

# La bonbonne à pression

Eric Leeuwerck

Prof de sciences multifonction à l'Ecole Belge de Kigali.

eleeuwerck@yahoo.fr

+250783728034

<http://sproutchlagrenouille.wordpress.com>

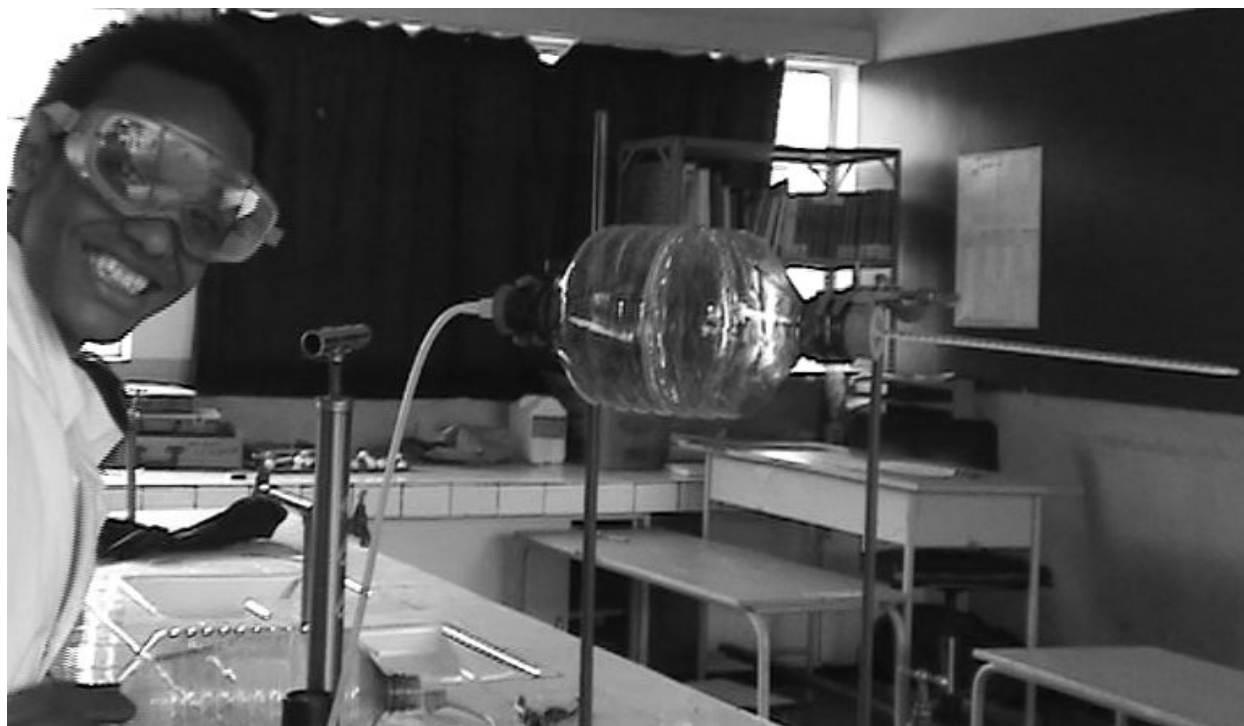
## - Intro -

Cet ensemble d'expériences à réaliser en démonstration avec le même montage en classe se distingue par son accessibilité en terme de matériel et la simplicité de sa réalisation : deux bouteilles de 5L, bouchons percés, une pompe à vélo, un thermomètre et de l'huile de coude.

Malgré la simplicité des expériences, elles sont pluridisciplinaires et illustrent des phénomènes assez complexes : changement d'état, cinétique chimique, formation du brouillard, Loi des gaz parfaits, Principe de Le Chatelier.

## - Matériel / Réactifs-

- 2 bouteilles de 5L, même format, même modèle / ciseaux
- Colle forte (l'Araldite c'est très bien !)
- 2 bouchons du format des goulots de bouteilles
- Pompe à vélo avec manomètre (si possible)
- Thermomètre (digital c'est préférable)
- Pipette de chambre à air
- Support (statifs, pince et noix)
- Allumettes
- Vinaigre
- Bicarbonate de soude



## - Montage -

- Découper les deux bouteilles à la moitié, garder les parties contenant les goulots.
- Assembler et coller les deux moitiés ensemble avec les goulots vers l'extérieur
- Percer un premier bouchon de manière à faire passer la valve de chambre à air.
- Percer le deuxième bouchon pour le thermomètre. Bien fixer le bouchon !
- REM : les trous dans les bouchons ne doivent pas faire passer d'air, ils doivent être hermétiques ; astuce : couler de la cire de bougie sur les fuites est très efficace !
- Relier la valve de chambre à air à la pompe à vélo.

## - Mode opératoire -

### 1. Formation du brouillard : sciences de la vie et de la terre ; chimie/physique, les états de la matière, cinétique, équilibres (Le Chatelier), Gaz Parfaits.

#### 1.1. Version simple

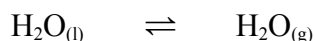
- Verser dans le récipient un fond d'eau, secouer afin d'humidifier l'intérieur du récipient.
- Fermer le bouchon hermétiquement
- Pomper jusqu'à une pression d'au moins 1 bar
- Retirer le bouchon
- Observer le brouillard
- Rapidement fermer avec le bouchon hermétiquement, pomper à nouveau.

**Observation :** il se forme un nuage lors de la dépressurisation ; le nuage disparaît entièrement lors de la pressurisation.

**Interprétation :** la dépressurisation soudaine de l'intérieur de la bouteille quand le bouchon saute provoque le passage de l'eau liquide à l'état gazeux. Ce phénomène étant endothermique, la diminution de température du milieu provoque instantanément la condensation de l'eau gazeuse en fines gouttelettes liquides. Il ne s'agit donc pas de véritable vapeur, mais d'un brouillard ou d'un nuage. Cependant, ces gouttelettes se comportent comme un gaz : volume et forme variable et à l'avantage d'être visible, ce qui est plus pédagogique !

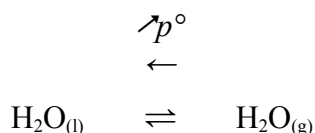
En pompant à nouveau de l'air, la pression augmente à l'intérieur de la bouteille forçant de cette manière les particules d'eau à l'état gazeux à repasser à l'état liquide, moins dense, en réponse à l'augmentation de pression interne de la bouteille.

Considérons la réaction à l'équilibre suivante :

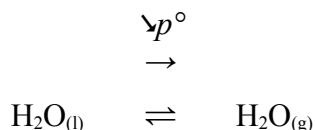


Selon Le Chatelier, un système à l'équilibre s'opposera en partie à une modification imposée au système. Le système évoluera alors vers un nouvel état d'équilibre.

Au moment de pomper l'air à l'intérieur de la bouteille, la pression y augmente déplaçant l'équilibre dans le sens indirect de la réaction, favorisant la formation d'eau liquide et donc, la disparition de la vapeur d'eau et la diminution de la pression grâce au changement d'état : la condensation.



Dans le cas de la dépressurisation, au moment où la bouchon saute, la pression chute brusquement dans la bouteille, déplaçant l'équilibre vers la droite, favorisant la formation de vapeur d'eau : la vaporisation.



Dans une moindre mesure, toujours en rapport avec la cinétique chimique, cette expérience illustre une réaction de type *rapide*, d'une durée inférieure à la seconde.

Remarque : ce n'est pas une réaction chimique puisqu'on assiste à un changement d'état physique cependant, elle peut très bien illustrer et ce, avec très peu de moyens, la cinétique chimique et le principe de Le Châtelier.

La loi des gaz parfaits :

$$pV = nRT$$

nous renseigne que si on injecte une certaine quantité de gaz (n, en moles) dans un volume fermé (V = constant), la pression (p) augmente. A l'inverse, si n diminue, p diminuera également. La pression évoluera dans des proportions telles qu'elle imposera un changement d'état à l'eau contenue dans la bouteille : condensation dans le cas d'une augmentation de la pression et vaporisation dans le cas d'une chute de pression.

### 1.2. Version « fumeuse »

- Introduire dans le récipient de la fumée en y jetant une allumette par exemple et ensuite, répéter le mode opératoire précédent (1.1.)
- Observer le brouillard

**Observation :** le brouillard formé lors de la dépressurisation est très dense et disparaît entièrement lors de la pressurisation.

**Interprétation :** les particules de fumée servent de germes de condensation, ils sont plus nombreux que dans la version simple où il n'y a pas de particules de fumée. Le brouillard sera donc plus dense dans la version « fumeuse ».

## 2. Formation du brouillard d'éthanol : chimie/physique, thermochimie, états physiques de la matière, cinétique, équilibres (Le Chatelier), Gaz Parfaits.

- Verser dans la bonbonne un fond d'éthanol à 95%, secouer afin de favoriser la dispersion de l'alcool gazeux l'intérieur du récipient.
- Relever la température
- Fermer le bouchon hermétiquement
- Pomper jusqu'à une pression d'au moins 1 bar

- Relever la température
- Retirer le bouchon
- Relever la température
- Observer le brouillard
- Rapidement fermer avec le bouchon hermétiquement, pomper.
- Relever la température

**Observation :** le brouillard formé est très dense ; la température augmente lors de la pressurisation et diminue lors de la dépressurisation. Le brouillard disparaît lors de la pressurisation.

**Interprétation :** lors de la pressurisation, on force l'éthanol à passer de l'état gazeux à l'état liquide. La condensation est un phénomène exothermique. Lors de la dépressurisation, la température diminue : la vaporisation est un phénomène endothermique.

Le nuage formé est plus dense qu'avec l'eau car l'éthanol est plus volatil.

### 3. Version « pétillante » : chimie ; équilibre chimique (Le Chatelier)

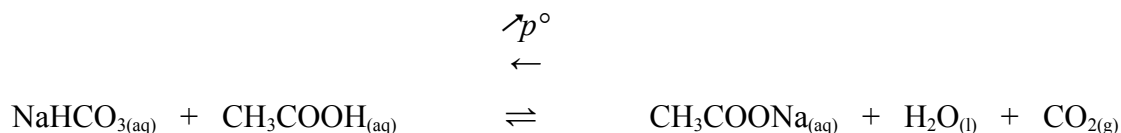
- Introduire dans la bonbonne du vinaigre et du bicarbonate de soude.
- Fermer rapidement de bouchon.
- Observer l'effervescence
- Pomper
- Observer l'effervescence
- Retirer le bouchon
- Observer l'effervescence

**Observation :** l'effervescence diminue lors de la pressurisation et augmente d'intensité à la dépressurisation.

**Interprétation :** la réaction chimique suivante entre le vinaigre et le bicarbonate de soude :



Selon Le Chatelier, appliqué à ce cas-ci, une pressurisation provoquera la disparition du gaz carbonique par le système et favorisera donc le sens indirect de la réaction :



Une dépressurisation du système engendrera donc une production de gaz pour s'opposer à la modification imposée, le sens direct de la réaction est favorisé, une effervescence est observée :

