naturel ...).

Pourquoi les chaudières à condensation sont-elles promues?

Il existe un «*Plan Renove*» en Espagne pour les chaudières domestiques, qui fait partie du «*Plan d'action pour l'efficacité énergétique*» développé pour promouvoir l'utilisation des «*chaudières à condensation*».



$$803 / 891 = 0,90 \text{ mol CH}_4 \text{ chaudière condensation / classique}$$

Composition des eaux minérales

Après la recherche d'informations sur la composition d'une eau minérale sur l'étiquette d'une bouteille ou Internet, déterminez si la valeur de résidu sec est conforme à cette composition.

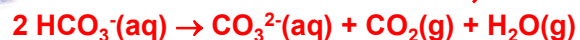
Les élèves peuvent être encouragés à approfondir autres sujets: la dureté de l'eau, l'analyse chimique, l'arrondissement dans les calculs...



Composant	Formule	Contenu (mg/L)
Bicarbonate	HCO_3^-	80.22
Chlorure	Cl^-	10.80
Sulfate	SO_4^{2-}	3.41
Calcium	Ca^{2+}	19.71
Magnésium	Mg^{2+}	3.75
Potassium	K^+	1.83
Sodium	Na^+	11.13
Silice	SiO_2	28.6
TDS (résidu sec)		125

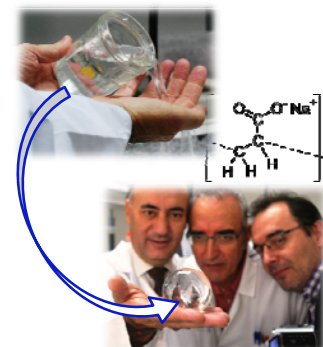
159.5 mg/L

118.7 mg/L



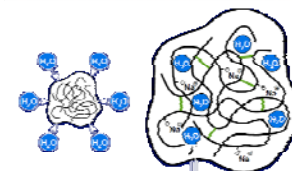
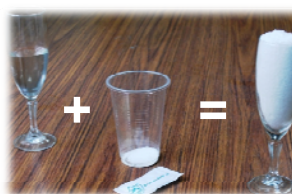
Discussion sur les jouets scientifiques

Une balle est invisible dans l'eau...



... parce qu'il n'y a pas de réflexion ou réfraction de lumière: Son indice de réfraction est similaire à celui de l'eau.

Comment créer de la neige artificielle?



Polyacrylate de sodium
Polymère superabsorbant: Groupes fonctionnels hydrophiles.

Pourquoi le poisson devin se déplacer?



- Une astuce?
- La chaleur corporelle?
- Lumière?
- Circulation d'air?
- Electricité statique?
- Absorption du sel ou d'eau de la peau?

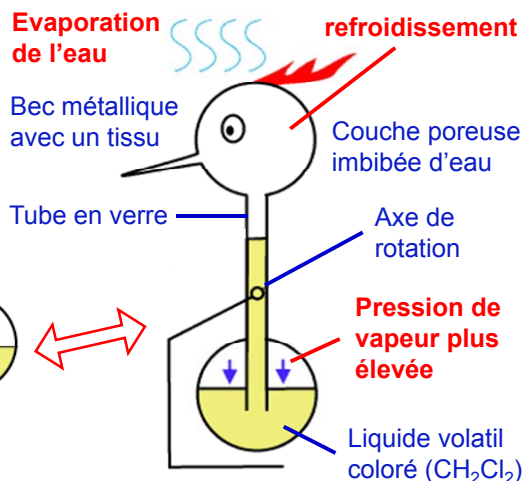
Discussion sur les jouets scientifiques

Bâton d'énergie



... dispose d'un circuit très sensible capable de détecter de très petites quantités d'électricité.

L'oiseau buveur:
exemple de génie thermique



Sources d'idées et de matériel spécifique



<https://www.teachersource.com/>



- gabriel.pinto@upm.es
- Textes complets avec ces activités: <http://bit.ly/2pfEUPx>

**Merci à tous de votre attention
et surtout...**

**Bonne chance et continuez à jouer
de l'enseignement de la science!**

