

# Exposition des Sciences 2011

Dossier pédagogique

Nuisances et Cie

# Séquestration de CO<sub>2</sub>

## *Introduction*

Le stockage du dioxyde de carbone dans des couches géologiques est envisagé comme une solution possible pour limiter la contribution de ce gaz aux modifications climatiques. Alors que les forêts, tourbières et puits océaniques de carbone ne suffisent plus à absorber les émissions humaines de CO<sub>2</sub> et que le protocole de Kyoto n'a pas permis de diminuer significativement les émissions de gaz à effet de serre, la séquestration du CO<sub>2</sub> semble être une solution de plus en plus importante.

### *I. Définition*

La séquestration de CO<sub>2</sub> est un procédé consistant à séparer et capter le CO<sub>2</sub> des rejets industriels et à le transporter et le confiner dans un lieu de stockage à long terme.

### *II. Techniques de captage*

Les techniques de capture du CO<sub>2</sub> utilisées sont répertoriées en trois catégories :

- La postcombustion : Ce procédé sépare le CO<sub>2</sub> des autres gaz produits par la combustion du combustible dans l'air. Il fait généralement appel à un solvant organique (ex : une amine) pour capturer la fraction de CO<sub>2</sub> (en général de 3 à 15 % en volume) présente dans l'effluent gazeux.

- La précombustion : Cette technique a été mise au point pour tenter de réduire les coûts du captage du CO<sub>2</sub>. Elle vise à « décarboniser » le combustible avant sa combustion en le traitant avec de la vapeur d'eau et de l'air (vaporeformage). Le but est de transformer le combustible en un mélange de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H<sub>2</sub>) qui sont ensuite séparés par un solvant. L'hydrogène sert alors à la production d'énergie sans émission de CO<sub>2</sub> tandis que le monoxyde de carbone est converti en CO<sub>2</sub>.

- L'oxycombustion : Actuellement en voie de développement, cette troisième technique a pour objectif d'obtenir une fumée de combustion constituée uniquement de CO<sub>2</sub> et de vapeur d'eau, facilement séparables. Ceci est effectué en utilisant de l'oxygène pur comme gaz de combustion. Ce procédé est néanmoins coûteux, car l'obtention de l'oxygène pur par distillation de l'air est coûteuse.

### *III. Transport du CO<sub>2</sub>*

Le CO<sub>2</sub> est transporté vers les zones de stockage de la manière suivante :

- pour le CO<sub>2</sub> en phase gazeuse : à l'aide de gazoducs
- pour le CO<sub>2</sub> en phase liquide : par voies maritimes, routières ou ferroviaires à l'aide de citernes isothermiques.

### *IV. Stockage géologique du CO<sub>2</sub>*

Jusqu'à présent, trois sortes de formations géologiques ont été l'objet d'investigations poussées afin de pouvoir y emprisonner du CO<sub>2</sub>. Il s'agit:

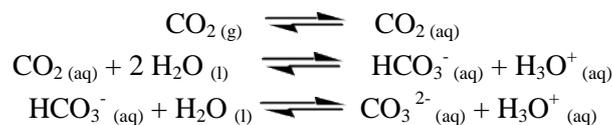
- des gisements de pétrole et de gaz naturel;
- des formations salines profondes;
- des veines de charbon inexploitable.

Le stockage peut également se faire dans les fonds marins.

## v. *Expériences modèles au laboratoire*

### 1) Importance des réactions chimiques :

Le CO<sub>2</sub> se dissout dans l'eau selon les réactions suivantes:



Il réagit également dans les solutions basiques selon la réaction:



### 2) Importance des phénomènes de convection :

Après injection du CO<sub>2</sub> au-dessus d'aquifères salins, le CO<sub>2</sub> se dissout en surface pour former une couche de saumure fortement chargée en CO<sub>2</sub>. Cette couche étant plus dense que la solution saline sous-jacente, il en résulte une situation instable où la solution dense « coule » dans l'autre. Cette instabilité donne lieu à de la convection çàd à un mouvement du fluide qui se manifeste par l'apparition de « doigts » de solution dense coulant dans la solution. Ce transfert de matière induit un renouvellement de la solution en surface ce qui permet à la dissolution du CO<sub>2</sub> de se poursuivre. Si la convection n'avait pas lieu, la dissolution serait limitée. Le brassage de la saumure par convection permet d'optimiser les capacités de stockage car il accélère le transfert du CO<sub>2</sub> dans la phase d'eau saline.

Pour le stockage du CO<sub>2</sub> dans des aquifères salins, il est donc nécessaire d'augmenter le plus possible la dissolution du CO<sub>2</sub>. Ceci peut être fait en jouant sur les réactions chimiques mises en jeu et sur les phénomènes de convection (liés en partie à la densité de la solution saline). Afin d'étudier ces phénomènes, nous comparons, dans notre expérience, le taux de dissolution du CO<sub>2</sub> dans trois solutions différentes : acide (HCl), basique (NaOH) et neutre (H<sub>2</sub>O) en présence d'indicateurs colorés adaptés (bleu de thymol et rouge de crésol).

On observe plus ou moins de dissolution du CO<sub>2</sub> selon le composé présent dans la phase aqueuse.

## vi. *Risques*

Une éventuelle fuite du CO<sub>2</sub> des gisements géologiques présente un danger réel pour la nature et pour l'homme car, à grande concentration, le CO<sub>2</sub> est mortel. De plus, il y a de grandes incertitudes quant aux effets géochimiques du CO<sub>2</sub> séquestré au voisinage d'aquifères. En effet, la dissolution du CO<sub>2</sub> dans ces eaux entraînera une acidification du milieu et donc une dissolution partielle des roches calcaires, ce qui augmente le risque d'effondrement de ces sites.

Au niveau du stockage océanique, l'apport d'énormes quantités de CO<sub>2</sub> augmentera l'acidité de l'eau (formation de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Ceci aura un effet néfaste sur la faune et la flore des océans, notamment sur les phytoplanctons et les coraux.

## *Conclusion*

La séquestration du CO<sub>2</sub> est une alternative ambitieuse et techniquement possible qui nous permettra, si ce n'est qu'à court terme, de réduire le taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et de faire face au phénomène de l'effet de serre. De nombreuses études doivent cependant encore être menées pour comprendre les conditions optimales de séquestration et notamment l'impact des réactions chimiques sur l'efficacité du confinement d'une part et sur la quantité de CO<sub>2</sub> confiné dans le site donné d'autre part.

Michez Roman  
Oblie Abu  
Mernissi Amine

## Sujet : Le captage et la séquestration du CO<sub>2</sub>

Protocole des expériences présentées lors du Printemps des Sciences 2011

### **Phénomènes de convection et de diffusion lors de l'absorption du CO<sub>2</sub> dans les aquifères salins**

#### Matériels utilisés:

2 Plaques de verre 13\*18cm,  
8 Pincés à dessin 3 cm de long,  
1 Plaque de frigolite de 3 mm d'épaisseur,  
Pipettes pasteur  
Béchers

#### Produits utilisés:

Solution de NaOH (0,1N),  
Solution de HCl (0,1N),  
Indicateurs colorés : rouge de crésol ou phénolphtaléine

#### **Fabrication de la cellule**

La plaque de frigolite est découpée afin de former un cadre à 3 bords de 1cm de large aux dimensions des plaques de verre. La cellule constituée de deux plaques de verre et du cadre en frigolite est assemblée et maintenue par les pincés à dessin (2 de chaque côté et 4 à la base).

#### **Préparation des solutions**

Les solutions à injecter dans la cellule sont préparées en ajoutant à 50mL de chacune des solutions de NaOH (0,1N) et de HCl (0,1 N), une vingtaine de goutte d'un indicateur coloré (bleu de thymol ou rouge de crésol).

#### **Préparation de la cellule**

La solution de NaOH est d'abord injectée à l'aide d'une pipette pasteur dans la cellule jusqu'à ce que celle-ci soit remplie à 50%. La cellule est ensuite complétée de la solution de HCl ajoutée très minutieusement, afin d'obtenir deux phases séparés par une interphase qui sera le lieu des phénomènes de convection et de diffusion.

## Acidification d'une solution basique par dissolution de CO<sub>2</sub>

### Matériels utilisés:

Tube à essai  
Porte tube à essai  
Pince en nickel  
Bac de frigolite  
Spatule  
Béchers

### Produits utilisés:

Carboglace  
Solution de NaOH (0,1N)  
Indicateur coloré: bleu de thymol  
Eau distillée

### **Préparation de la solution**

Dans un bécher contenant 50 mL d'eau distillée et une vingtaine de gouttes de bleu de thymol, la solution de NaOH est ajoutée jusqu'à ce que la solution initialement jaune, devienne violette. Puis, le tube à essai est posé sur le portoir.

### **Préparation de la carboglace**

Un morceau de carboglace est prélevé à l'aide de la pince en nickel et déposé dans un bécher sec. La carboglace est ensuite sectionnée à l'aide de la spatule afin d'obtenir un morceau inférieur à la section du tube à essai. Ce morceau sera ensuite ajouté dans le tube à essai.

# Les rayons ultraviolet(n)ts

Baldé O., Caboré N., Chao S., Faltz E., Hoang Q., Mbuyi G., Revenco T., Talom F.W., Verstrepen K.  
Sciences Biomédicales

On désigne par rayons ultraviolets les radiations électromagnétiques dont la longueur d'onde est située entre 10 et 400nm. Ils sont classés en plusieurs catégories, selon leur longueur d'onde :

Les UV-C (200nm-280nm)

Les UV-B (280nm-315nm)

Les UV-A (315nm-400nm)

L'énergie des radiations est directement proportionnelle à la fréquence et donc inversement proportionnelle à la longueur d'onde.

$$E = h \cdot \nu = hc / \lambda$$

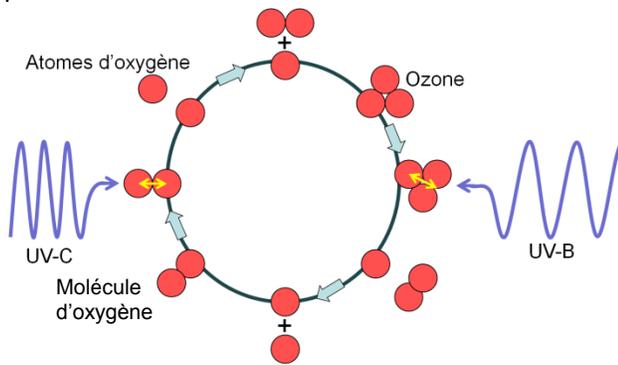
h : constante de Planck

$\nu$  : fréquence en hertz

$\lambda$  : longueur d'onde en m

c : vitesse de la lumière

L'ozone joue un rôle de filtre en bloquant l'énergie des UV de hautes fréquences (petites longueur d'onde)



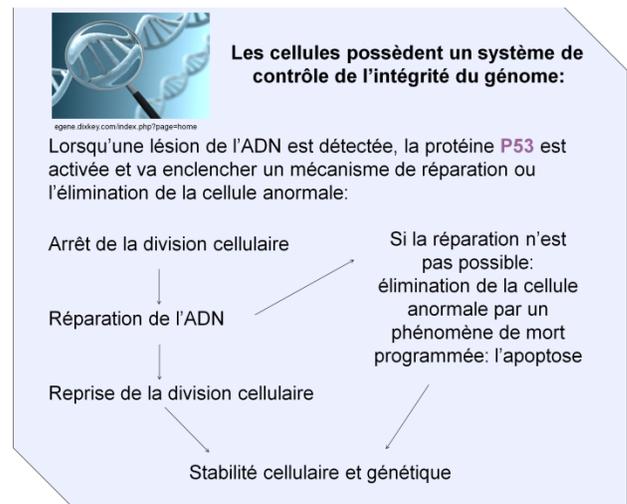
Lorsque les UV arrivent à la stratosphère, ils dissocient une partie de l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ) en atomes d'oxygène (O). Ces atomes peuvent se combiner avec une molécule d'oxygène ( $O_2$ ) pour ainsi former l'ozone ( $O_3$ ). En absorbant les rayons UV de haute énergie, l'ozone peut se dissocier pour de nouveau former un atome d'oxygène et de l' $O_2$ . L'oxygène atomique à son tour peut s'associer avec un autre atome d'oxygène pour reformer l' $O_2$ . C'est le cycle de l'ozone.

La mélanine est un pigment naturel produit par les mélanocytes lorsque les UV frappent la peau. Elle est stockée dans des vésicules appelées mélanosomes. Elle est responsable du bronzage.

La mélanine absorbe les UV et transforme l'énergie en chaleur par un mécanisme de conversion interne. L'énergie ainsi dissipée ne peut servir à former des radicaux libres, ou des intermédiaires réactifs pouvant agir sur l'ADN. Elle joue donc un rôle de photoprotection.

Le rayonnement solaire peut être réfléchi par la surface terrestre. La quantité de rayonnement UV réfléchi dépend du type de surface. Le sable, par exemple, réfléchit plus d'UV que l'herbe. Ceci explique pourquoi l'on bronze plus rapidement à la plage.

Les rayonnements UV arrivant à la surface de la terre sont susceptibles de traverser les cellules de la peau et d'endommager les molécules d'ADN des cellules plus profondes, aussi bien indirectement (en formant des radicaux très réactifs, qui s'attaquent à l'ADN), que directement (formation par une réaction photochimique d'une liaison covalente entre 2 pyrimidines voisines, entraînant une déformation de la double hélice).



Les UVB provoquent des coups de soleil et un bronzage tardif tandis que les UVA provoquent un bronzage immédiat superficiel, et un vieillissement cutané prématuré.

Les cellules possèdent un système de contrôle de l'intégrité du génome : la protéine p53 est un exemple des mécanismes de protection contre les mutations. Lorsqu'une lésion de l'ADN est détectée elle est activée et va enclencher un mécanisme de réparation ou l'élimination de la cellule anormale.

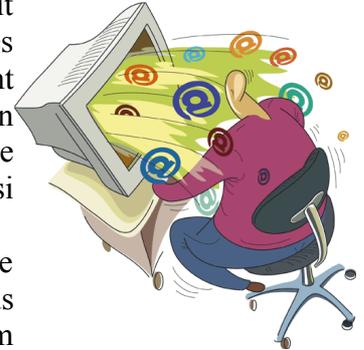
Tout d'abord, il y a un arrêt de la division cellulaire. A ce moment-là, la cellule va essayer de réparer son ADN : soit elle y arrive et peut reprendre sa division cellulaire, soit elle n'y arrive pas et meurt par le phénomène de mort programmée : l'apoptose. La réparation et l'apoptose sont 2 mécanismes qui servent à augmenter la stabilité cellulaire et génétique.

Si des mutations s'accumulent dans les gènes impliqués dans le système de réparation, celui-ci ne pourra plus fonctionner correctement. Des cellules anormales pourraient alors se multiplier de manière anarchique et provoquer l'apparition d'un cancer de la peau.

# Les spams : la pollution informatique

Xavier D'Hondt, Vincent Stradiot, Jérémy Vion

« Encore un spam ! » Combien de fois ne vous êtes-vous pas fait cette remarque en ouvrant votre boîte mail ? En effet, vous êtes certainement familiers de ces messages publicitaires qui nous envahissent littéralement. Mais vous êtes vous déjà demandé la raison de la réception de ces messages indésirables ? Nous allons tenter de vous faire comprendre la problématique ainsi que les enjeux de ces courriers si envahissants.



En premier lieu, il faut savoir qu'il existe 2 grandes familles de spams : les spams mails et les spams web. Pour cette exposition, nous nous sommes attaqués au type le plus connu et le plus répandu, le spam mail sous forme de texte. Toutefois, il est bon de connaître l'existence des autres types.

Les spams sont devenus au fil des années un gros problème dans le monde de l'informatique. À un tel point qu'on estime qu'ils représentent aujourd'hui entre 90 et 97% du nombre total d'e-mails qui circulent chaque jour sur internet.

À première vue, il est difficile de comprendre pourquoi tant de ces messages indésirables se retrouvent chaque jour dans nos boîtes de réception, mais une fois qu'on saisit la portée de cette publicité peu coûteuse, notre esprit s'éclaire. En effet, le spamming de masse peut rapporter entre 5000 et 100 000 € par jour à un expéditeur de masse. Cependant, il y a des risques d'amendes faramineuses ainsi que de lourdes peines de prison.

D'un autre côté, les désagréments sont légion : perte de temps, perte d'argent pour les entreprises, source d'ennui, pollution, insécurité, etc. Le manque à gagner pour les entreprises peut se chiffrer en millions d'euros.

Le moyen le plus simple pour « arrêter » les spams sont les filtres. Il existe différents types de filtres qui classifient les mails entre « bons » et « mauvais » suivant le contenu, les adresses des émetteurs ou encore le serveur mail d'où provient le message. Les filtres de contenus peuvent être basiques en refusant simplement certains mots ou plus complexes en se basant sur des probabilités qu'un mail soit un spam en analysant chaque terme du message.

À notre stand, nous expliquerons un peu plus en détail le filtre bayésien, qui est le filtre le plus utilisé dans le monde ainsi que le plus efficace. Cette explication sera accompagnée d'un exemple afin de se rendre compte du fonctionnement. Les élèves pourront également tester les filtres que nous avons implémentés, séparément ou en les combinant, en simulant l'envoi de mail vers une adresse électronique. Ils pourront créer leur propres « spams », utiliser les spams qu'ils ont reçu sur leur adresse personnelle ou bien se servir dans une série de messages des mails récupérés un peu partout.

Nous donnerons également quelques conseils simples et efficaces afin d'éviter que les spams n'envahissent leurs boîtes mails. « Le meilleur moyen de gagner la bataille est de ne pas avoir d'ennemi à combattre ! »





## Filtre de spam

POURMOHAMMAD Maryam, CHABANE Djamila, HAJEB Ghamdan  
Département d'Informatique

### ➤ Le but de notre application ?

L'objectif de notre travail est de réaliser une application qui tournera en tâche de fond en attente de réception de nouveaux courriers. Après réception du courrier, notre application va démarrer une série de traitements de filtrage qui déterminera la catégorie à appliquer au courrier ; spam ou simple courrier.

### ➤ C'est quoi un spam ?

Un spam est un courrier électronique indésirable que l'on reçoit dans notre boîte mail (pourriel en français) et dont l'expéditeur est inconnu, ce sont des courriers publicitaires ou commerciaux.

Parmi tous les courriels que nous recevons, en 2010 il est estimé que 81% d'entre eux sont considérés comme spam<sup>1</sup>. L'utilisateur doit alors prendre le temps de les lire et de les supprimer. Il s'agit d'une véritable pollution de la boîte mail de l'utilisateur qui se trouve fortement ennuyé par ce genre de messages.

On reconnaît un spam selon les éléments suivants : un message publicitaire et/ou promotionnel, des jeux, des concours, des lots incroyables à gagner, des loteries, des promesses impossibles, des messages vous demandant de verser de l'argent, des messages courts ne contenant qu'une adresse URL, des services de pornographie ou les médicaments (les messages non désirés) comme les produits de « dopage sexuel » ou des hormones utilisées dans la lutte contre le vieillissement.

### ➤ Mais pourquoi spammer ?

L'envoi de spam est pratiqué par de nombreuses personnes, le principal but étant de faire de la publicité, cependant, ils existent également des personnes qui pratiquent cette activité pour embêter leur monde.

### ➤ Comment les spammeurs collectent ils les adresses mail ?

Les spammeurs peuvent récupérer les adresses e-mails des victimes de plusieurs façons:

- Ils peuvent acheter des listes d'adresses e-mail fournies par quelques fournisseurs de service Internet (e-mail, FAI, forum, etc.)
- Il existe également des outils qui permettent de récupérer des adresses e-mails automatiquement comme **les aspirateurs d'e-mails (spambot)** qui parcourent le réseau et scannent les sites à la recherche du signe @ ou de l'expression **mailto** qui indique la présence d'une adresse mail dans le code source d'une page web
- Ils peuvent aussi pratiquer le piratage de site professionnel ou de fournisseur de service Internet afin de récupérer toutes les adresses e-mails de leurs membres. Ils peuvent pirater des adresses e-mails de particuliers et utiliser leurs carnets d'adresses de façon récursive !

<sup>1</sup> <http://www.arkantos-consulting.com/revue-de-presse/20090807-etude-emailing-prospective-2009-2013.php>

- Il existe d'autres logiciels qui testent toutes les combinaisons d'adresses d'un même nom de domaine en envoyant des messages à ces adresses. Ils attendent alors les notifications d'erreurs de livraison du domaine attaqué. Ils en déduisent alors les adresses fonctionnelles et se constituent ainsi une liste à laquelle ils enverront ensuite leurs spam.

### ➤ Pourquoi l'Anti spam ?

L'anti spam ou le filtrage est une méthode qui permet de trier le courrier électronique reçu. Ce tri consiste à supprimer tous les courriers non désirés (pourriels) et à autoriser tous les courriers désirés (courriels). Pour procéder au filtrage, il existe plusieurs techniques de filtrages, par exemple :

- Filtres Bayésien : cette méthode consiste à calculer la probabilité qu'un message soit un spam ou non en utilisant la méthode du mathématicien Thomas Bayes.
- Filtrage par mots clés : un autre moyen de filtrage de spam est de parcourir des e-mails à la recherche des mots clés sur lesquels on doute par exemple le mot « sexe », « argent » ou « jeu ».
- Filtrage de serveur expéditeur : cette méthode permet de bloquer des adresses, des domaines ou des serveurs définis dans une liste noire par l'administrateur de système.
- Etc.

### ➤ Quelle méthode avons-nous choisie ?

Il est très important de choisir la bonne méthode de filtrage. Après l'étude des différentes techniques existantes, le choix le plus judicieux est la méthode Bayésienne. Cette méthode permet de découper le message en plusieurs parties afin de les comparer avec des spam connus. Il permet ensuite de donner des poids aux différentes parties du message. Si le poids total des différentes parties est assez élevé (plus que 90%), la méthode le considère alors comme spam.

### ➤ Présentation de notre projet

Nous avons réalisé une application qui met en pratique le filtrage Bayésien expliqué ci-dessus. Notre application se compose de 2 grandes parties, l'une qui sera utilisée comme boîte de réception de courriers et qui réalisera le filtrage des courriers entrant et une autre partie qui sera utilisée pour l'envoi de courrier.

À la réception de courriers, une étape d'analyse va se mettre en route. Pendant que l'application réalise le traitement de filtrage sur le courrier entrant, il sera également possible de recevoir d'autres courriers.

Pour analyser le contenu du courrier, le filtre Bayésien va décomposer le contenu du courrier en une liste de composants. Pour pouvoir réaliser la probabilité par rapport au contenu des courriers, l'application a besoin d'une liste de mots ou d'expressions relationnelles qui seront déjà connues, par exemple, des mots comme **Viagra** ou des expressions relationnelles comme **Viaagraaa**, qui figurent sur la plus part des courriers spam de ce genre.

Nous allons donc définir ces listes dans une base de données afin qu'elles soient utilisées par notre application pour la comparaison avec le contenu des nouveaux courriers entrant et ainsi calculer la probabilité (selon le théorème de Bayes) que les courriers soient du spam ou pas. L'utilisateur pourra également définir certains courriers comme spam à partir de la boîte de réception, tout simplement en les cochant et en catégorisant **spam**.

Une fois que l'application aura terminé sa tâche de filtrage, le courrier reconnu comme spam sera mis en évidence dans la boîte de réception afin d'alerter l'utilisateur.

# Modélisation épidémique de malware sur smartphones

OSWEILER Ronny, FONTANA Alessandro, PEUCH Laurent, ZIRANI Jean-Luc

## 1 Introduction

Ce stand a comme sujet la propagation de malwares (logiciels malveillants) pour Smartphones (GSM « intelligents »).

**Logiciels malveillant « Malware » :** Un logiciel malveillant, en anglais « malware » a été développé dans le but de nuire à un système informatique. Depuis, ils représentent une grande menace de sécurité pour l'ordinateur qui doit être muni d'un d'antivirus, logiciel conçu pour les identifier, neutraliser et/ou éliminer.

**Smartphones :** Les Smartphones sont des téléphones mobiles « intelligents » disposant de nombreuses fonctions telles que la consultation de courrier électronique, navigation Web, messagerie instantanée etc. Avec des connexions comme le Wifi, 3G ou EDGE, les Smartphones ont un accès facile à internet et qui leur permet de télécharger toute sorte d'applications. De ce fait, ils deviennent de véritables ordinateurs de poche.

## 2 Types de malwares

Il existe 2 types principaux de malwares sur Smartphones. Il existe encore un type hybride, combinant les 2 autres.

**Malware Bluetooth :** La propagation d'un malware via Bluetooth dépend de la mobilité humaine et est à courte distance ( $\pm 10m$ ). La propagation prend la forme d'une vague, permettant d'infecter l'ensemble des possesseurs du même type de Smartphones. Par contre, cette lenteur de propagation, permet de déployer des contre-mesures pour limiter les dégâts.

**Malware MMS :** La propagation via MMS est aléatoire et nécessite un pourcentage minimal de Smartphones possédant le même OS sur le marché pour pouvoir se propager correctement (min. 9.5%). Elle s'effectue par copie et envoi à tout le carnet d'adresse du Smartphone, ce qui prend une

durée d'environ 2 minutes. Il s'agit d'une propagation rapide ou le déploiement de contre-mesures est difficile. Néanmoins, la propagation via MMS ne touchera pas nécessairement la totalité des possesseurs du même type de Smartphones.

**Malware hybride :** La version hybride se base sur le taux minimal d'existence de l'OS sur le marché et applique la méthode de propagation correspondante. Si le pourcentage est au-dessus du taux minimal, la propagation infecte la plupart via MMS et infecte le reste du marché via Bluetooth. S'il est en-dessous du taux minimal, alors le MMS n'arrive pas à toucher suffisamment de Smartphones et la propagation s'effectue via Bluetooth.

## 3 Simulation

Pour simuler la propagation, on utilise les mêmes modèles de simulations qui sont utilisés dans le milieu de santé dans le cas d'une épidémie. Il existe 3 modèles principaux de simulation : SI, SIS et SIR. Ces modèles définissent les 3 types d'état qui sont S (susceptible), I (infecté) et R (guéri/« recovered »). Notre simulation est basée sur le modèle SIR. Dans le modèle SIR, suite à l'épidémie et le début de contre-mesure et de l'immunisation de la population principale, le virus survit en continuant à infecter de manière limitée des populations plus faibles jusqu'à la disparition de l'immunité. À ce moment-là, une épidémie peut à nouveau avoir lieu.

## 4 Implémentation

Notre simulation est écrite sous Linux en utilisant le langage Python. Elle simule la propagation d'un virus dans la ville de Bruxelles. Les visiteurs du stand pourront modifier les différents paramètres de la simulation, comme par exemple la part du marché d'un OS (iOS, Windows Mobile, Android), ou le nombre moyen de contacts dans le carnet d'adresses d'un Smartphone.

# Pandémie digitale

Notre monde est en constante évolution et la technologie ne cesse de progresser. Nous sommes, aujourd'hui plus que jamais, interconnectés avec l'ensemble de la planète. Il apparaît dès lors que tout est de plus en plus informatisé et qu'il est primordial de bien se protéger contre les menaces informatiques. Notre projet consiste en l'approche préventive de ce genre d'attaques en étudiant la manière dont les attaques virales et tout particulièrement les vers informatiques peuvent se propager à travers un réseau tel qu'Internet.

Nous avons axé notre recherche sur 3 points :

## 1 Internet

Internet est un réseau de réseaux. En effet, lorsqu'on se penche sur l'architecture d'Internet, on se rend compte qu'il s'agit principalement de réseaux interconnectés qui permettent de relier ensemble n'importe quelle paire de terminaux connectés. Au point le plus haut, on trouve des A.S., généralement ils couvrent un continent et sont reliés entre eux. Ensuite nous trouvons des I.S.P. (Internet Service Provider, F.A.I. = Fournisseur d'Accès Internet en français ; exemple : Belgacom, Scarlet, Voo, ...) qui servent de passerelles entre d'une part les A.S. et d'autre part les utilisateurs et les serveurs.

## 2 La modélisation de maladies et de leurs caractères pandémiques

### 2.1 Le modèle SI :

Ce modèle en compartiments est le plus simple. On divise la population en deux groupes, les infectés et les autres. La seule interaction possible est la transmission de la maladie des individus infectés aux individus sains. Le taux d'infections dépend de plusieurs facteurs tels que le taux de contacts entre individus, la probabilité de déplacements d'une ville à une autre, du caractère infectieux de la maladie, ...

### 2.2 Le modèle SIR :

Celui-ci se base sur le modèle SI. On rajoute un groupe pour les immunisés (par mort ou par récupération). Les individus de ce groupe ne peuvent plus être infectés ou infecter les individus sains.

Le taux d'immunité dépend de plusieurs facteurs tels que le caractère létal de la maladie, la capacité locale à la soigner, ...

### 2.3 Translation à l'informatique : nous avons principalement travaillé sur le modèle SI avant de passer à un modèle SIR. Cependant le modèle SIR ne s'applique pas toujours à la réalité. Nous avons donc modifié le modèle existant.

## 3 Vers informatiques

Notre projet se concentre principalement sur la propagation de vers informatiques. Un ver informatique est un programme malicieux capable de se reproduire et de se diffuser à travers un réseau sans intervention de la part de l'utilisateur. Les vers utilisent en général des failles dans les systèmes d'exploitation cible afin de l'infecter.

Un ver ressemble à une maladie dans le sens où un utilisateur porteur peut transmettre un ver contre sa volonté. De plus, le ver ne va pas systématiquement réussir à infecter sa cible. Un ver se différencie d'une maladie classique de par sa portée d'action. Sur Internet tous les ordinateurs sont accessibles à partir de n'importe quel terminal connecté. Un ver est donc nettement plus virulent qu'une maladie classique qui peut se confiner par une mise en quarantaine.

# Santé – Modélisation épidémique

## Introduction

Aujourd'hui qui peut dire n'avoir jamais été confronté à un virus informatique ? Ce type de programmes malveillants est un réel problème pour tous les utilisateurs de systèmes informatisés, que ce soit des ordinateurs ou des téléphones mobiles.

C'est pourquoi il est crucial de connaître et de comprendre son mode de fonctionnement et en particulier ses méthodes de propagation pour pouvoir s'en protéger.

Nous présenterons une simulation de la propagation d'un virus sur téléphones mobiles utilisant les technologies Bluetooth et MMS.

Elle aura pour but de sensibiliser le public de manière très visuelle sur l'utilisation de ses nouvelles technologies et de ses dangers afin de pouvoir mieux s'en protéger.

## Biologie

Définition : Un virus biologique est un micro-organisme infectieux qui envahit une cellule afin de s'y reproduire. Cette dernière devient alors un hôte du virus qui ira, à son tour, infecter d'autres cellules.

Historiquement, l'homme a d'abord essayé de modéliser la propagation des virus biologiques. Des modèles mathématiques ont alors fait leur apparition.

Le modèle SI est le plus simpliste et celui à partir duquel d'autres modèles ont été développés. Il est constitué de deux états : S pour susceptible, état dans lequel se trouve tous les individus qui ne sont pas infectés, et I, l'état infecté. Une fois le sujet infecté, il le reste pour toujours. Ce modèle peut être utilisé par exemple pour le SIDA.

Le modèle SIR est un modèle un peu plus élaboré qui est créé à partir du modèle SI auquel on ajoute l'état R, retiré. Cet état correspond à un individu qui ne peut plus contracter la maladie ni la transmettre, il est donc immunisé ou simplement décédé. On l'utilise pour les maladies du type varicelle.

Le modèle SIS est aussi développé à partir du modèle SI mais une fois que l'individu est infecté, il peut repasser dans un état susceptible. Le rhume ou la grippe sont des maladies qu'on peut représenter par ce modèle.

## Informatique

On constate que les virus informatiques se comportent de la même manière que les virus biologiques : il faut également un hôte (ordinateur) pour que le virus puisse se reproduire. On peut donc appliquer les modèles vus en biologie à l'informatique.

## Bluetooth et MMS

Ces deux technologies de communication via GSM se différencient principalement par leur portée. En effet, Bluetooth touche plutôt les terminaux électroniques à proximité de celui infecté tandis que MMS a une portée illimitée car il se base sur le réseau GSM classique. Une autre différence est la présence d'un carnet de contacts. Ainsi, la technologie Bluetooth ne nécessite pas d'avoir les personnes proches dans notre carnet de contacts pour pouvoir les contacter tandis que pour MMS, le virus, processus automatisé, va parcourir la liste de contacts du GSM infecté afin de leur envoyer des MMS infectieux.

# Le ramassage des poubelles



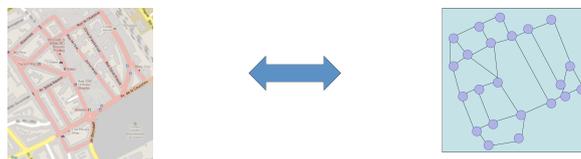
La ville a décidé de faire des économies ! Les camions poubelles polluent bien trop ! En effet, ils n'en font qu'à leur tête et choisissent un chemin trop long. Ils pourraient parcourir moins de fois chaque rue et donc polluer moins. Cela coûterait moins cher à la commune.

Le problème du ramassage des poubelles est un problème complexe. Il y a beaucoup d'aspects à optimiser : la gestion du personnel, la gestion des camions, l'horaire de passage selon le trafic, la localisation des dépôts, etc. Ici, nous cherchons à optimiser le parcours que doit effectuer un camion pour ramasser les poubelles dans certaines rues.

Ce problème est typique de la recherche opérationnelle et de la théorie des graphes et est connu sous le nom du problème du facteur chinois. Ce facteur paresseux veut trouver le chemin le plus court qui parcourt toutes les rues du village au moins une fois et qui revient au point de départ pour pouvoir déposer toutes ses lettres sans trop se fatiguer.

Notre problème est tout à fait analogue sauf que le facteur devient le camion et au lieu de déposer des lettres, on ramasse des poubelles.

Pour représenter la ville, nous utilisons un graphe qui est une structure de données où les rues sont représentées par ce qu'on appelle des arêtes et les carrefours par des sommets (aussi appelés nœuds). Dans chaque rue, il y a un nombre de poubelles à ramasser que nous considérons proportionnel à la longueur de la rue.



Nous avons programmé deux algorithmes pour résoudre ce problème : un optimal c'est-à-dire l'algorithme du facteur chinois qui donne la meilleure solution et un algorithme heuristique qui donne une solution au problème en partant d'une intuition, qui est la suivante : à chaque carrefour, on prend la rue la plus courte non encore parcourue.

Pour savoir ce que fait l'algorithme optimal, il faudra venir à notre stand et nous serons heureux d'essayer de vous l'expliquer car le problème est moins facile qu'il ne paraît !

Grâce à ces deux algorithmes, nous espérons vous convaincre que la recherche d'algorithmes optimaux est essentielle pour des problèmes de la vie de tous les jours ! Comme quoi, les algorithmes et les mathématiques ne sont pas toujours abstraits ou inutiles comme certains peuvent le croire ! L'intuition ne suffit pas toujours pour trouver une bonne solution !

### Description du projet

#### « Trouver le plus court chemin pour la tournée d'un camion-poubelle. »

En d'autres termes : le conducteur doit partir du dépôt, passer par toutes les rues du quartier et y revenir. Cette problématique, qui peut paraître simple au départ, l'est en réalité beaucoup moins.

### Analogie

Notre projet s'apparente fortement au problème facteur chinois car, tout comme le facteur chinois, le camion-poubelle doit passer par toutes les rues au moins une fois pour ramasser les ordures et retourner à sa station de départ. Le but final étant d'optimiser le trajet du camion, c'est-à-dire, parmi tous les trajets possibles, choisir celui qui est le moins long, et ce, pour des raisons évidentes d'économie et d'écologie.

### Modélisation du problème

Nous avons modélisé un quartier sous forme d'un graphe mixte où les arcs et arêtes représentent les rues (à double sens ou à sens unique) et où les nœuds représentent les carrefours. Le poids des arêtes (ou arcs) représente lui l'addition de la distance entre deux carrefours et le nombre de poubelles déposées dans cette rue.

### Résolution

Le problème du facteur chinois dans le cas mixte est NP-complet. C'est-à-dire qu'il est quasiment impossible à résoudre de façon exacte (explosion du nombre de solutions possibles, temps de calcul énormes, ...). À travers des heuristiques, nous nous contentons donc de solutions approchées.

### Algorithmes

Nous avons implémenté les 3 algorithmes suivants :

#### 1. Solution intuitive

Solution « bête et méchante » qui renvoie le parcours que pourrait prendre le conducteur intuitivement, s'il se trouve sur place, sans GPS. Le chemin est choisi selon le nombre de passages (on privilégie la rue où on est le moins passé) et le poids minimum (à nombre de passages égaux, on privilégie la rue dont le poids est le plus petit).

#### 2. Algorithme MIXED1

Développé par *Edmonds & Johnson*. Se base sur les propriétés de parité et de symétrie du graphe.

- Phase I : Convertir le graphe G en un graphe pair.
- Phase II : Transformer le graphe résultant G1 en un graphe symétrique.
- Phase III : Retrouver un graphe pair à partir du graphe de la phase II.

#### Algorithme MIXED2

Développé plus tard par *Frederickson*, cet algorithme tente une approche inverse de MIXED1 qui rend d'abord le graphe symétrique, pour ensuite le rendre pair.

- Phase I : Convertir le graphe G en un graphe symétrique.
- Phase II : Transformer le graphe résultant G1 en un graphe eulérien.

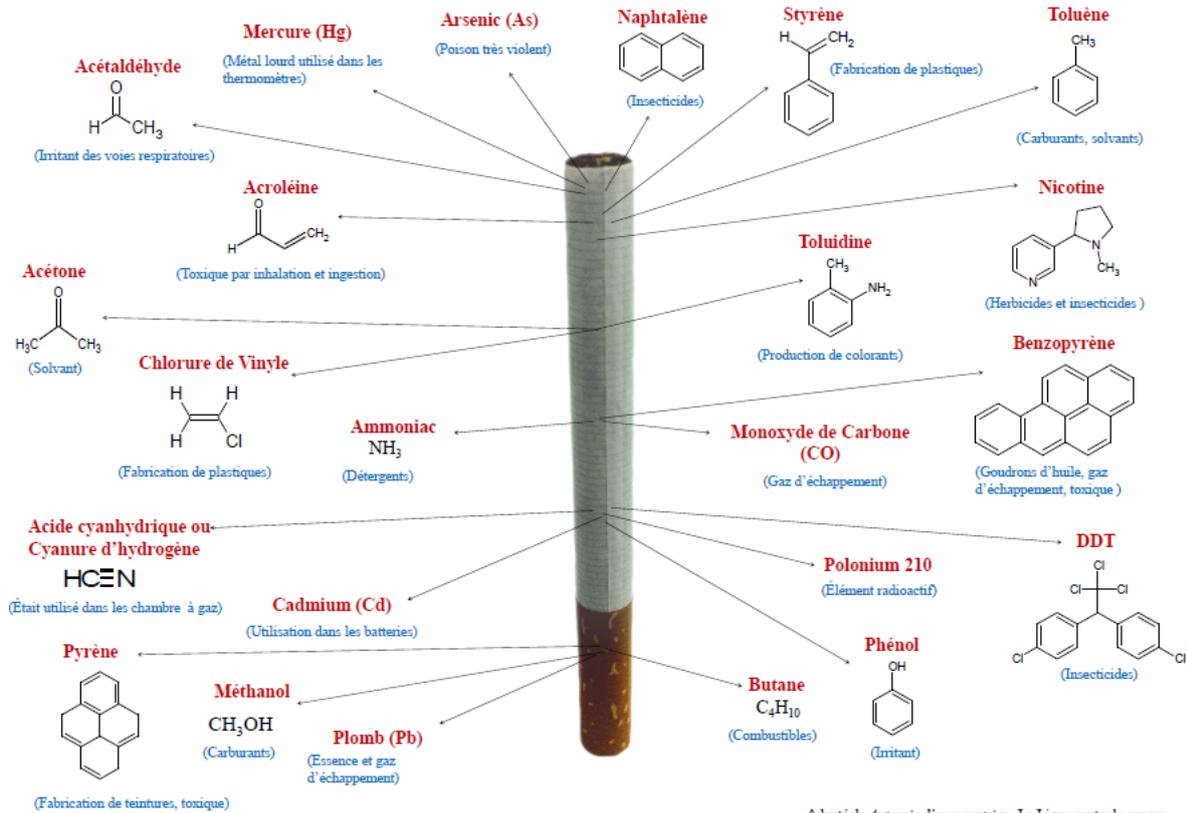
*Application*

Notre application propose de tester ces 3 algorithmes sur 3 graphes. Un affichage du parcours et du poids de la solution en temps réel permet de comparer la différence d'efficacité entre les différents algorithmes. Enjoy.

## FUMER EST AUSSI POLLUER

Kawtar MOUHAT, Audrey RICHARD, Patrick KOAGNE  
Service de Chimie et Physicochimie Organiques

### Autopsie d'un meurtrier



### Test DNP sur la cigarette

Le test DNP permet de détecter les aldéhydes ou cétones dans un échantillon.  
Ce test est positif sur la cigarette, preuve de la présence de certaines particules possédant une cétone ou un aldéhyde.

