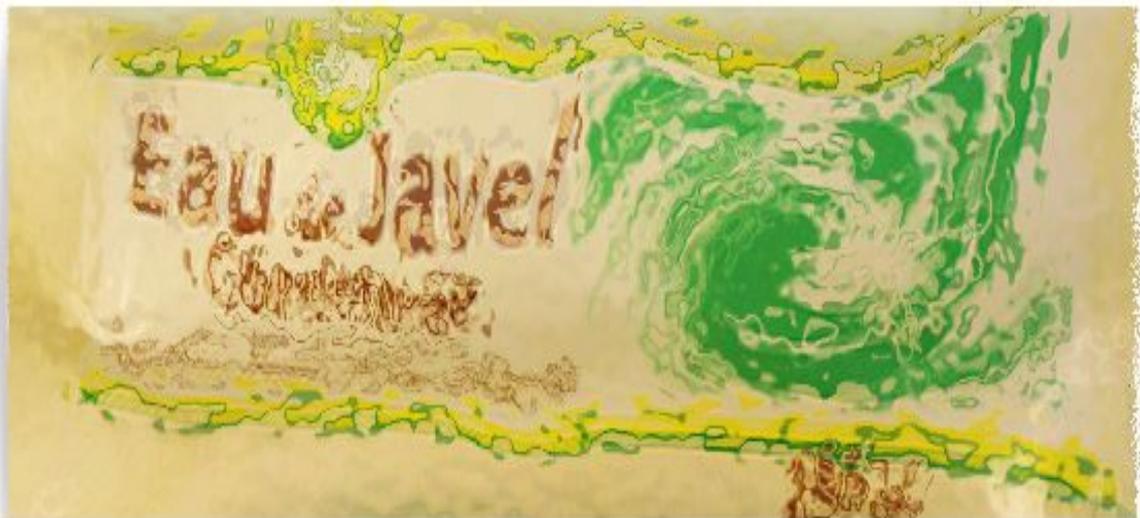


## Travaux Personnels Encadrés

---

### *L'eau de Javel*

**« Quelles sont les qualités de l'eau de Javel et pourquoi tendrait-on à la remplacer ? »**



retrouvez une version online sur <http://tpeoxy.free.fr/javel>  
et une version pdf ici <http://tpeoxy.free.fr/tpe.pdf>

## Plan

- Avant Propos	p.4
- Introduction	p.5
1) <u>Quelles sont les qualités de l'eau de Javel ?</u>	
• Le caractère biocide	
1. Les virus (exemple le SIDA)	p.6
2. Les bactéries	p.8
3. Les champignons (TP les levures)	p.9
4. Les cellules et autre organisme	p.14
• Fabrication aisée	
1. Différentes réactions possibles	p.15
2. Faible coût de revient	p.16
3. Composition facilement modifiable	p.17
• Des propriétés oxydantes	
1. Efficace contre les produits toxiques	p.18
2. Un agent blanchissant	p.19
2) <u>Pourquoi tendrait-on à la remplacer ?</u>	
• Le caractère nocif	
1. Contres indications signalées	p.20
2. Détruit les eco-systèmes	p.22
3. Peut-être mortelle	p.23
• le caractère instable	
1. Durée de conservation	p.24
2. Face à la chaleur et lumière	p.25
• Dégagement de gaz	
1. Syndrome de la ménagère	p.27

2. Effet avec des produits à base d'ammoniac **p.29**

### 3) **Les différents substituts à l'eau de Javel**

• Contrainte **p.30**

• Substituts existants

1. L'ozone **p.31**

2. Le dioxyde de Chlore **p.32**

3. Agents non oxydants **p.33**

- **Synthèse** **p.35**

- **Bibliographie** **p.36**

- **Annexe** **p.37**

- **Lexique** **p.48**

- **Fiche de Synthèse** **p.56**

# Avant Propos

Tout d'abord, nous tenons à vous présenter l'eau de Javel en détail: l'eau de Javel est une solution aqueuse d'**hypochlorite** de sodium, de formule  $\text{NaClO}$ , l'eau de Javel est basée sur le **Chlore**, elle possède son odeur caractéristique et ses propriétés désinfectantes.

Sa concentration s'exprime en **degrés chlorométriques** ( $^{\circ}\text{Chl}$ ) mais cette unité tend à être remplacée par le **% de chlore actif**.



Illustration 1  
"le père de l'eau de Javel"

L'eau de Javel a été découverte dans le quartier de Javel à Paris par le chimiste français **Claude Louis Berthollet**, peu de temps après la découverte du **chlore** en 1774 par le chimiste **Scheele**.

Au départ, Berthollet, ayant observé les propriétés décolorantes du **chlore**, mit au point un agent blanchissant dans le but de faciliter le travail des lavandières des bords de Seine.

Il utilisa l'**hypochlorite de potassium** pour arriver à ses fins, l'eau de Javel est née.

Pour l'anecdote, l'eau de Javel rencontra un succès immédiat, car auparavant les toiles devaient être exposées pendant plusieurs mois pour qu'elles puissent blanchir.

Par ailleurs, pour continuer dans les anecdotes, l'eau de Javel a toujours été plébiscitée :

- Après une pollution des nappes phréatiques, on conseille souvent aux habitants de verser quelques gouttes d'eau de Javel dans leur bouteille d'eau afin d'éviter quelque problème gastrique.
- Lors de la première guerre mondiale, le Colonel Bruneau Varilla, directeur du service des eaux de l'armée de Verdun, mélangea de l'eau de Javel à celle de la Meuse pour abreuver ses troupes qui étaient assiégées.

Tout ceci ne fait que renforcer la popularité de cette eau.

# Introduction

Nous avons remarqué que la majorité des ménages français utilise de l'eau de Javel comme produit quotidien. Pourquoi ce produit est-il si populaire ? Qu'est-ce qui permet à l'eau de Javel de se placer en tête des produits ménagers ? Quelles sont les qualités de l'eau de Javel ?

Or, depuis quelques années, l'eau de Javel est de plus en plus contestée, d'une part, par des associations de consommateurs, d'autre part, par des organismes de protection de l'environnement, qu'est ce qui peut provoquer une telle polémique ? Pourquoi l'eau de Javel tend à être remplacée ?

C'est ainsi que de nombreux scientifiques sont à la recherche d'un substitut ayant les mêmes propriétés que l'eau de Javel sans les inconvénients.

Ce TPE a pour but de faire le point et de faire la part des choses pour que vous puissiez faire votre propre idée sur le sujet.

# I] Quelles sont les qualités de l'eau de Javel ?

## a) le caractère biocide

Nous ne vous cacherons pas que le principal atout de l'eau de Javel est sans nul doute son incroyable capacité à tout désinfecter, que ce soit **virus**, **bactérie**, champignon, **spore**, cellule et autre organisme, même le **prion de Creutzfeld-Jacob** n'y résiste pas.

### 1) Contre les virus

Le plan d'attaque de l'eau de Javel reste simple, l'**acide hypochloreux** attaque les **liaisons amidées** des **protéines membranaires** des **virus**, en d'autres termes la membrane du micro-organisme éclate.

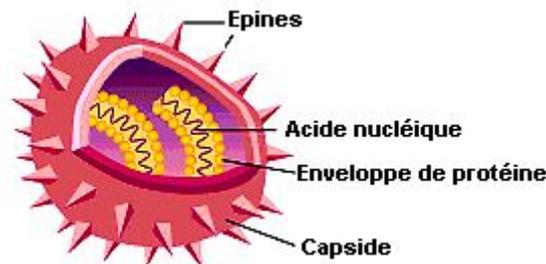
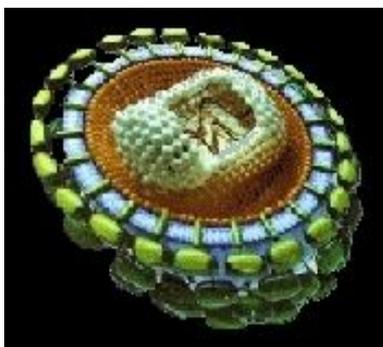


Illustration 2  
Schéma d'un virus

L'eau de Javel doit être au minimum à 0.015% de chlore actif soit 5 mg de **chlore actif** par litre pour qu'elle puisse agir, ce qui nous montre qu'avec une concentration très faible, l'eau de Javel permet de lutter efficacement contre les virus.

Voici par exemple quelques données sur l'élimination du virus du sida par l'eau de Javel :



Coupe tridimensionnelle du virus du sida

Un contact de 15 minutes avec de l'eau de Javel fraîche à 12°C permet une élimination du HIV.

D'après les travaux de l'institut Pasteur :

	Eau de Javel à 2,74 % ou 9°chl. Durée de contact : 15 min (minimum)
	Dosage pour 10 L d'eau
Dose minimale virucide	110 cm <sup>3</sup>
Dose préconisée par l'Institut Pasteur pour la désinfection des surfaces	550 à 1350 cm <sup>3</sup> (1 dm <sup>3</sup> )
Dose préconisée par l'Institut Pasteur pour la désinfection du matériel souillé (pipettes, verreries...)	1350 cm <sup>3</sup>

## 2) Contre les bactéries

L'eau de Javel est aussi un puissant bactéricide, que ce soit **Gram +** ou **Gram -** rien n'y résiste.

Comme pour les virus, l'**acide hypochloreux** se diffuse au travers de leurs parois en détruisant les **protéines membranaires** et une fois à l'intérieur, l'acide va dérégler le **métabolisme** des **bactéries**.

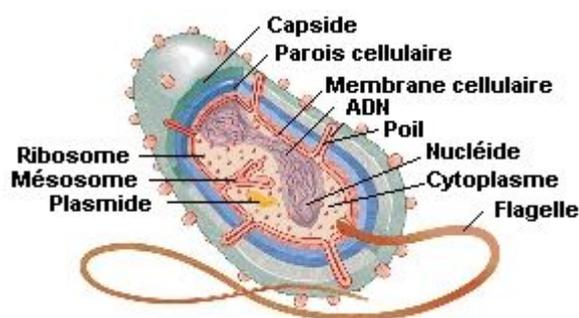


Illustration 4  
Schéma d'une bactérie (*Escherichia coli*)

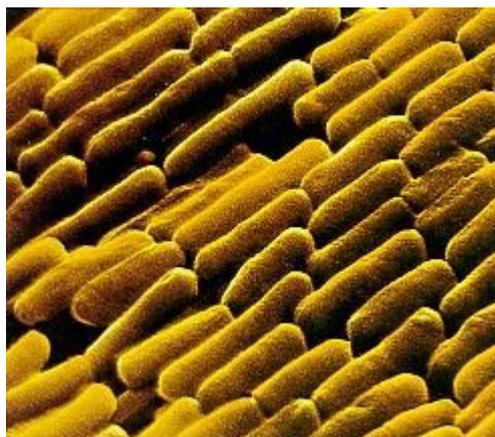


Illustration 5  
Bactéries (*bacillus*)

L'eau de Javel doit être une nouvelle fois au minimum à 0.015% de **chlore actif** soit 5 mg de **chlore actif** par litre pour agir.

À des concentrations inférieures, l'eau de Javel empêche la prolifération des **bactéries**, mais ne les tue pas.

### 3) Contre les Champignons

L'eau de Javel est aussi **fongicide**, pour les mêmes raisons indiquées plus haut, nous avons réalisé un TP sur les levures en présence d'eau de Javel à différentes concentrations.

## Travaux Pratique sur l'Eau de Javel

**But :** Montrer les qualités biocides de l'Eau de Javel sur des cultures de levures.

#### Matériel :

- boîtes de pétri
- gélose liquide
- bec bunsen
- eau de Javel
- Levure de boulanger (*saccharomyces cerevisiae*)
- balance électrique
- coupelle en verre
- Bechères de 200 mL
- pipette graduée de 10 mL
- propipette
- 40 tubes à essai
- étaleur
- compte goutte
- eau stérile



#### 1) Préparation des boîtes de pétri

- Préparer un milieu stéril en nettoyant la paillasse et les mains avec de l'eau de Javel et en travaillant à moins de 20 cm du bec Bunsen.
- Faire fondre la gélose et la maintenir à l'état liquide en plongeant les bouteilles dans un bain marie à 37 °C.
- Ouvrir les boîtes de pétri en milieu stéril et y verser la gélose chaude.
- Fermer les boîtes de pétri et les ranger à l'envers lorsque la gélose s'est solidifiée.



## 2) Recherche de la concentration en levure appropriée pour l'expérience

### a) Manipulation :

- Toutes les étapes qui suivent se font en milieu stéril.
- Peser 3g de levure de boulanger.
- Laisser la levure prélevée dans la coupelle à température ambiante jusqu'à ce qu'elle soit totalement liquide.
- Préparer les solutions  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  et  $S_6$  obtenue par dilution par 10, 20, 50, 100, 200, 250 de la levure liquide.
- Mettre 5 gouttes de la solution  $S_1$  dans une boîte de pétri et étaler le liquide sur toute la surface de la gélose. Faire de même avec les autres solutions.
- Mettre les 6 boîtes dans un incubateur et attendre une semaine.



### b) Observations :



*(Vous pouvez observer un format plus grand des photographies dans l'annexe)*

Nous constatons que dans la boîte où la solution était la moins concentrée, les colonies de levures sont trop développées pour que les

résultats de l'expérience soient lisibles. Donc nous avons décidé qu'il y aurait deux expériences :

- l'une avec des boîtes contenant une solution de levures diluée 500X.
- l'autre avec des boîtes contenant une solution de levures diluée 1000X.

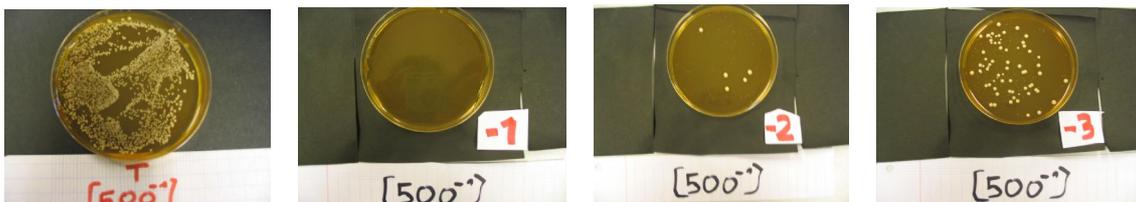
### 3) Expériences :

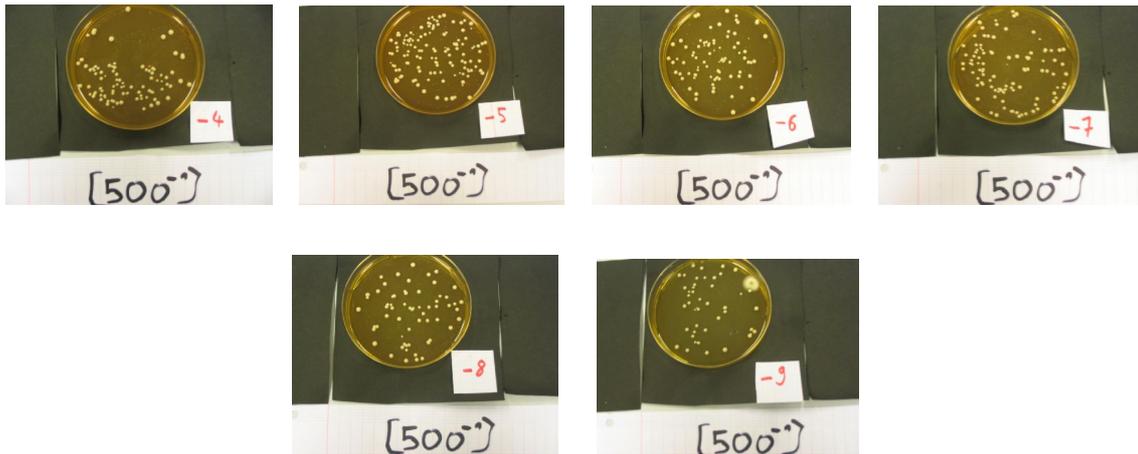
#### a) Manipulation :

- Toutes les étapes qui suivent se font en milieu stéril.
- Préparer en tout, 40 tubes à essai en les passant à la flamme du bec Bunsen pour les stériliser.
- Mettre dans 10 tubes, 10 mL de solution de levure diluée 250X.
- Diluer 10X l'eau de Javel à 9°C obtenue par la dilution dans 1 L d'eau d'un berlingot d'eau de Javel de 250 mL concentré à 36°C.
- Mettre 10 mL de la solution diluée dans un tube à essai.
- Remplir 8 autres tubes en diluant à chaque fois par 10. (10 mL par tube)
- Mettre dans un dernier tube, de l'eau stérile pour la boîte témoin.
- Verser les contenus des 9 tubes d'eau de Javel et du tube d'eau stérile dans chacun des 10 tubes de solution de levure.
- Mettre 5 gouttes de mélange de chaque tube dans 10 boîtes de pétri, puis étaler sur toute la surface de la gélose.
- Refaire les mêmes manipulations mais avec une solution de levures ayant été diluée 500X.
- Mettre les 20 boîtes de pétri dans l'incubateur et attendre une semaine.

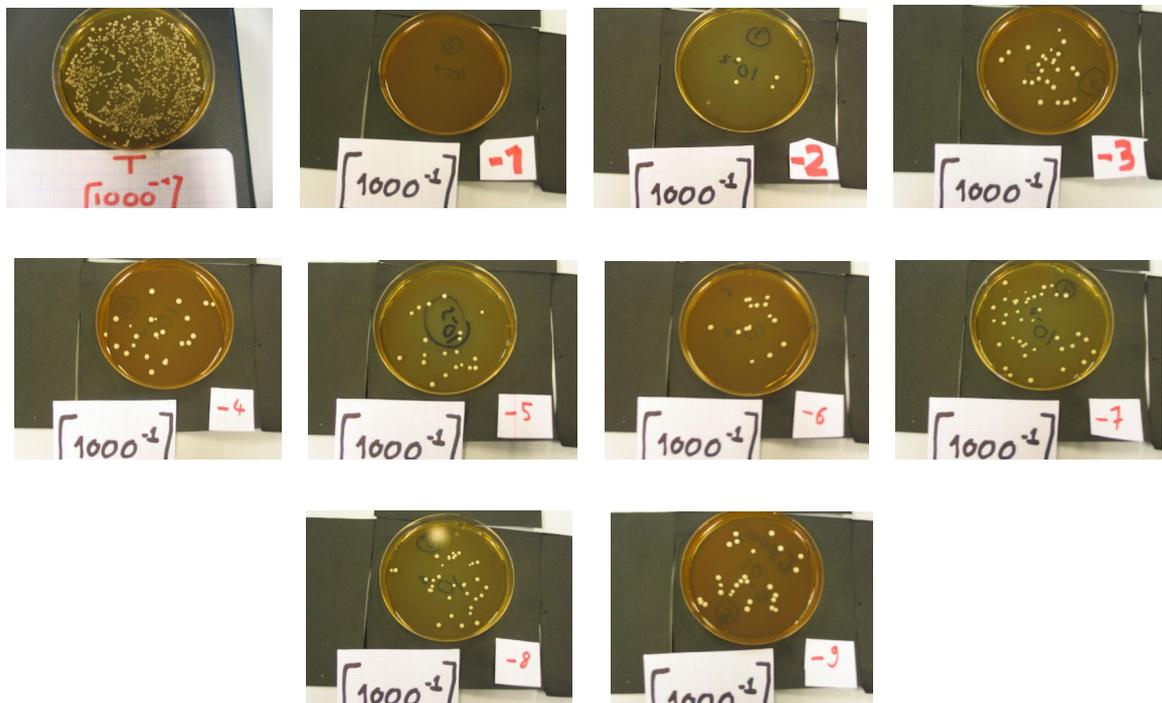
#### b) Observation :

##### 1. Expérience n°1 :





## 2. Expérience n°2:



*(Vous pouvez observer un format plus grand des photographies dans l'annexe)*

**Précision :** Le chiffre négatif rouge, qui se trouve à côté de chaque boîte de pétri, correspond à l'exposant de la puissance de 10 de la concentration en degré chronométrique de l'eau de Javel qui a été introduite dans la boîte correspondante. Par exemple, -1 correspond à la concentration  $9,0 \cdot 10^{-1}$  °Chl ou -5 à  $9,0 \cdot 10^{-5}$  °Chl.

### Conclusion :

On constate qu'avec une concentration de  $9,0 \cdot 10^{-1}$  °Chl, aucune colonie de levure n'est apparue ce qui laisse penser que les levures qui ont été introduites ont toutes été éliminées par l'eau de Javel.

Ensuite, plus la concentration en eau de Javel diminue, plus les colonies de levures sont nombreuses mais ce nombre est loin d'atteindre le nombre de colonies de la boîte témoin. Cela laisse à penser que même à très faible dose, l'eau de Javel élimine de manière considérable les levures qui ont ainsi des difficultés pour se développer.

### 3) Contre les Cellules et autres organismes

Du fait de sa capacité à être biocide, l'eau de Javel élimine également les **cellules**, mais aussi les **spores** et également le **prion de Creutzfeld-Jacob**.

Du côté de la cellule, le **chlore** de l'eau de Javel va perturber la création de la molécule **ATP**, une molécule qui joue un rôle important dans la respiration cellulaire et va « asphyxier la cellule ».

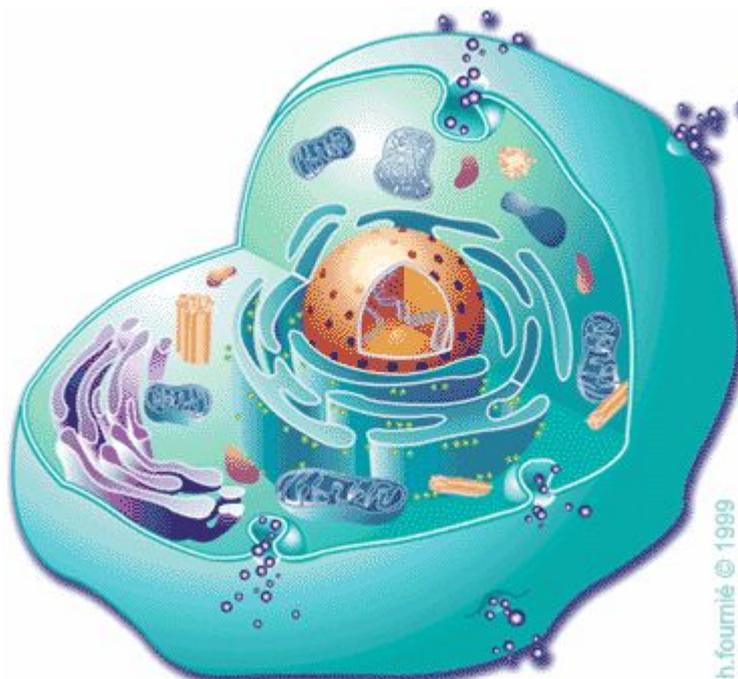


Illustration 6

Schéma d'une cellule

Concernant le **prion de Creutzfeld-Jacob**, de l'eau de Javel à 12°C, 3.2% de chlore actif et à 32g/L est nécessaire, il faut également compter une bonne journée pour que l'eau de Javel élimine complètement cette protéine.

Les chercheurs pensent que l'**acide hypochloreux** attaque les **liaisons amidées** comme pour le cas des virus, puisqu'un prion est une protéine.

Par conséquent, l'eau de Javel est un excellent biocide, l'eau de Javel est beaucoup utilisée, pour éviter la prolifération d'une algue, éviter une infection, nettoyer les paillasses et la verrerie dans les laboratoires; de plus elle rentre dans le procédé de purification des eaux.

En ce sens, l'eau de Javel est beaucoup populaire et permet en outre de satisfaire les premiers besoins de la ménagère.

Pour résumer, l'eau de Javel est **bactéricide, fongicide, sporicide, virucide**.

## b) Fabrication aisée

Une capacité à tout désinfecter ne suffit pas, Il lui a fallu aussi un argument commercial qui lui a permis de rester sur le marché pendant au moins 200 ans.

Son argument est son faible coût, ce qui lui vaut un excellent rapport qualité prix, en effet l'eau de Javel peut se fabriquer très facilement.

### 1) Différentes réactions possibles

Il existe plusieurs réactions pour fabriquer de l'eau de Javel, voici la plus simple et la plus rentable:

Tout d'abord, analysons le principe utilisé dans certaines piscines par **électrolyse** de l'eau salée.

- 1) le sel se dissout dans l'eau et à l'**anode** de la **cellule électrolytique** se produit du **dichlore**  $2\text{NaCl}_{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}_{(aq)} + \text{H}_{2(aq)} + \text{Cl}_{2(aq)}$  (sel + eau = soude + dihydrogène + dichlore )
- 2) Le **dichlore** ainsi produit se dissout dans l'eau produisant de l'**acide hypochloreux**  $\text{Cl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)}$  ( dichlore + eau = acide hypochloreux + acide chlorhydrique )
- 3) L'**acide hypochloreux** désinfecte la piscine et stérilise l'eau  $2\text{HClO}_{(aq)} = 2\text{HCl}_{(aq)} + \text{O}_{2(aq)}$  (acide hypochloreux = acide chlorhydrique + dioxygène)
- 4) Ensuite, l'**acide chlorhydrique** réagit avec la **soude** et ce produit une réaction de neutralisation et se forme a nouveau du sel et de l'eau  $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} = \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$  (soude + acide chlorhydrique = sel + eau)

Nous pouvons remarquer qu'il s'agit d'un cycle ne faisant intervenir que l'eau et le sel, ce cycle est infini et sans fin, ces produits se décomposent et se régénèrent.

L'eau de Javel est donc très facile à fabriquer et renouvelable.

Pour l'anecdote, le CNRS a fabriqué un hublot auto nettoyant pour les sous marins, qui restaient plusieurs mois sous l'eau, en utilisant ce principe, ils font passer un courant dans une membrane qui recouvre le hublot, avec l'eau de mer, il se produit de l'eau de Javel, juste assez pour éviter l'accolement des algues.

D'un point de vue industriel, pour fabriquer de l'eau de Javel, ils font réagir du **dichlore** avec de la **soude** afin d'obtenir de l'**hypochlorite de**

**sodium** (  $\text{Cl}_{2(\text{aq})} + 2 \text{NaOH}_{(\text{aq})} = \text{NaClO}_{(\text{aq})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})}$  ) Ils obtiennent un meilleur rendement qu'avec la méthode de l'électrode.

## 2) Faible coût de revient

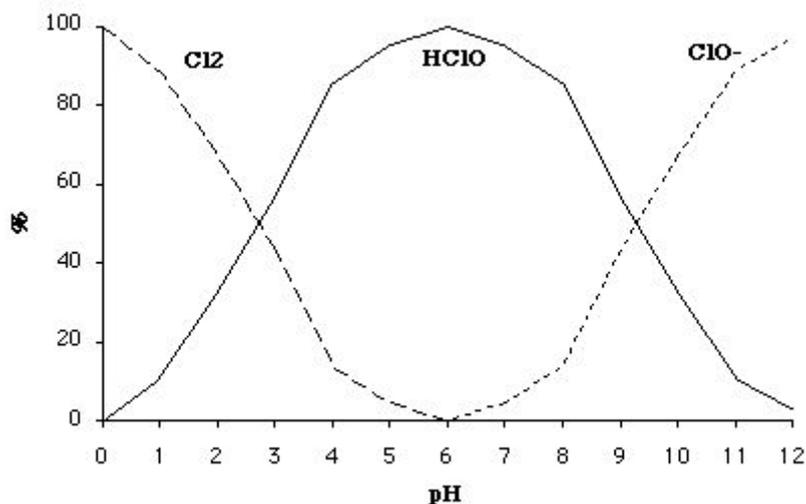
L'eau de Javel se trouve pratiquement dans tous les supermarchés et son prix reste dérisoire, je suis allé regarder dans des supermarchés, on trouve des bidons de 2 L d'eau de Javel à 36°Chl pour 1 € en moyenne, ce qui la place dans le top des produits de la ménagère, qualité prix imbattable.

En effet, l'eau de Javel étant très facile à fabriquer, les industriels n'ont aucune raison de vendre ce produit cher, il suffit de regarder les chiffres, l'eau de Javel a un coût de revient de 1 alors que par exemple l'**ozone**, un autre désinfectant, a un coût de revient de 20, et le dioxyde de chlore 10, ce qui montre bien le faible coût que peut entraîner la fabrication de l'eau de Javel.

	Eau de Javel	Ozone	Dioxyde de chlore
<b>Coefficient de létalité</b> pour :			
- les <b>bactéries</b>	20	500	20
- les <b>virus</b>	1	5	1
- les <b>spores</b>	0,05	2	0,05
Durée du traitement	45 min	4 min	30 min
Coût de revient relatif	1	20	10

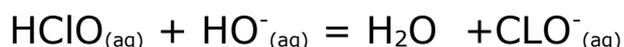
### 3) Composition facilement modifiable

Selon le pH de l'eau, l'eau de Javel sera composée d'un mélange de HClO et de ClO<sup>-</sup>



La composition de l'eau de Javel est déterminée par un équilibre chimique déterminé par des réactions chimiques :

Si le pH devient basique. La composition de l'eau de Javel est déterminée selon la réaction suivante:



Si le pH devient acide, la composition d'une eau de Javel est déterminée par la réaction suivante:



Nous remarquons qu'il se produit un dégagement de dichlore à chaque fois qu'un acide rencontre HClO.

Au gré des besoins, les chimistes peuvent donc récupérer le dichlore à moindre frais, augmenter ou diminuer le pH pour modifier les propriétés de

l'eau de Javel.

## c) Des propriétés oxydantes

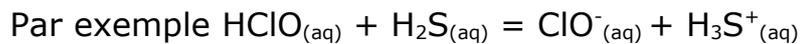
L'eau de Javel, plus particulièrement l'**acide hypochloreux** est un **oxydant**, plus son pH est faible et plus elle est oxydante, mais même à pH 14 son pouvoir oxydant reste très élevé.

### 1) Efficace contre les produits toxiques

Du fait de ces capacités **oxydantes**, l'eau de Javel peut rendre inoffensifs certains produits toxiques comme par exemple :

- le gaz sulfureux  $\text{SO}_2$
- l'hydrogène sulfureux  $\text{H}_2\text{S}$
- l'ion cyanure  $\text{CN}^-$

Pour cela, une réaction d'oxydoréduction se produit :



## 2) Un agent blanchissant

Une autre de ses qualités, ce qu'on peut également appeler le blanchiment berthollien, est que l'eau de Javel puisse blanchir le textile et le papier, c'est d'ailleurs sa vocation première puisque comme nous l'avons dit plus haut, **Berthollet** découvrit l'eau de Javel suite à la capacité blanchissante du **chlore**.

L'eau de Javel **oxyde** les **composés organiques** et ceci provoque le blanchissement des tissus car la couleur des textiles est d'origine organique.

La ménagère peut ainsi blanchir le linge en ajoutant quelque goutte d'eau de Javel dans sa lessive, encore un atout pour l'eau de Javel et un argument de vente.

## II] Pourquoi tendrait-on à la remplacer ?

### a) le caractère nocif

L'eau de Javel est un produit dangereux et c'est à cause de ceci qu'elle est tant efficace contre les micro-organismes.

#### 1) Contre indication signalée



L'eau de Javel est un produit **nocif**, elle peut, en cas de contact ou d'inhalation, provoquer une irritation de la peau et des voies respiratoires, voir une inflammation des yeux.



De ce fait il est recommandé de porter des gants de protection avant utilisation de l'eau de Javel afin d'éviter une irritation de la peau.



Il est également recommandé de porter une blouse de protection afin d'éviter une projection sur vos vêtements.



Pour éviter une possible projection dans les yeux, vous pouvez aussi utiliser des lunettes de protection.



L'eau de Javel nuit à l'environnement car elle est biocide, elle est polluante, il est ainsi déconseillé d'en déverser dans la nature.



À de trop fortes concentrations, l'eau de Javel peut devenir corrosive et il est alors indispensable de porter un matériel de protection adéquat.

Il ne faut bien sûr pas s'amuser à ingérer de l'eau de Javel auquel cas il vous faut appeler un médecin ou les urgences.

Également, le **chlore** que contient l'eau de Javel peut se libérer et se combiner à certaines molécules organiques et produire des **organochlorés** qui sont eux **toxiques** et qui sont pour la plus part d'entre eux cancérigènes et mutagènes.

De plus, il est déconseillé de mettre de l'eau de Javel dans une bouteille sans étiquette ou une bouteille avec un emballage de produit de consommation, en particulier si vous avez des enfants, les centres anti-poison ont relevés plus de 1000 accidents en 2002 et 2003 de ce type.

Nous vous rappelons les quelques consignes à appliquer en cas d'ingestion:

- ne rien donner à boire
- faire se rincer la bouche et cracher
- ne pas essayer de vomir
- téléphoner au pompier au samu ou aller aux urgences

Voici donc un point noir pour l'eau de Javel, elle est dangereuse, irritante, corrosive, à utiliser avec précaution.

## 2) Détruit les eco-systèmes

L'eau de Javel a beau détruire la plus part des **bactéries, virus** et autres germes, cela ne l'empêche pas de détruire également les **bactéries** dites utiles à l'environnement, les **bactéries** de notre corps qui nous permettent de vivre.

Généralement, la cuisine de la ménagère ne regorge pas de germes classés comme dangereux voir mortel par l'O.M.S., ni de souche de la variole ou d'hépatites.

Au contraire, il y règne un équilibre microbien qui nous protège des infections, c'est-à-dire que notre milieu est essentiellement composé de **bactéries** inoffensives comme celles contenues dans un yaourt, qui produisent l'acide lactique.

En utilisant l'eau de Javel vous pouvez justement rompre cet équilibre et permettre à d'autres **bactéries** cette fois-ci nuisibles, de s'installer.

Aujourd'hui, nous sommes devenus des maniaques de la propreté, à la poursuite du moindre petit germe, et à grand renfort d'eau de Javel senteur citron ou lavande nous abusons de celle-ci sans penser aux conséquences.

Quand on utilise trop d'eau de Javel, et que l'on évacue par exemple vers une fosse septique, on risque de compromettre l'équilibre biologique qu'il y règne et nuire à son bon fonctionnement.

Donc, il serait sage de réduire notre consommation d'eau de Javel pour notre environnement et notre santé.

### 3) Peut être mortelle

À de trop fortes concentrations, l'eau de Javel est mortelle, la dose létale pour un humain est d'environ 150 à 200 g ingérées.

Heureusement, l'eau de Javel que l'on peut acheter n'est pas mortelle directement, seuls les bidons industriels à 100 °Chl peuvent tuer directement.



## a) le caractère instable

Par instable nous entendons le fait qu'elle se décompose toute seule ou avec l'aide de catalyseur.

### 1) Durée de conservation

Étant de nature **oxydante**, l'eau de Javel va **oxyder** l'eau, cette réaction est lente mais à terme l'eau de Javel aura perdu de son efficacité voir devenir inefficace, c'est pour ça que l'eau de Javel possède une date de péremption.  
( $2\text{ClO}^-_{(\text{aq})} \Rightarrow 2\text{Cl}^-_{(\text{aq})} + \text{O}^2_{(\text{aq})}$ )

Une solution à 36°C se détériore au bout de trois mois alors qu'une solution diluée peut tenir jusqu'à 6 mois voir 1 ans, c'est pour cela qu'il est conseillé de diluer l'eau de Javel qu'on vient d'acheter.

D'autre part, l'eau de Javel est sensible aux variations de pH, ainsi si votre  $\text{pH} < 5$  le **chlore** va s'échapper et l'eau de Javel perdra de son efficacité, ainsi ne laissez pas votre eau de Javel dans un récipient ouvert à long terme puisque le  $\text{CO}_2$  de l'air risque de se dissoudre dans celle-ci et d'entraîner une décomposition de l'eau de Javel puisqu'il va modifier le pH de l'eau (le  $\text{CO}_2$  a un  $\text{pKa} = 6.4$ ), c'est d'ailleurs pour ça que les industriels laissent volontairement un excès d'  $\text{OH}^-$  afin de neutraliser l'action du  $\text{CO}_2$ , c'est d'ailleurs pour cela qu'une solution d'eau de Javel est basique.

## 1) Face a la chaleur/ la lumière

La réaction de décomposition de l'eau de Javel risque d'être plus rapide en présence d'ions métalliques et sous un rayonnement U.V, c'est pour cela qu'il vaut mieux conserver l'eau de Javel dans un récipient opaque non métallique.

Avec la chaleur, l'**ion hypochlorite**  $\text{ClO}^-$  se dismute avec une élévation de la température pour donner des **ions chlorates**.



Analysons plus en détail l'évolution de l'eau de Javel en fonction du nombre de semaines pendant une température donnée.

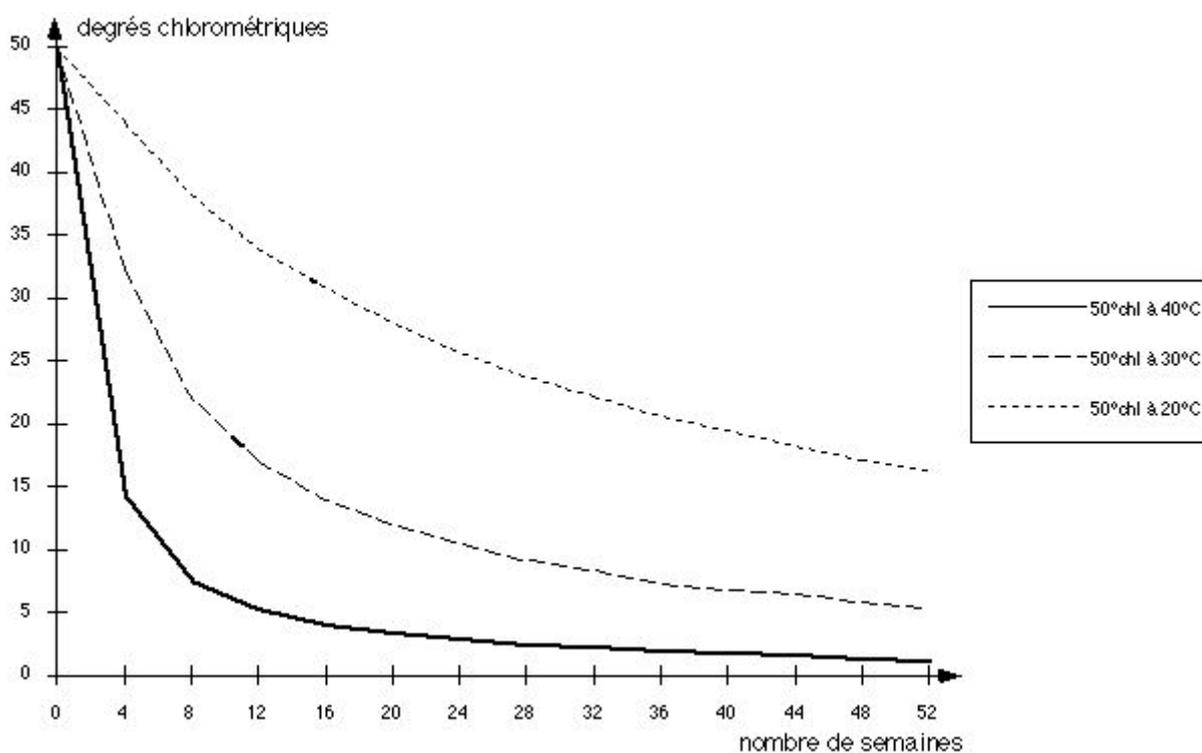


Illustration 7

eau de Javel à 50° chl conservée à différentes températures

Nous pouvons remarquer qu'à 40°C l'eau de Javel se détériore très rapidement par rapport à l'eau de Javel conservée elle à 20°C

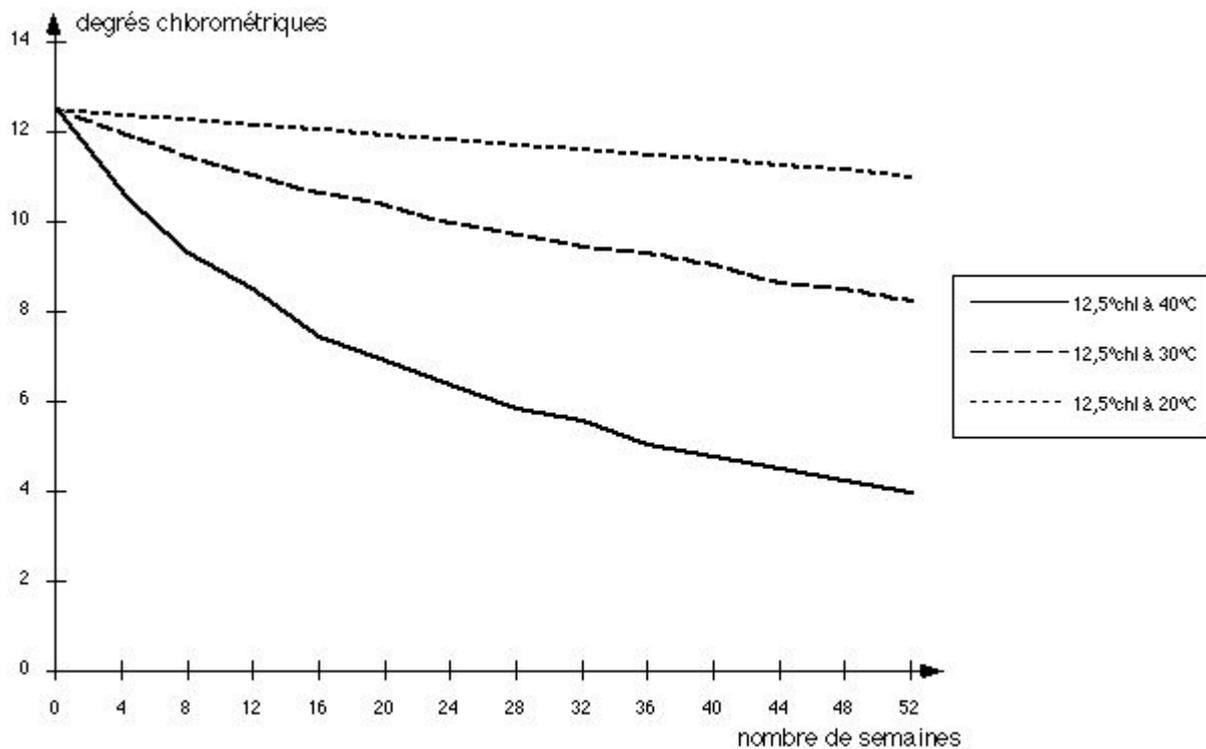


Illustration 8

eau de Javel à 12,5° chl conservée à différentes températures

Nous pouvons remarquer qu'ici l'eau de Javel se détériore beaucoup moins rapidement diluée, nous constatons qu'en bien même une détérioration plus importante à 40°C qu'aux autres températures.

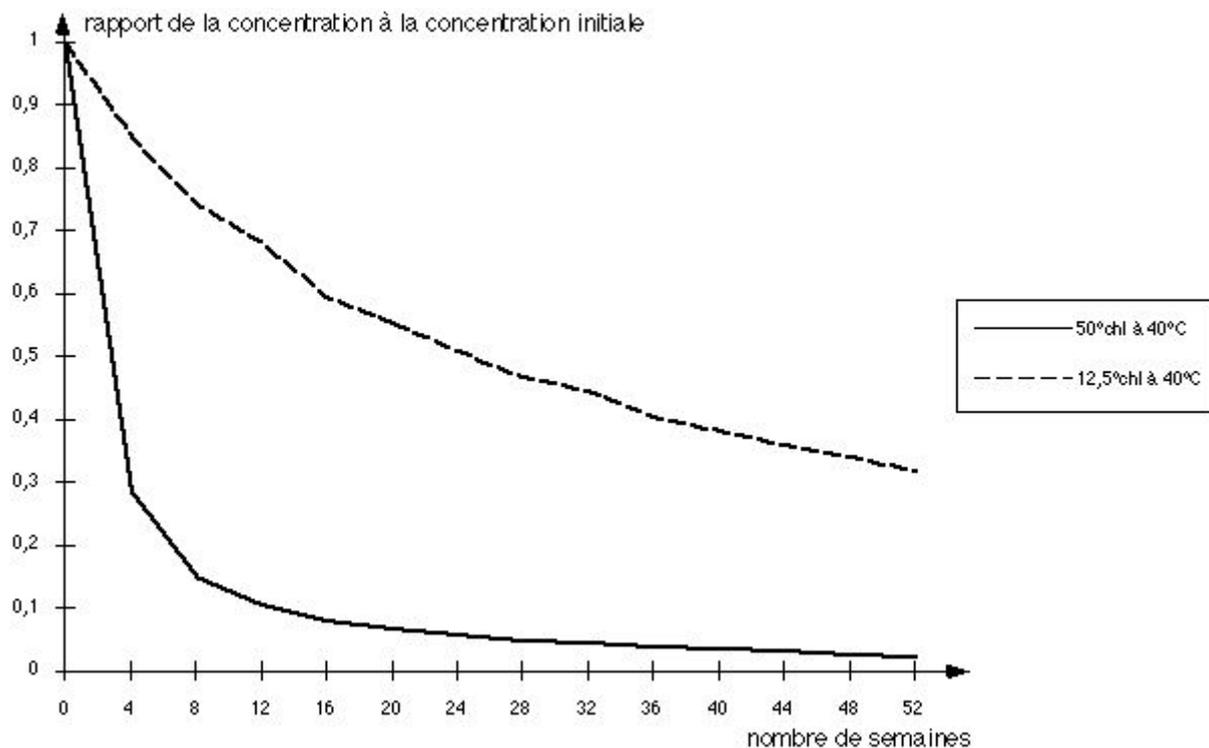


Illustration 9

Comparaison de l'eau de Javel à 12,5 et à 50° chl conservée à 40°C, concentrations ramenées à la concentration de départ.

## c) dégagement de gaz

L'eau de Javel est un subtil mélange entre l'**ion hypochlorite** et l'**acide hypochloreux** déterminé grâce au pH de la solution, un brusque renversement du pH risque de produire un dégagement de gaz qui peut être très dangereux.

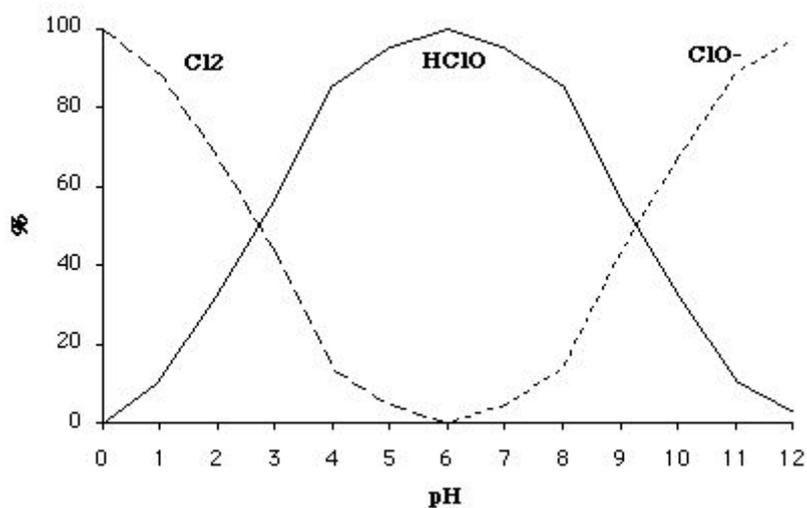
### 1) Syndrome de la ménagère

Le syndrome de la ménagère est associé au mélange de l'eau de Javel avec un détartrant qui entraîne un dégagement de **dichlore** qui peut être dangereux pour la personne dans une pièce fermée. Ce geste est donc à proscrire, d'ailleurs on peut le généraliser pas seulement aux détartrants mais aussi aux anti-rouille, aux acides etc. tout ce qui peut permettre ou provoquer une diminution de pH

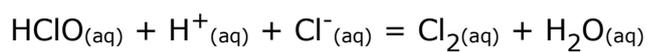
Ces produits vont d'une part diminuer l'action de l'eau de Javel mais d'autre part provoquer des troubles respiratoires, des brûlures sur la peau et les yeux. Le gaz libéré peut également provoquer des maux de tête, nausée et quand c'est beaucoup plus grave un œdème pulmonaire avec risque de complication infectieux

NB : c'est ainsi que l'on procède au laboratoire pour récupérer le **dichlore**.

Nous rappelons ce schéma déjà expliqué dans les premières pages



L'eau de Javel réagit avec une solution acide selon la réaction suivante :



L'eau de Javel dégage un produit toxique qui est le dichlore.

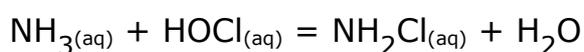
## 2) Effet avec des produits à base d'ammoniac

L'eau de Javel peut aussi dégager d'autre gaz que le **dichlore**, il peut en présence d'**ammoniac** dégager du **mono,di** ou **trichloramines** très dangereux pouvant provoquer des œdèmes pulmonaires et plusieurs irritations.

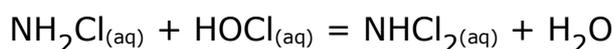
Ces **chloramines** sont considérées comme cancérigènes et mutagènes.

On peut trouver des **chloramines** dans les piscines suite aux pollutions apportées par les nageurs que ce soit sueurs, urine ou encore produit de beauté.

L'apparition de ces produits se déroule selon cet ordre



(ammoniac + acide hypochloreux = monochloramine + eau)



(monochloramine + acide hypochloreux = dichloramine + eau)



(dichloramine + acide hypochloreux = trichloramine + eau)

## **III] Les différents substituts à l'eau de Javel**

Il existe bien sûr des produits qui peuvent remplacer l'eau de Javel mais ces produits sont généralement chers ou durs à fabriquer.

### **a) Contrainte**

La principale contrainte des concurrents de l'eau de Javel est leur fabrication, en effet ils nécessitent des installations beaucoup plus complexes qu'une simple électrode pour les fabriquer.

Également, leur fabrication étant plus complexe, ces produits coûtent plus cher, et sont souvent rebutés par le consommateur qui préfère dépenser une misère pour de l'eau de Javel plutôt pour un autre produit qui coûte 10x plus cher.

## b) Substituts existants

### 1) L'ozone

L'**ozone** est un gaz oxydant que l'on peut trouver dans la couche d'ozone autour de la Terre, cette couche nous protège des rayonnements solaires. Ce gaz est naturel et se produit par exemple lors des orages.

La fabrication de l'**ozone** O<sup>3</sup> se fait en brisant le **dioxygène** O<sup>2</sup>, qui devient instable et qui cherche à se recombinaison en O<sup>2</sup>.

L'équation est  $O^2 + O \xrightarrow{\text{énergie}} O^3$

L'**ozone** O<sup>3</sup> est un puissant agent de désinfection contre les **bactéries**, les **germes**, les **virus**, pouvant être utilisé pour le traitement des eaux de piscine.

L'**ozone** nécessite un temps de contact très court comparé à l'eau de Javel.

L'**ozone** empêche aussi la formation de **chlore**, **chloramines**. D'ailleurs, l'utilisation d'**ozone** permet de détruire les **composés chlorés**. Les problèmes d'irritation sont alors réglés. Il y a moins de produits chimiques qui agressent les yeux, la peau ou encore les cheveux.

Le traitement de l'eau avec l'**ozone** est un procédé naturel et automatique qui permet de détruire les matières organiques, les **bactéries**, les **germes** et les **virus**.

L'**ozone** est utilisé également pour le traitement de l'eau de consommation, dans l'industrie, la restauration et l'hôtellerie. L'**ozone** désinfecte, améliore le goût et l'odeur de l'eau. L'eau traitée avec l'**ozone** est comme l'eau de source.

De plus, le pH n'affecte en rien ses capacités biocide, et il est non polluant puisque le seul produit issu de sa décomposition est le dioxygène.

En tant que biocide il agit en gros de la même façon que l'eau de Javel: il perturbe la production d'**ATP**, de ce fait les micro-organismes meurent d'asphyxies.

Néanmoins, l'**ozone** a une durée de vie très courte car il est instable, d'environ 30 minutes, ce qui implique qu'il faut la fabriquer sur place et en permanence pour garantir une bonne désinfection.

D'autre part, l'**ozone** est un produit relativement cher avec un coût de revient d'environ 20.

Et pour finir, l'**ozone** est un produit toxique et hautement corrosif.

## 2) Le dioxyde de chlore ClO<sub>2</sub>

Les scientifiques ont cherché une alternative à l'eau de Javel et ont découvert ce produit qui fait bonne place.

Tout comme l'eau de Javel ou l'**ozone**, le **dioxyde de chlore** est lui aussi un **oxydant**.

Le **dioxyde de chlore** doit être dans une solution aqueuse pour qu'il soit utilisé, un ajout d'acide permet d'activer ces propriétés biocide.

Le **dioxyde de chlore** présente beaucoup davantage :

Le pH n'influence pas les propriétés biocide du **dioxyde de chlore**.

Le **dioxyde de chlore** est plus efficace que l'eau de Javel, pour la destruction des **spores, bactéries, virus** et autres organismes.

Le temps de contact est inférieur à celui de l'eau de Javel .

Il n'entraîne pas un effet corrosif à de grandes concentrations.

Le **dioxyde de chlore** ne réagit pas avec l'**ammoniac**.

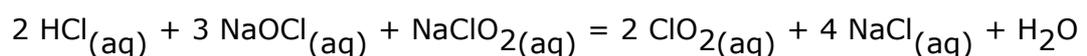
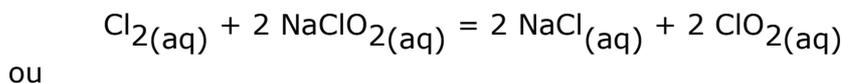
Le **dioxyde de chlore** est produit facilement.

Il est beaucoup moins nocif pour l'environnement que l'eau de Javel.

Par contre, le **dioxyde de chlore** implique la formation de **chlorite** ou **chlorate**, il se décompose à la lumière.

Le **dioxyde de chlore** est un gaz explosif, par conséquent il doit être fabriqué sur place.

Il est fabriqué selon la réaction



### 3) Agents non oxydants

On entend par Agents non **oxydants**, des produits qui n'utilisent pas une réaction d'oxydation pour désinfecter.

Il existe plusieurs produits, en voici une partie :

#### **Acroléine**

L'acroléine est un biocide puissant qui a l'avantage de respecter l'environnement, car il peut être facilement désactivé par du sulfite de sodium avant son rejet.

L'acroléine perturbe les réactions de synthèses des enzymes.

On doit utiliser ce produit avec précaution, car il est inflammable.

#### **Produits phénoliques chlorés**

Les produits phénoliques chlorés, contrairement aux biocides oxydants, n'ont pas d'effet sur la respiration cellulaire. Ils sont d'abord absorbés par la membrane cellulaire grâce à des interactions avec les liaisons hydrogènes. Ils se diffusent ensuite dans la cellule où ils précipitent les protéines. La croissance des micro-organismes est alors interrompue.

#### **Composés organo-soufrés**

Les composés organo-soufrés agissent sur la croissance des cellules. Il en existe plusieurs qui agissent à des pH différents.

Dans les cellules bactériennes, l'énergie est transférée quand le fer passe de la forme  $Fe^{3+}$  à  $Fe^{2+}$ . Mais ces composés éliminent les ions  $Fe^{3+}$ . Le transfert d'énergie s'arrête et la cellule meurt prématurément.

#### **Sels d'ammonium quaternaire**

Les sels d'ammonium quaternaire sont des grosses molécules constitués d'un atome d'azote et entre 8 et 35 atomes de carbone.

Ces composés sont plus efficaces à des pH alcalins. Ils sont chargés positivement et se lient sur les endroits chargés négativement sur la membrane.

Ces composés peuvent interagir avec l'huile et ainsi former de l'écume

Donc ces produits, même si certains d'entre eux sont plus efficaces, ne peuvent pas concurrencer l'eau de javel puisqu'elle comporte moins de risque d'utilisation ou une plus grande facilité de fabrication.

D'ici demain, d'autres produits s'ajouteront à la liste et peut-être qu'un produit pourra se substituer à l'eau de javel définitivement.

# Synthèse

L'eau de Javel est un produit phare depuis 200 ans et le restera pendant longtemps, son pouvoir biocide couvre un large éventail, que ce soit bactéricide, spongicide, sporicide, algucide, virucide.

Elle possède un rapport qualité prix des plus satisfaisant, et est le produit désinfectant le plus utilisé.

Néanmoins, l'eau de Javel est de plus en plus contestée, et il est vrai que son utilisation implique une pollution de l'environnement et de la déstructuration des écosystèmes microbiens parfois fragiles qu'il peut régner dans la maison.

Elle est également dangereuse et son utilisation oblige à l'utilisateur de se protéger, enfin sa capacité à libérer un gaz toxique à chaque fois qu'elle rencontre un acide la desserre.

Les différents substituts de l'eau de Javel n'arrivent pas à la concurrencer, en effet même si certains d'entre eux sont plus puissants, ils sont aussi plus chers, et nécessitent parfois plus de sécurités liées à leur utilisation.

Pour conclure, Il ne s'agit pas d'interdire l'eau de Javel mais de limiter son utilisation, l'eau de Javel est un produit simple d'utilisation, mais veillons à ne pas en abuser pour respecter notre environnement.

Nous espérons vous avoir ouvert les yeux si vous ne connaissiez pas toutes les facéties de « Mère Javel » et nous vous invitons à vous poser la question sur les bienfaits et les maux de l'eau de Javel et d'agir en conséquence.

# Bibliographie

Manuel de physique chimie spécialité de terminale S

publicité sur l'eau de Javel

[http://perso.wanadoo.fr/pharmasite/urg/intox\\_menag/javel.htm](http://perso.wanadoo.fr/pharmasite/urg/intox_menag/javel.htm)

article de l'encyclopédie libre d'internet wikipedia

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_de\\_Javel](http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_de_Javel)

article concernant le nettoyage et la propreté en maison

<http://www.observ.be/FR/15mars2004/desinfect.php>

Chapitre présentant l'eau de Javel

<http://perso.wanadoo.fr/hydroland/EauxJavel.htm>

Article sur l'eau de Javel présentant les aspects techniques

<http://www.sfc.fr/Donnees/mine/javl/texjavl.htm>

Affiche de prévention sur l'eau de Javel

[http://www.conso.org/conso.org\\_fr/Javel.htm](http://www.conso.org/conso.org_fr/Javel.htm)

Article sur la désinfection et sur les hypochlorites

[http://membres.lycos.fr/microbio/actualites/Javel/javel\\_corps.html](http://membres.lycos.fr/microbio/actualites/Javel/javel_corps.html)

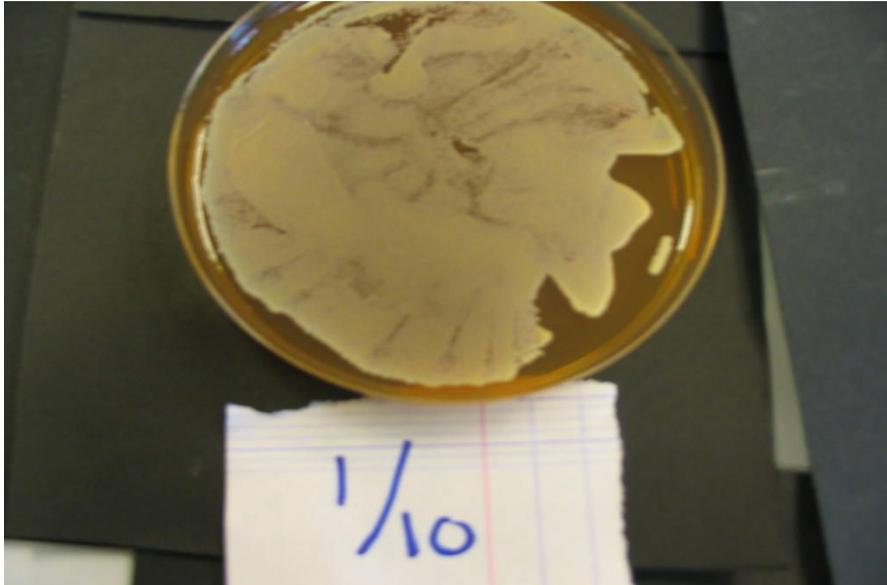
Article sur les biocides.

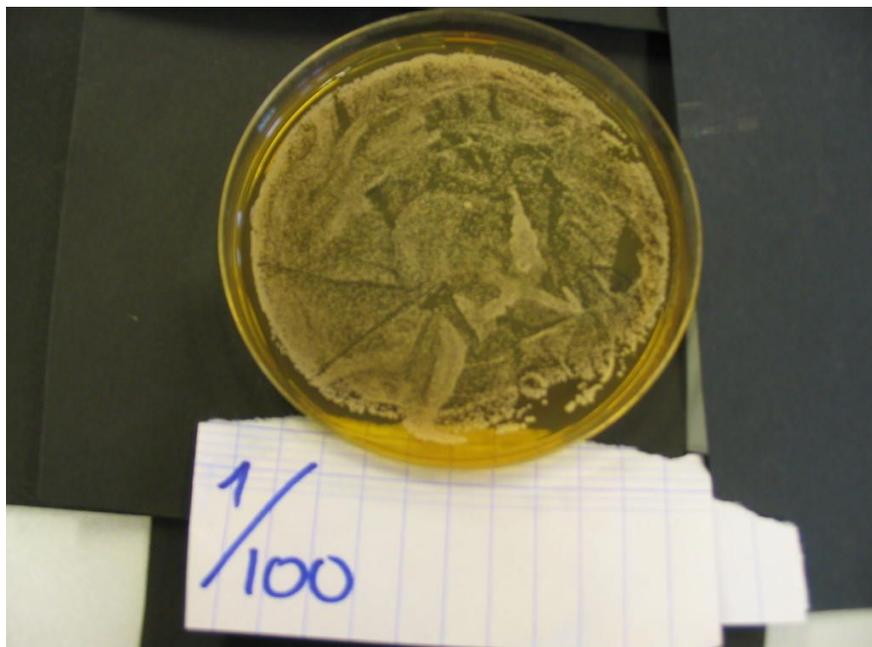
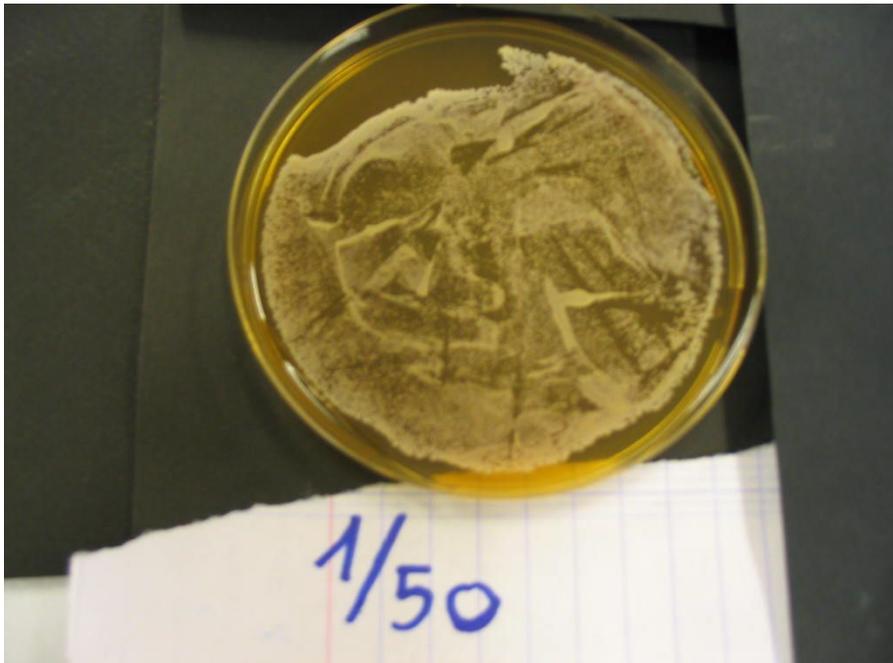
<http://www.lenntech.com/fran%C3%A7ais/biocide.htm>

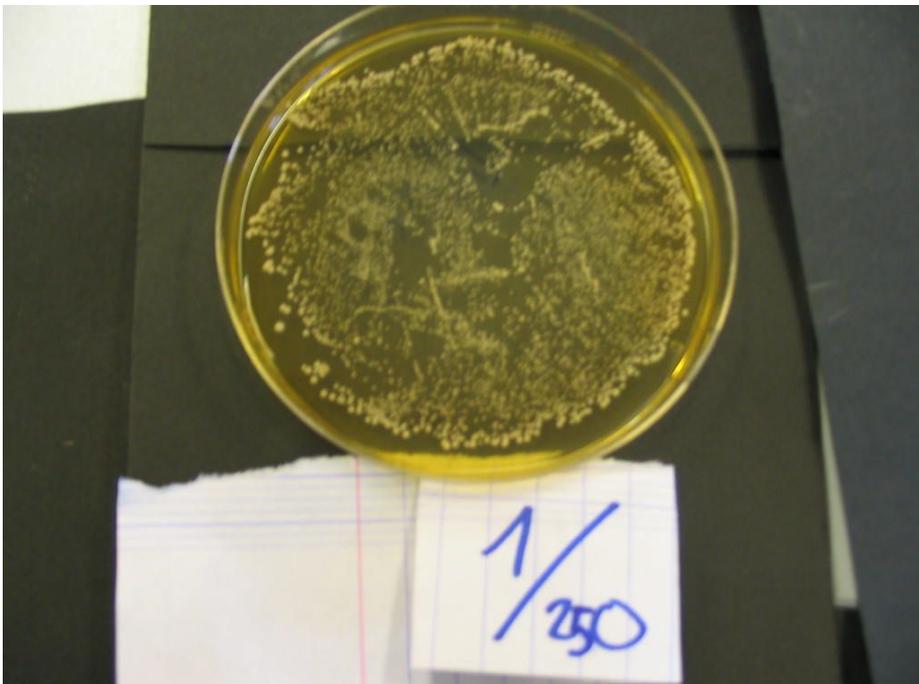
Encyclopédie Larousse.

## Annexe

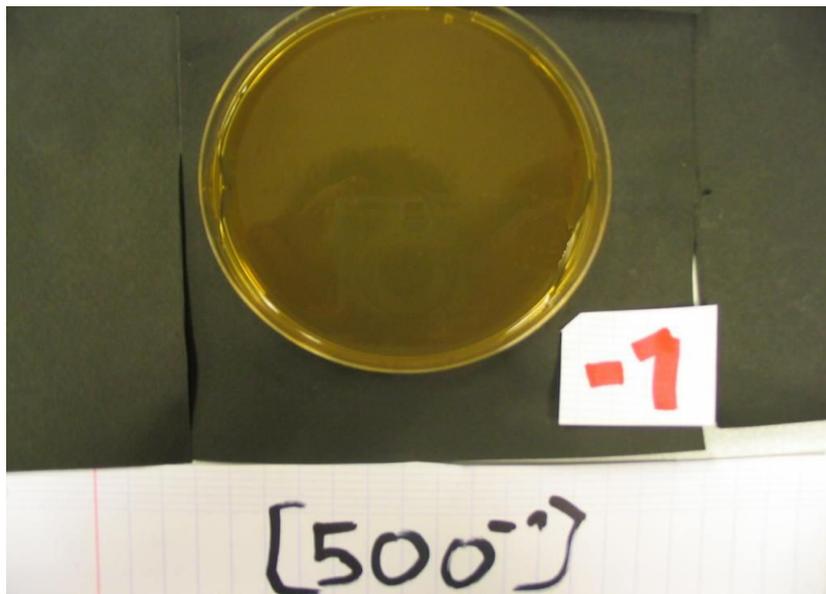
expérience « détermination de la dilution »

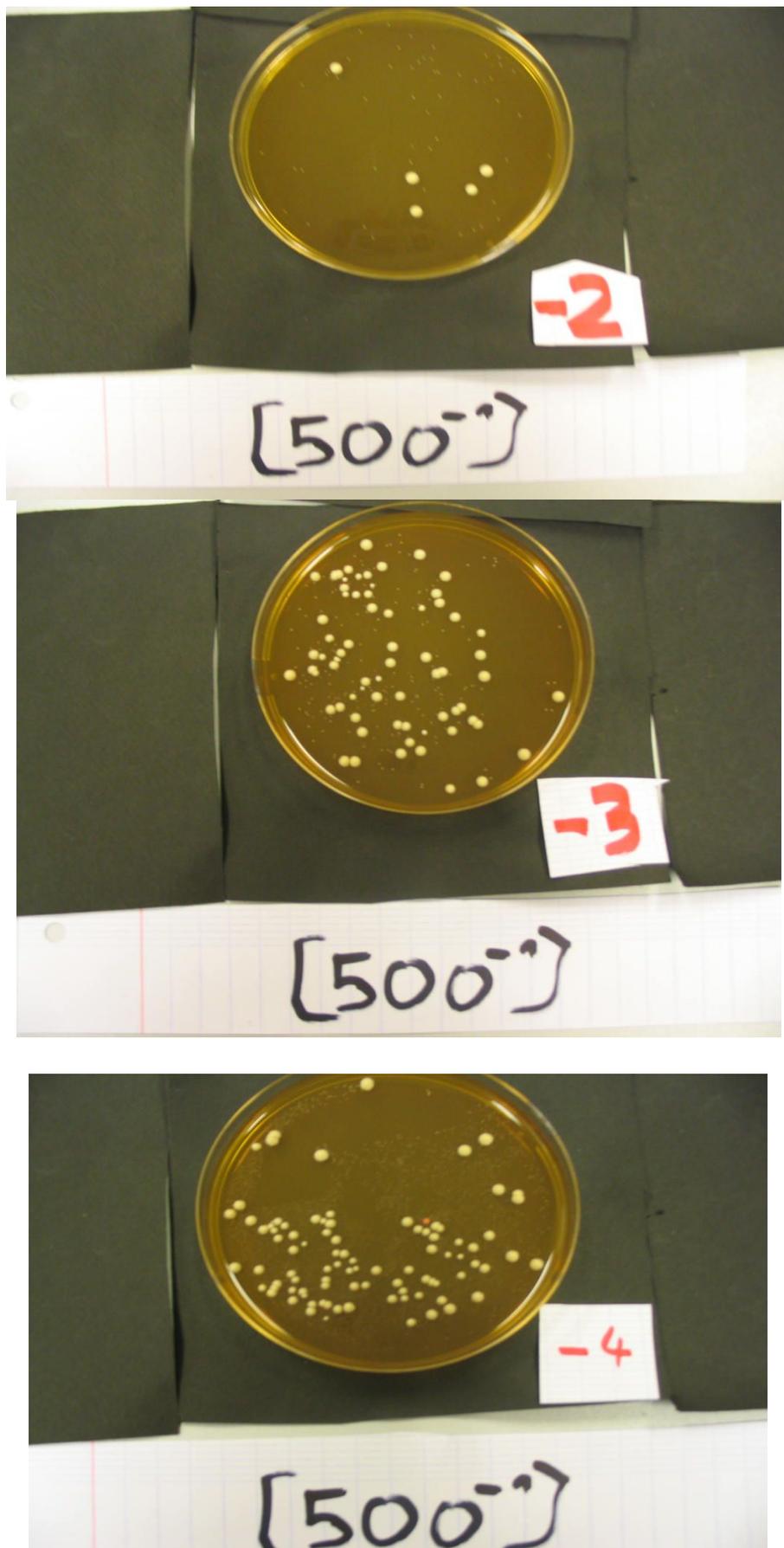


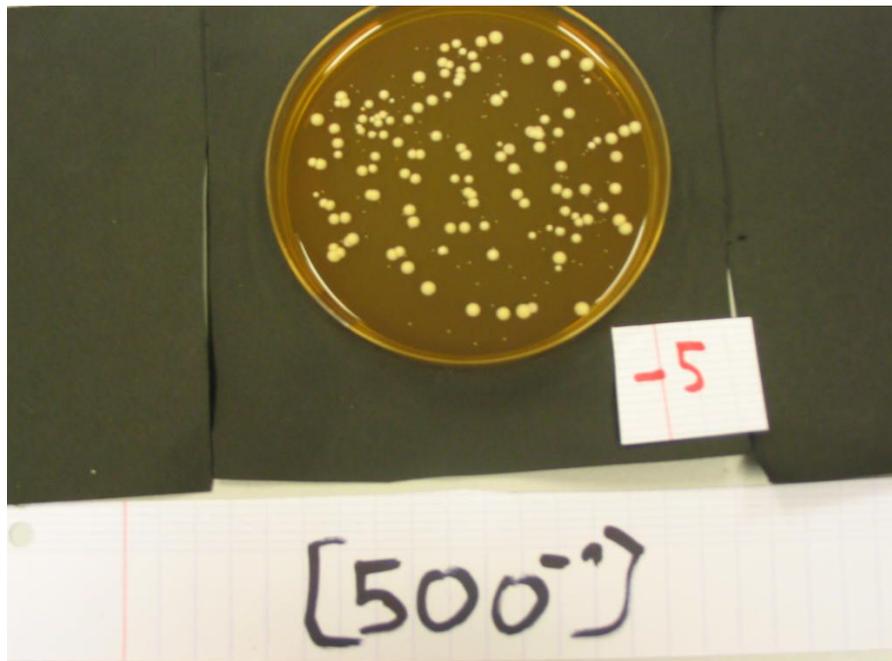


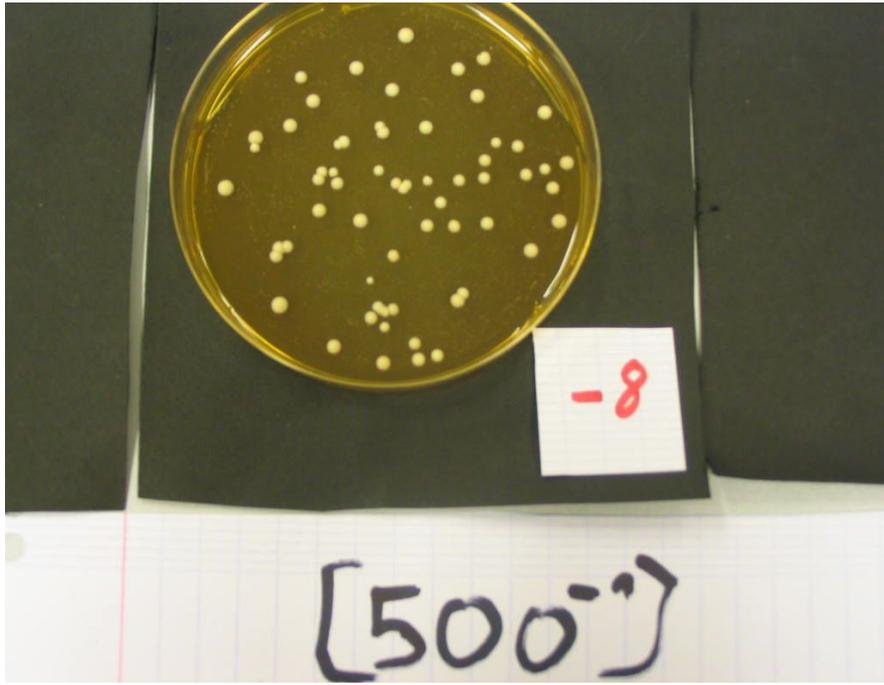


## Expérience 1

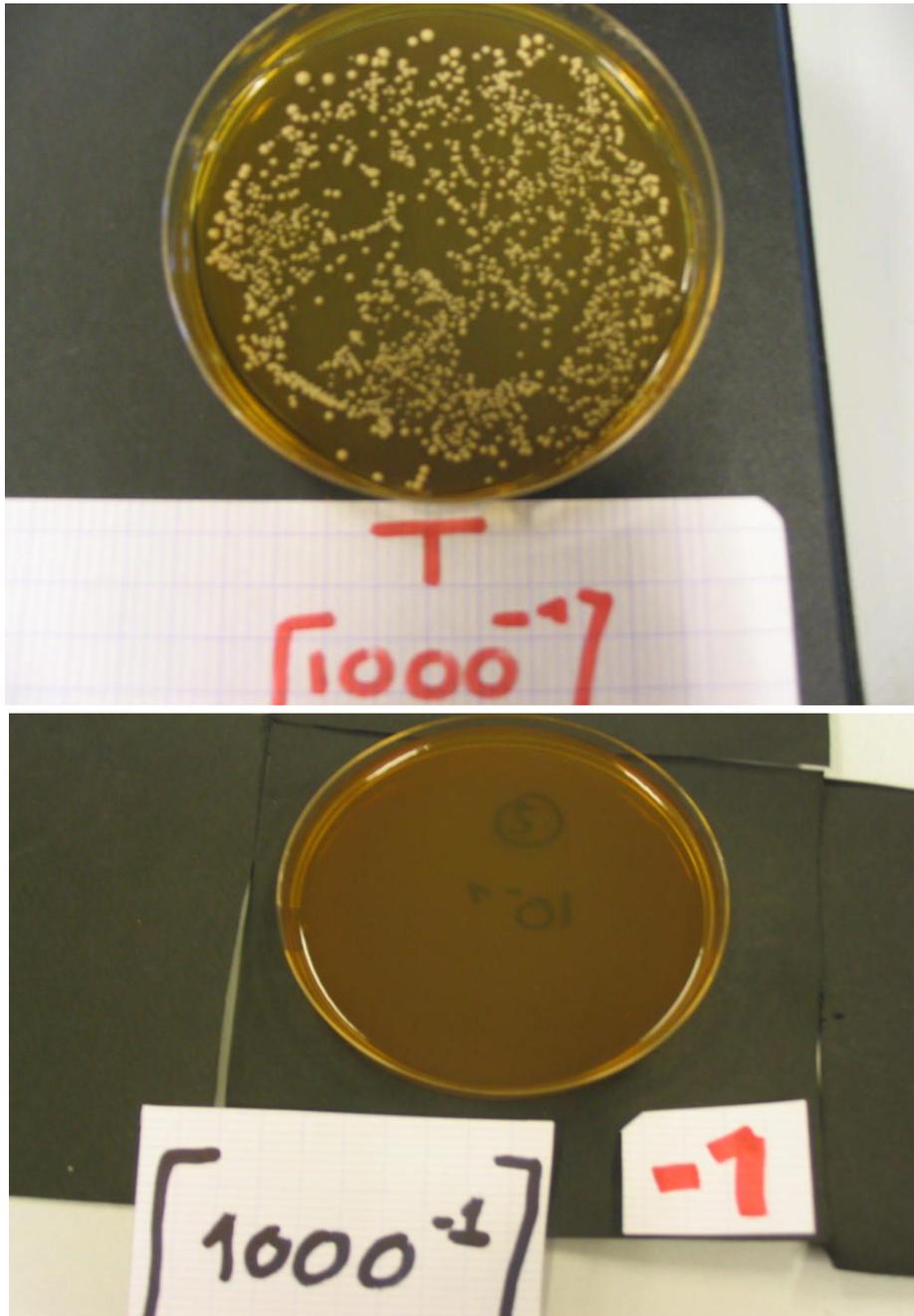


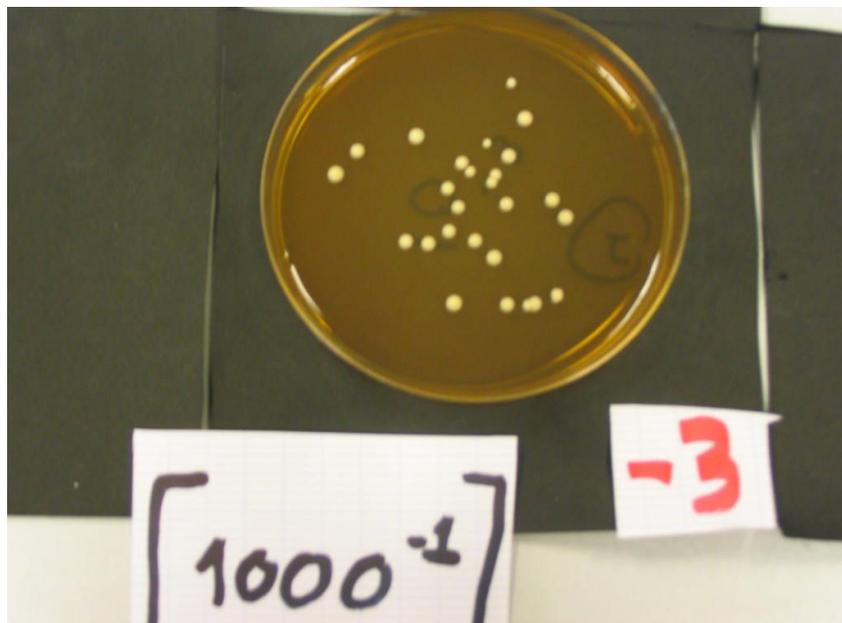
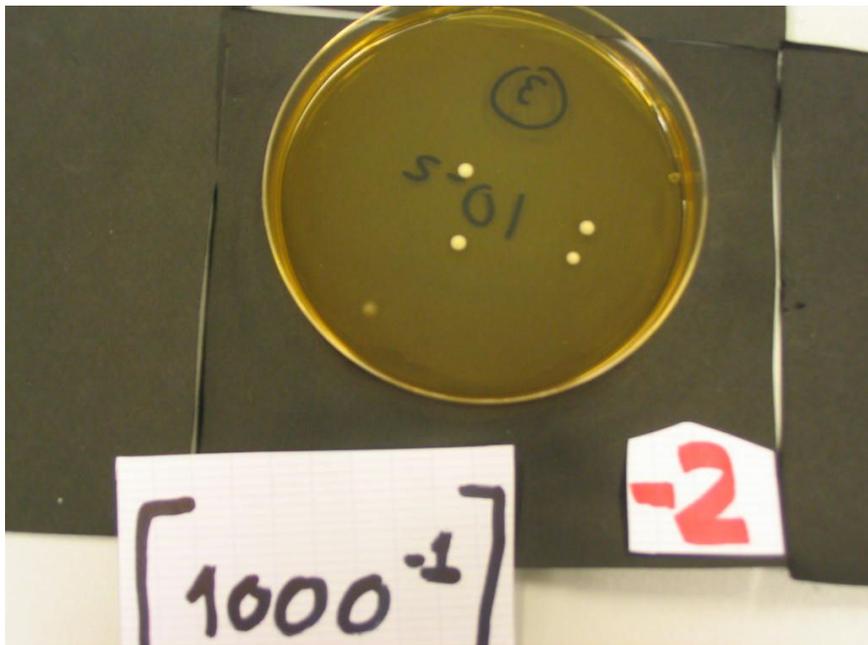


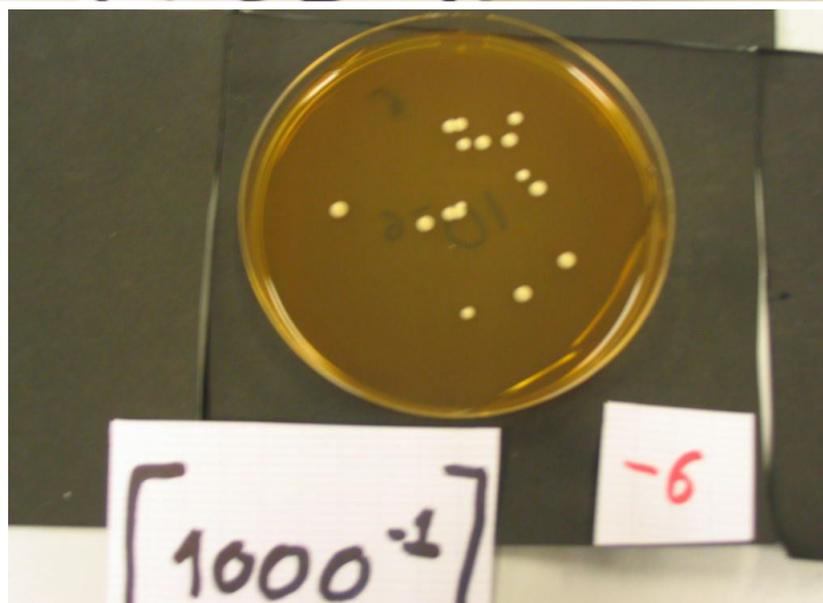
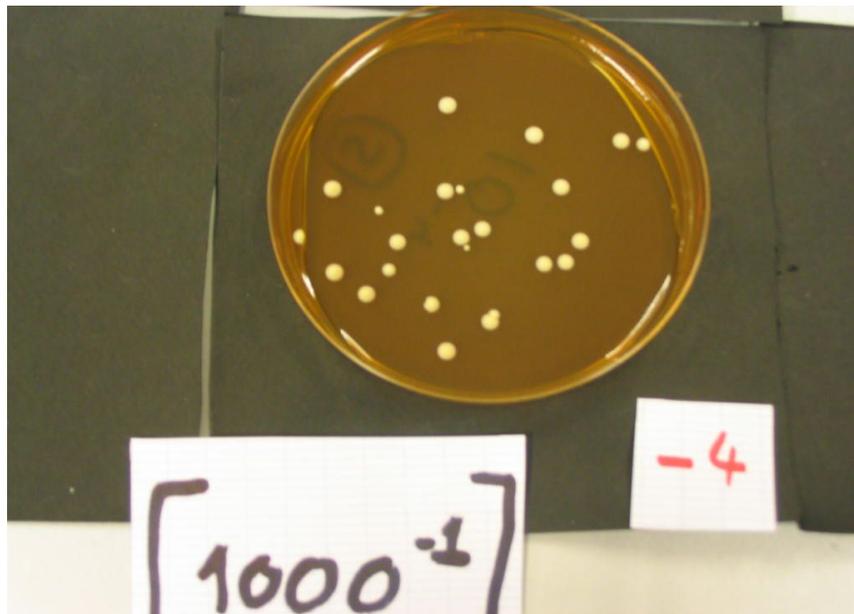


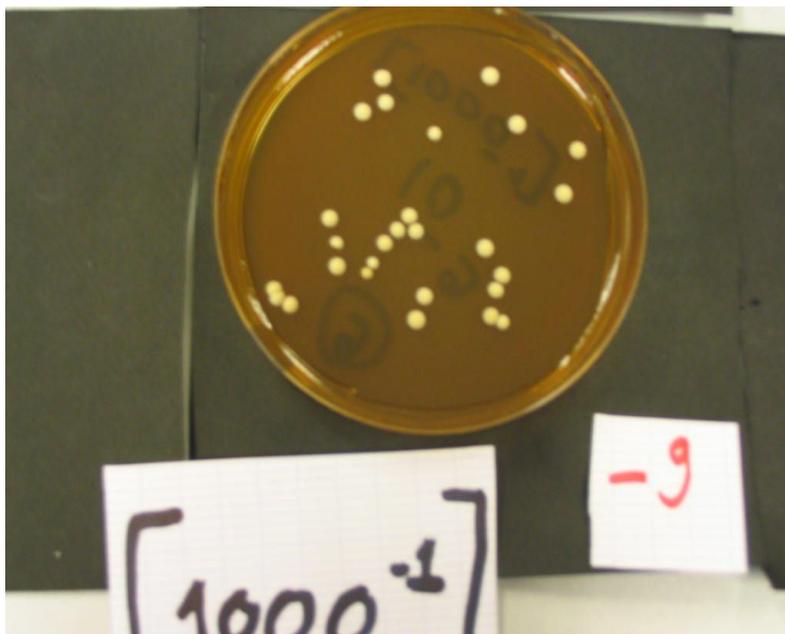
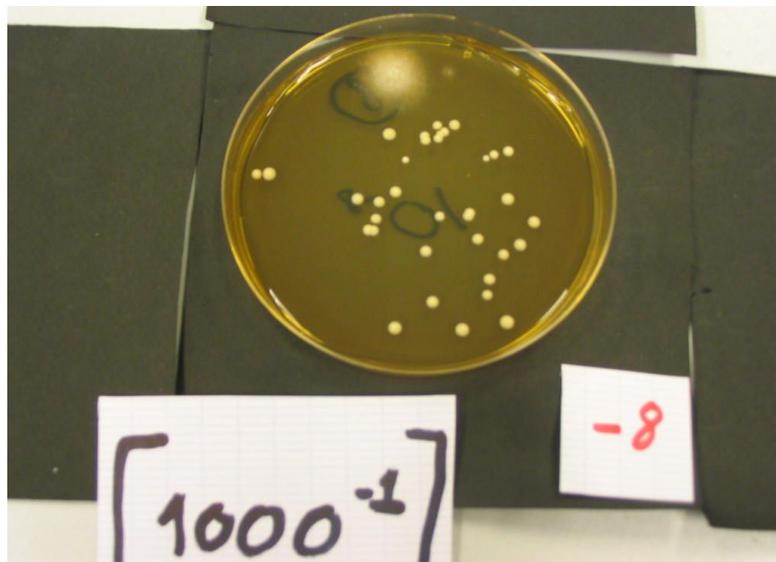
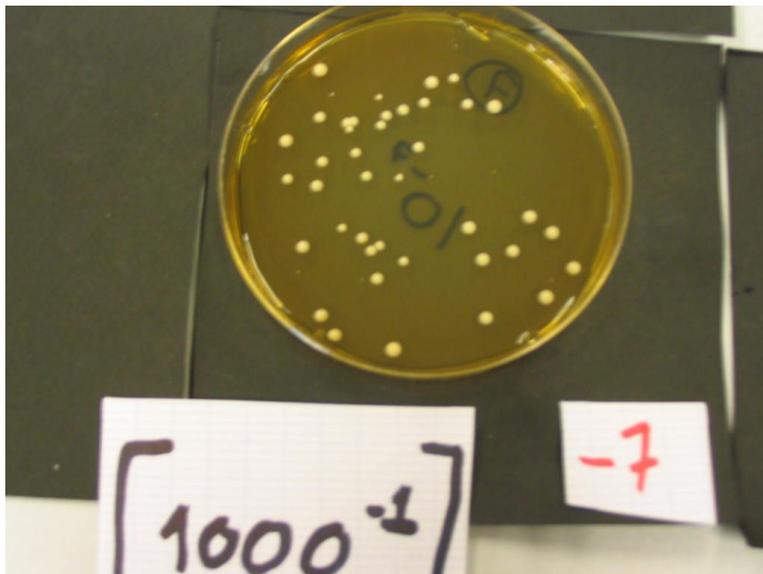


## Expérience 2









# Lexique

## A

Acide hypochloreux  
Ammoniac  
Anode  
ATP

## B

Bactérie  
Bactéricide  
Berthollet, Claude Louis

## C

Cellules  
Cellule électrolytique  
Chloramine  
Chlore  
Chlore Actif  
Coefficient de létalité

## D

Degré chlorométrique  
Dichlore  
Dichloramine

## E

Électrolyse

## F

Fongicide

## G

Germes  
Gram +  
Gram -

## H

Hypochlorites

## I

Ion hypochlorites  
ion chlorate

## J

## **K**

## **L**

Liaisons amidées  
Létale

## **M**

Métabolisme  
Monochloramine

## **N**

Nocif

## **O**

Organochlorés  
Oxydant  
Ozone

## **P**

Prion de Creutzfeld-Jacob  
Protéine membranaire

## **Q**

## **R**

## **S**

Scheele  
Soude  
Spore  
Sporicide

## **T**

Toxique  
Trichloramines

## **U**

## **V**

Virus  
Virucide

## **W**

## **X**

## **Y**

# Z

# A

## **Acide hypochloreux :**

Molécule essentielle qui compose l'eau de Javel (HClO ) c'est le principal responsable des capacités biocide de l'eau de Javel car il est très oxydant, il se trouve exclusivement dans un milieu acide

## **Ammoniac :**

L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau de formule NH<sub>3</sub>, il est très irritant et suffocant, c'est un gaz dangereux et corrosif.

## **Anode :**

L'anode est le pôle - dans un électrolyseur, c'est l'électrode où se déroule la réaction d'oxydation par opposition à la cathode (pôle +) où se produit une réaction de réduction.

## **ATP :**

Également appelée, adénosine-triphosphate, l'ATP est une molécule utilisée chez les êtres vivants pour fournir de l'énergie directement utilisable pour la cellule. En outre, elle permet la respiration cellulaire.

# B

## **Bactérie**

Organisme unicellulaire microscopique, les bactéries sont les plus anciens êtres vivants sur Terre et aussi les plus nombreux, elles sont présentes dans le sol, comme dans l'eau, elles sont aussi à l'origine de plusieurs maladies ou au contraire elle permet à un être vivant de survivre en vivant avec lui.

## **Bactéricide**

Produit qui peut tuer les bactéries.

## **Berthollet, Claude Louis**

Claude Louis Berthollet est un chimiste français, né à Talloires le 9 décembre 1748. Il fait des études de médecine à Turin puis suit des cours de chimie à Paris. Il publie de nombreux ouvrages et en 1780, il est élu membre de l'Académie des Sciences. Il meurt le 6 novembre 1822.

# C

## Cellules

La cellule est l'unité biologique de base des êtres vivants. On distingue deux types de cellules : les cellules procaryotes (bactéries), simples, dépourvues de noyau et de compartiments organisés (les organites), et les cellules eucaryotes (tous les autres organismes), qui possèdent un noyau et des organites cellulaires.

## Cellule électrolytique

Cuve, comportant deux électrodes de pôles opposés, servant à pratiquer l'électrolyse.

## Chloramine

Produit résultant de la combinaison du chlore et de l'ammoniac d'origine organique ou inorganique. C'est un antiseptique que l'on préfère employer dans certains cas à la place du chlore pour la désinfection des eaux, notamment dans le cas où celles-ci contiendraient des traces de phénols : il ne se produit pas de goûts de chlorophénols.

## Chlore

Élément(Cl) de numéro atomique 17, de masse atomique 35,453 (famille des halogènes).

## Chlore actif

Il rend compte de la quantité totale de dichlore utilisée lors de la fabrication de l'eau de Javel. Toutefois, le % de chlore actif, pour une même qualité d'eau de Javel, dépend de la masse volumique de l'eau de Javel qui elle-même varie avec le mode de préparation de l'eau de Javel. En effet, l'eau de Javel préparée par dilution d'eau de Javel à 100°Chl est moins dense (une partie des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  a été retirée) qu'une eau de Javel préparée directement.

L'expression chlore actif désigne le chlore de l'hypochlorite, de nombre d'oxydation +I, qui est effectivement actif, mais aussi le chlore, de nombre d'oxydation -I, inactif comme oxydant, présent sous forme d'ions  $\text{Cl}^-$ . L'expression chlore actif est donc, malgré son utilisation généralisée en Europe, impropre. Les chimistes emploieraient plutôt l'expression "chlore disponible".

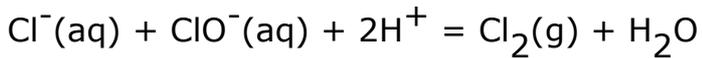
## Coefficient de létalité

Le coefficient  $\lambda$  se détermine par l'étude de la mortalité, en fonction du temps, des micro-organismes en suspension. On a :  $N_t/N_0 = e^{-\lambda Ct}$  avec  $N_0$  et  $N_t$  : nombres de microorganismes aux temps 0 et t,  $\lambda$  : coefficient spécifique de létalité en  $\text{L.mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , C : concentration du désinfectant.

# D

## Degré chlorométrique

Unité de symbole « °Chl » utilisé pour titrer l'Eau de Javel. Elle correspond au volume, exprimé en litre et mesuré à 0°C sous 1013 hPa, de dichlore que donne l'acidification complète d'un litre d'eau de Javel suivant l'équation :



## Dichlore

Gaz toxique jaune verdâtre, d'odeur suffocante, dangereux à respirer, facile à liquéfier. Formule :  $\text{Cl}_2$

## Dichloramine

Chloramine de formule  $\text{NHCl}_2$

# E

## Électrolyse

Décomposition chimique de certaines substances, en fusion ou en solution, produite par un courant électrique : L'aluminium se prépare par électrolyse de l'alumine.

# F

## Fongicide

(lat. fungus, champignon).

Se dit d'une substance propre à détruire les champignons, en particulier les champignons microscopiques. SYN. : anticryptogamique.

# G

## Germe

1. Petite masse vivante peu organisée mais appelée à croître et à se différencier pour donner un être ou un organe.
2. Micro-organisme.

## Gram +/-

Correspond à la taille de la paroi , on peut classer les bactéries suivant la méthode de coloration de Gram. A l'issue de cette coloration, certaines bactéries apparaîtront violettes foncées et seront dites « gram + », d'autres apparaîtront roses pâles et seront dites « gram - ». Ceci permet la classification des bactéries.

## H

### **Hypochlorites**

Sel de l'acide hypochloreux. (L'hypochlorite de sodium [NaClO] existe dans l'eau de Javel.)

## I

### **Ion hypochlorite**

Ion de formule  $\text{ClO}^-$  entrant dans la composition de l'Eau de Javel

### **Ion chlorate**

Ion très réactif de formule  $\text{ClO}^{3-}$

## J

## K

## L

### **Liaisons amidées**

Liaisons chimiques reliant les acides aminés entre eux formant ainsi une protéine.

### **Létale**

Dose létale, dose d'un produit toxique ou d'un rayonnement ionisant qui entraîne la mort.

## M

### **Métabolisme**

Ensemble des processus complexes et incessants de transformation de matière et d'énergie par la cellule ou l'organisme, au cours des phénomènes d'édification et de dégradation organique (anabolisme et catabolisme).

## **Monochloramine**

Chloramine de formule  $\text{NH}_2\text{Cl}$ .

# **N**

## **Nocif**

Qui est de nature à nuire à l'organisme.

# **O**

## **Organochlorés**

Espèce organique dont un ou plusieurs atomes d'hydrogène ont été remplacés par des atomes de chlore. (Ex : chloroéthane, 2-chloropropane, etc...)

## **Oxydant**

- 1.Espèce chimique ayant tendance à libérer un ou plusieurs atomes d'oxygène.
- 2.Espèce chimique ayant tendance à gagner un ou plusieurs électrons.

## **Ozone**

Corps simple gazeux, à l'odeur forte, au pouvoir très oxydant, dont la molécule ( $\text{O}_3$ ) est formée de trois atomes d'oxygène.

# **P**

## **Prion de Creutzfeld-Jacob**

Protéine animale responsable de la maladie de Creutzfeld-Jacob dite la « maladie de la vache-folle ».

## **Protéine membranaire**

Protéine entrant dans la constitution de la membrane d'une cellule.

# **Q**

# **R**

# **S**

## **Scheele**

Chimiste suédois (Stralsund 1742 - Köping 1786). Il isola l'hydrogène en 1768, découvrit l'oxygène en 1773, peu de temps avant Priestley, et obtint le chlore. Il montra que le graphite est du carbone et découvrit l'acide fluorhydrique (1771), la glycérine (1779) et l'acide cyanhydrique (1782). Enfin, il isola aussi divers acides organiques, dont l'acide lactique.

## **Soude**

Soude caustique, hydroxyde de sodium NaOH, solide blanc fondant à 320 °C, fortement basique.

## **Spore**

Élément unicellulaire produit et disséminé par les végétaux et dont la germination donne soit un nouvel individu (bactéries), soit une forme préparatoire à la reproduction sexuée (mousse, prothalle de fougère, mycélium primaire de champignon, tube pollinique des plantes à fleurs). [La spore mâle des plantes à fleurs est le grain de pollen.]

## **Sporicide**

Se dit d'une substance qui détruit les spores.

# **T**

## **Toxique**

Se dit d'une substance nocive pour les organismes vivants.

## **Trichloramines**

Produit résultant de la combinaison du chlore et de l'ammoniac d'origine organique ou inorganique.

Formule :  $\text{NCl}_3$

# **U**

# **V**

## **Virus**

Les virus sont des micro-organismes de structure simple, qui ne peuvent se multiplier qu'avec la collaboration forcée des cellules qu'ils parasitent (bactéries, cellules animales ou végétales).

## **Virucide**

Se dit d'une substance qui détruit les virus.

# **XYZ**

## **FICHE DE SYNTHÈSE de LAMBOLEY Jonathan**

À l'origine, nous avons décidé de faire un TPE sur les hologrammes, mais nous avons réalisé que nous manquions de connaissances en physique pour l'aboutir.

Nous nous sommes dirigés alors sur l'eau de javel puisqu'on a remarqué que l'eau de javel est le principal produit ménager et de loin le plus plébiscité, nous avons donc décidé de porter notre attention sur ce produit, car on se demandait pourquoi depuis plus de 200 ans ce produit est toujours là dans nos magasins ?

Nous nous sommes alors documentés, principalement sur internet, mais nous n'aurions pas été loin si nous n'avions pas eu notre manuel de spécialité de physique chimie qui nous a appris beaucoup de choses, nous avons également appris comment se comportait exactement l'eau de javel grâce au cours de notre professeur de physique chimie concernant les constantes d'acidités.

Pour montrer les qualités de l'eau de javel, nous avons réalisé un TP sur l'évolution des levures en milieu javellisé, ceci nous a permis de réaliser à quel point l'eau de javel est efficace.

On a découvert aussi que l'eau de javel possède de nombreux défauts que nous ne connaissions pas, on a appris alors qu'il ne fallait pas en abuser et qu'il fallait l'utiliser à bon escient.

Touchant principalement tout ce qui peut se rapporter à l'informatique, j'ai voulu faire un site internet pour nos TPE en plus, j'ai pensé que ça pourrait promouvoir mon travail pour plus tard, si je devais passer des entretiens pour des écoles d'ingénieur.

Nous avons passé beaucoup de temps dans la salle du labo, mais cela ne nous a pas empêchés de terminer à temps.

Pour finir, je suis content d'avoir réalisé ce tpe, j'ai beaucoup appris, ça nous a donné une expérience pour les épreuves de TP du bac, les tpe ont été pour moi très enrichissants, ça nous a permis de réaliser un projet pendant un temps imparti ce qui professionnellement nous donne un plus.