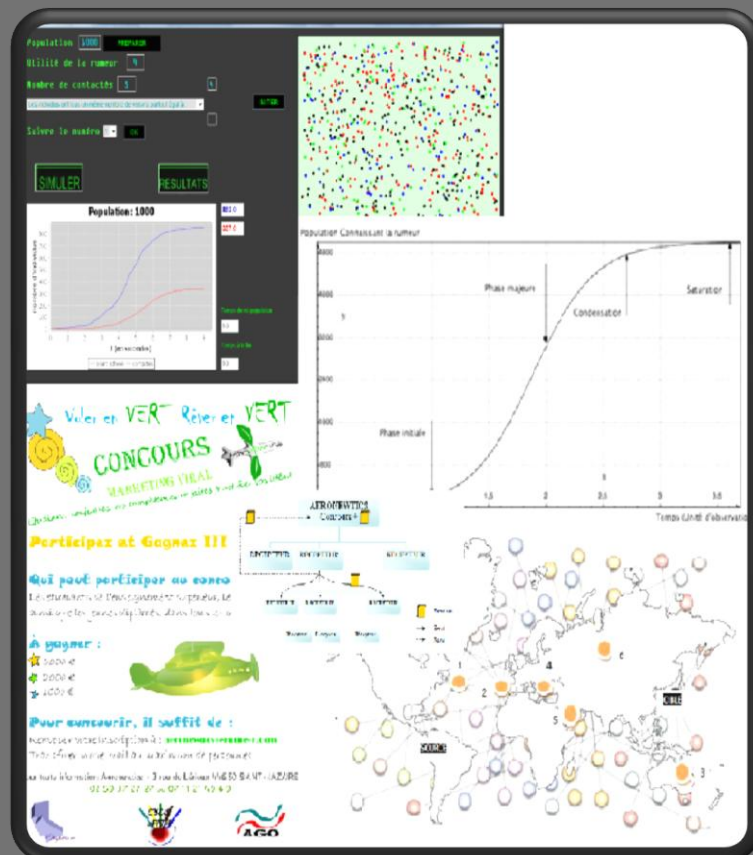




La diffusion de l'information dans les réseaux sociaux

Une étude pour comprendre les facteurs de transmission de l'information entre les individus appartenant à différents réseaux sociaux



Imane BOUKRIF
Simon HABABOU
Michaël LOUETTE
Ghislain NDECKY

Tuteur :
Marie-Pierre BES

ENSICA

ISAE – Formation

2ieme année ingénieur



Table des matières

Remerciements

Tables des matières

I. L'INTRODUCTION.....	03
II. LA RUMEUR DANS LA SOCIETE	04
II.1 Définition	04
II.2 L'origine d'une rumeur et son poids dans la société	04
II.3 Les trois notions fondamentales	04
II.3.1 La véracité	04
II.3.2 Le contenu	05
II.3.2 La transmission	05
III. LE MARKETING VIRAL.....	07
III.1 Mise en place d'un marketing viral	07
III.2 Risques et limites du marketing viral	08
III.3 L'expérience <i>Aeronewtics</i>	09
III.3.1 Description de l'expérience	09
III.3.2 Analyse des résultats	11
IV. LES MODELES	12
IV.1 Un modèle mathématique de la diffusion de la rumeur.....	12
IV.1.1 Hypothèses et modélisation	12
IV.1.2 Modélisation du facteur : γ	17
IV.1.3 Conclusion de ce modèle.....	20
IV.2 Un modèle informatique de la diffusion de la rumeur	21
IV.2.1 Le simulateur	23
IV.2.2 Le modèle cognitif	25
IV.2.3 Influence de quelques paramètres	26
V. L'EXPERIENCE « PETIT MONDE ».....	32
V.1 Un bref historique.....	32
V.2 Un Notre expérience.....	32
V.3 Les résultats	35
VI.CONCLUSION.....	36
VII. REFERENCES.....	37
VIII. ANNEXES.....	38

I. INTRODUCTION

Le développement des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) contribue à accroître la vitesse de circulation des informations dans le monde. L'existence de réseaux sociaux, tels que Facebook et Twitter, donnent désormais la possibilité de suivre en temps réel l'évolution de n'importe quel événement où que l'on soit. Néanmoins, la lecture peut être rendue impossible pour un œil extérieur du fait de la personnalisation des options des comptes.

L'objectif de notre Projet d'Initiative Personnelle a porté sur la mise au point de méthodes non intrusives permettant de comprendre les mécanismes de la propagation des informations entre les réseaux sociaux. Afin d'éviter une éventuelle dispersion des tâches, nous nous sommes focalisés sur les échanges entre les écoles de commerce et les écoles d'ingénieurs. Ce choix nous a paru en effet judicieux puisqu'il pourrait nous permettre de savoir s'il l'on peut parler de « cloisonnement » entre les deux formations, dont la cause serait attribuée à la spécificité française qu'est sa dualité entre les universités et grandes écoles d'une part, et les établissements d'enseignement supérieur et établissements de recherche d'autre part.

Pour mener à bien l'étude, nous nous sommes fixé un cap, répondant à la question suivante: « *Sur combien d'amis un étudiant X en école de commerce doit s'appuyer pour joindre un étudiant Y en école d'ingénieur et vice-versa* ». Cette question peut sembler simple dans le fond, mais dans la forme, cela suppose la mise en œuvre d'expériences et d'enquêtes réalisées sur les étudiants des domaines concernés.

Le présent rapport s'attachera à retranscrire en intégralité notre démarche adoptée pour tenter de répondre à la problématique, et sera clairsemé de différentes précisions nécessaires à la compréhension et instructives ainsi que de points théoriques. Une grande partie sera consacrée à l'étude de la rumeur à proprement parlé, notamment avec la présentation de diverses modélisations de propagation et leurs intégrations dans un simulateur ; pendant que le reste traitera plus de nos procédés expérimentaux exercés directement sur notre milieu social d'étude, et en fera l'analyse des résultats obtenus.

II. LA RUMEUR DANS LA SOCIETE

Il est nécessaire de définir de quoi nous parlons dans ce projet, avant d'aborder nos diverses expériences.

II.1 Définition

On pourrait définir la *rumeur* comme une croyance liée à l'actualité et un processus qui se propage fortement en chaîne dans la société sans aucune preuve d'authenticité avec grande amplitude. Elle est à différencier du bruit, qui lui se propage de manière moins régulière et plus localement.

II.2 L'origine d'une rumeur et son poids dans la société

Les rumeurs naissant essentiellement de faits marquants, de malentendus, ou bien même de fantasmes (projection d'un scénario type), et ce dans plusieurs milieux tels que le milieu judiciaire, économique ou encore celui des célébrités, pour lequel on peut prendre l'exemple récent de la grossesse de Carla Bruni Sarkozy. Mais c'est bien dans le milieu politique que la rumeur a le plus d'impact, et certains la considèrent même comme le *contre-pouvoir*, car elle peut être une information que les pouvoirs publics ne contrôlent pas. En outre, elle serait un rapport à l'autorité, car c'est une parole en marge de la parole officielle. On peut évoquer la théorie du complot dans ce cadre là, qui est un arrangement entre hommes politiques adversaires (récemment, à propos de la disparition d'Oussama Ben Laden).

II.3 Les trois notions fondamentales

II.3.1 La véracité :

Tout d'abord, l'étude de la rumeur ferait fait partie de la sociologie de l'action, dans le sens où, pour être en mesure de réagir, il faut juger aussi bien ceux qui la communiquent que ce qui est communiqué. La première notion importante est celle de *véracité*, qui rassemble deux termes qui peuvent être distincts : la plausibilité des allégations et la crédibilité des personnes.

- Une rumeur sera dite plausible si elle a trait à quelque-chose qui pourrait raisonnablement arriver dans le monde tel que nous le connaissons, mais il est évident que cela est lié aux circonstances du moment. A l'inverse, une allégation qui s'écarterait du cadre de notre réalité quotidienne n'aurait aucune chance de fonctionner et serait cataloguée comme farce ou supercherie. L'évaluation du plausible ne relève pas simplement des individus, mais est plutôt dépendante des réseaux sociaux et des contextes d'interactions (liée à des jugements collectifs) puisqu'a priori peu d'individus sont en position de le faire d'eux-mêmes.
- La crédibilité de la rumeur est étroitement liée à son narrateur, car si celui-ci a réputation d'être sincère et digne de confiance, alors ses affirmations reflètent son personnage public. Par ailleurs, il faut toujours essayer de comprendre quel est l'intérêt pour quelqu'un de divulguer une fausse affirmation, une question qui peut se trouver sans réponse si l'individu en question est connu pour refléter la tendance malhonnête de l'Homme. D'une façon générale, les auditoires accordent une grande valeur aux allégations venant de personnes que l'on estime être des sources crédibles du fait qu'elles sont en position de savoir.

II.3.2 Le contenu

La rumeur doit intéresser le cercle d'individus dans lequel elle va évoluer et favoriser l'existence d'un environnement propice à son évolution. La rumeur ne pourra prendre donc de l'ampleur que si les personnes qui sont sensées la faire circuler portent un certain intérêt au message ou à l'information qu'elle véhicule. Aussi nous attèlerons-nous à mettre en évidence l'importance de la relation contenu/contexte dans la propagation d'une rumeur.

II.3.2 La transmission

Dans la plupart des cas, la diffusion des rumeurs se produit au sein de conversations ayant lieu lors de rencontres sociales telles que les repas de famille, les rendez-vous dans les cafés ou bien dans les clubs de sports, par exemple. A chacune de ces rencontres, un petit nombre de personnes (de 2 à 6 en général) se retrouvent ensemble, discutent de tas de choses, boivent, sympathisent, jusqu'au moment où, l'un d'eux énonce la rumeur.

En général, le locuteur est entièrement convaincu du fait rapporté ou bien il le considère comme suffisamment plausible et digne d'être raconté.

Parmi la multitude de raisons pour lesquelles un individu se permettrait de divulguer spontanément une information non officielle, on retiendra :

- Le concept de comparaison sociale : l'être humain a besoin de conforter ses opinions, surtout lorsqu'elles portent sur un fait non vérifié, et tend donc à les évaluer par rapport aux autres.
- Le danger du « silence » : une conversation peut devenir lassante et même se ponctuer par un silence, si elle tourne toujours autour des mêmes sujets. L'évocation de la rumeur peut donc venir à la rescousse et renouveler le dialogue.
- Outil de communication émotionnelle : comme on l'a déjà mentionné, la rumeur qui fonctionne surprend car elle est la rupture d'un secret d'une certaine manière. Elle invite donc aux commentaires moraux et aux opinions personnelles qui permettent d'approfondir la connaissance d'autrui.

La transmission occupe une place essentielle dans le processus rumoral : par elle, la rumeur vit et revit au gré des créations de chaque transmetteur. Annabelle Klein disait que « *sans transmission, nous ne pouvons parler de rumeur* ». Le mode de transmission communément associé à la rumeur est le bouche-à-oreille. Ainsi, la rumeur se propage sur fond de « on m'a dit », « il paraît que » avec comme inconvénient l'absence de mémoire dont la conséquence majeure est la déformation de l'information. L'apparition d'internet a permis non seulement de remédier en partie au problème de mémoire, mais aussi de toucher un nombre plus conséquent de personnes : c'est ainsi qu'est née la e-rumeur.

III. LE MARKETING VIRAL

Les « performances » de la e-rumeur l'ont amenée à être utilisée à des fins commerciales, donnant ainsi naissance au marketing viral. En effet, ce dernier s'assimile à un bouche-à-oreille « on line », une forme de publicité interactive où le consommateur contribue à promouvoir une activité commerciale quelconque via internet. Les consommateurs en deviennent alors des vecteurs d'action. Une telle communication a comme principal avantage de pouvoir toucher rapidement les personnes choisies par les premières cibles, que ce soit par le réseau familial, personnel ou encore professionnel.

III.1 Mise en place d'un marketing viral

Le lancement d'une campagne de marketing viral nécessite de mettre en œuvre les trois notions essentielles de la rumeur citées plus haut. En effet, celui-ci étant une sorte de dérive de la rumeur, il doit en respecter les règles de création et de propagation tout en ayant ses propres règles.

La force du viral, c'est le message, qui doit donner envie aux internautes de le partager avec ses amis ou ses collègues. Il doit non seulement étonner mais aussi s'adapter au contexte commercial du milieu. Cela suppose donc que l'annonceur fasse en amont du lancement de la campagne une étude de marché qui lui permettrait autant de cerner l'intérêt des consommateurs que d'innover sur le message à envoyer.

Pour qu'une campagne de marketing viral fonctionne :

- L'annonceur doit comprendre sa cible, sa mentalité, son univers. Si le fond et la forme du message correspondent à la cible, celle-ci le transmettra... à une autre cible à son image. Comme l'estime Jodouin Mitrani, *"Le viral est très peu transgénérationnel. Un bon viral est un viral qui ne fonctionne que sur une cible"*.
- Une fois la population cible bien identifiée, vient alors la phase la plus délicate du processus, à savoir l'amorçage de la campagne. L'annonceur a alors le choix entre donner un avant goût de la campagne aux internautes en publiant par exemple les premières secondes du film publicitaire et lancer directement la campagne. Cela dit, un autre problème se pose à lui : celui de savoir quelle stratégie adopter pour le premier envoi du message ; doit-il l'envoyer à un nombre le plus

important possible d'adresses e-mail ou devra-t-il, au contraire, privilégier la théorie de la cible fine qui veut que l'envoi soit fait en premier à un nombre restreint d'internautes, notamment aux « leaders d'opinions » (blogueurs ...) ? Le choix lui revient.

Il est également fortement conseillé de créer un site dédié à l'opération où les consommateurs pourront trouver des compléments d'informations sur le produit, le service ou la marque. Le site offrirait par ailleurs la possibilité de mesurer l'impact de la campagne grâce au nombre de visites quotidiennes dont il fait l'objet.

III.2 Risques et limites du marketing viral

S'il est avéré que le marketing viral est un puissant outil de publicité, il n'en demeure pas moins vrai qu'il s'accompagne de risques d'échecs coûteux et de dérives pouvant nuire à l'image de l'annonceur ou de l'entreprise.

- Le premier risque est lié à la démocratisation du processus, c'est-à-dire à la prolifération des campagnes de marketing viral à travers internet. Cette démocratisation a pour conséquence le risque de lassitude des consommateurs à force de recevoir des mails « viraux ». Il se crée alors un certain agacement chez les internautes qui a pour effet de les rendre moins réceptifs à l'avenir à toute forme de publicité virale. Aussi les risques d'échec des campagnes de marketing viral croissent-ils au fur des années.
- Il y a aussi un risque que le message, au cours de sa propagation, soit déformé, dénaturé ou détourné, la plupart du temps par des internautes mal intentionnés. Il peut aussi arriver que cette altération du message soit involontaire. Dans tous les cas, ce genre d'actes a généralement des conséquences désastreuses sur l'image d'une société.

En plus de tous ces risques, l'entreprise à l'initiative de la campagne se trouve dans l'obligation de se soumettre à la réglementation du marché. En effet, toute opération « virale » doit se conformer au droit commercial et notamment aux contraintes relatives à la publicité et au marketing direct. S'adjoint à cela aussi la difficulté du traitement des données personnelles et de leur usage ultérieur éventuel, notamment lorsque la

recommandation nécessite la collecte d'adresses e-mail, de numéros de téléphone ou d'adresses personnelles.

Enfin, la réussite d'une campagne de marketing viral a toujours une grande part d'incertitude liée à des facteurs indépendants de la volonté de l'annonceur. D'ailleurs Romain Achard l'explique clairement : *"Le succès du marketing viral repose également sur des facteurs indirects et non prévisibles comme la chance, le bon moment, voire la magie"*.

L'énoncé des ces risques et de ces limites ne remet évidemment pas en cause l'intérêt des techniques de marketing viral sur Internet, mais ils doivent être présent à l'esprit lors de la réflexion sur un projet de campagne.

III.3 L'expérience *Aernewtics*

III.3.1 Description de l'expérience

L'objet de cette expérience est d'étudier les caractéristiques de la diffusion d'une information via internet grâce à la technique du marketing viral. Aussi nous-sommes nous attelés à vérifier l'importance de chacune de ses trois notions abordées dans la précédente partie. La mise en place de la campagne de marketing viral s'est déroulée comme décrit dans le tableau suivant :

ETAPE 1 - CREATION DE L'ENTREPRISE

Nous avons commencé par créer une entreprise fictive que nous avons nommée **Aernewtics**. Dans le cadre de l'expérience, il s'agit d'une entreprise récente (moins de trois ans) dont l'activité principale est la mise en œuvre d'architectures systèmes et le fournissement d'équipements et de services dans le domaine des systèmes avioniques avec comme objectif futur la création d'un avion "vert", plus **respectueux de l'environnement** et utilisant la technologie de **propulsion à hydrogène**. Nous avons associé à cette entreprise une adresse et un numéro de téléphone et une adresse mail (aernewtics@engineer.com) pour rendre l'information plus crédible. Nous avons pensé à créer un site web ou une page Facebook pour accompagner la campagne ; mais le fait qu'Aernewtics était une entreprise clandestine (non déclarée à la législation), nous ne voulions pas nous exposer à une « surmédiation » qui nous voudrait éventuellement des poursuites judiciaires.

➔ OBJECTIF 1

Rendre l'information à faire passer vraisemblable et mesurer l'impact de la notion de véracité sur la vie d'une rumeur.

ETAPE 2 – FORME DE LA CAMPAGNE

Nous optâmes pour la faire sous la forme d'un concours. Son but était de faire connaître la société et de contribuer à l'expansion de ses activités marketing et commerciales à travers le monde avec l'aide des internautes. Pour ces derniers, la participation était évidemment gratuite. Les modalités de participation étaient simples : le participant devait dans un premier temps transférer notre mail initial à plusieurs personnes de son carnet d'adresses et nous mettre en copie (aeroneutics@engineer.com) afin que nous puissions suivre l'évolution du mail. Ensuite, il devait remplir un formulaire où il devait spécifier son nom, son prénom, sa profession et le nom de son établissement. Ces données nous auraient permis de faire une analyse statistique des résultats et notamment de connaître le domaine dans lequel la campagne a eu le plus de succès. Il a été précisé aux candidats que l'envoi du mail par le biais de listes de diffusion était interdit et que seule une participation était possible. Le résultat du concours devait être publié à la fin du mois de juin.

➔ OBJECTIF 2

Juger si le mode de diffusion par concours est approprié à la diffusion d'une information sur internet.

ETAPE 3 – CHOIX DES CONTACTS INITIAUX

Pour le choix des premières cibles, nous avons tenu à diversifier les milieux : nous avons ciblé des étudiants d'écoles d'ingénieur spécialisées dans l'aéronautique (ENSICA et SUPAERO), des étudiants venant d'écoles d'ingénieur spécialisées dans d'autres domaines ou généralistes (ENSEEIH, ENSE3, ENPC et INSA Toulouse) et des étudiants d'écoles de commerce (HEC Paris et ESSEC). Pour chaque établissement, nous avons choisi 10 étudiants, en respectant la parité homme-femme et en prenant soins d'inclure dans chaque liste des étudiants ERASMUS et IETA quand cela était possible. Le fait d'avoir choisi des milieux de diffusions différents permet d'estimer l'importance de la relation contenu/contexte dans le processus rumoral.

➔ OBJECTIF 3

Vérifier que la plus grande diffusion du message se fera chez les élèves ingénieurs spécialisés en aéronautique et plus relativement chez ceux spécialisés dans des domaines tels que la télécommunication, le génie civil, l'hydraulique etc. Par contre, nous ne nous attendons pas à une diffusion conséquente dans le milieu commercial.

Au-delà de l'étude des caractéristiques de transmission d'une information à travers internet, cette expérience nous permettra de mesurer, via l'analyse des chaînes de propagation, le degré de connectivité qu'il y a entre, dans un premier temps, les élèves ingénieurs issus de différents domaines, ensuite entre les élèves ingénieurs et les étudiants en écoles de commerce.

Malheureusement, l'expérience s'est avérée être un échec. Il y a eu en tout seulement trois réponses dont une positive et malgré le fait d'avoir relancé la campagne, le résultat est resté le même.

III.3.2 Analyse des résultats

La première conclusion que nous pouvons tirer de cet échec, c'est que la notion de véracité, pour ce qui concerne une campagne de marketing viral, est essentielle. L'absence du site web ou d'une page Facebook accompagnant l'opération a contribué à semer le doute chez les cibles. En effet, l'information aurait paru plus crédible aux candidats potentiels si en faisant une recherche sur Internet ils étaient tombés sur le site web de l'entreprise. Alors certes, le contenu du message est vraisemblable mais il aurait fallu gagner complètement la confiance des internautes en rendant beaucoup crédible l'existence de l'entreprise. Ainsi, contrairement à la rumeur, le marketing viral nécessite non seulement que le contenu du message soit vraisemblable mais aussi que l'entité qui se trouve à l'initiative de l'opération parait réelle.

L'échec est peut être dû également à la manière dont l'opération a été menée. Faire la campagne sous forme de concours nous a sans doute porté préjudice. En effet, la prolifération des concours frauduleux sur la toile a eu pour effet d'agacer les utilisateurs d'Internet et de les rendre méfiants, même lorsque la participation est gratuite. Aussi beaucoup d'entre eux ne prêtent-ils pas attention à tous les mails de concours qu'ils reçoivent. Cela, combiné à l'absence de transparence de notre « entreprise », pourrait être la cause de l'échec de notre campagne. Par ailleurs, le fait d'avoir imposé beaucoup de contraintes notamment l'obligation d'envoyer deux mails et de remplir un formulaire a peut être eu un effet négatif sur l'opération. Il est montré que les internautes sont plus enclins à participer à un concours ou, en général, à une activité sur internet lorsque celle-ci ne leur demande pas beaucoup d'effort.

Malheureusement, les résultats obtenus ne nous permettent pas de faire une analyse des chaînes de propagations du message et de tirer des conclusions sur le degré de connectivité entre les élèves ingénieurs et les étudiants des écoles de commerce. Malgré tout, cet échec nous a permis de dégager quelques uns des paramètres qui entrent en jeu dans la diffusion d'une information sur internet.

Dans l'optique d'une étude plus approfondie, il nous semblé utile de mettre au point des modèles permettant de comprendre comment l'expérience aurait pu se dérouler si elle s'était avérée concluante.

IV. LES MODELES

IV.1 Un modèle mathématique de la diffusion de la rumeur

Nous allons dans cette partie nous intéresser à la création d'un modèle mathématique qui aura pour but de prédire l'allure d'une diffusion de rumeur dans le temps, au sein d'une population.

IV.1.1 Hypothèses et modélisation :

Pour E. Morin, la rumeur est assimilée à une maladie : « *cancer mental* ».

Ce modèle sera donc établi sur la base d'une analogie avec une propagation de maladie.

Les hypothèses de départ sont les suivantes :

- L' "infection" s'étend par contact direct d'un sujet dit "sain", c'est-à-dire ne connaissant pas la rumeur, avec un sujet dit "infecté", c'est-à-dire ayant connaissance de cette rumeur.
- Tous les individus sont supposés se connaître, ou tout au moins d'interagir.
- Les individus ayant une fonction de décision identique, elle est donc homogène pour l'ensemble de la population, qui est constante.
- Enfin, l'espace qui n'est pas directement pris en compte dans ce modèle, est supposé également homogène et isotrope puisque les liens sociaux ou les interactions spatiales sont identiques entre les individus.

Notations :

N : Population totale (constante)

I : Population *infectée*, c'est-à-dire *connaissant la rumeur*

S : Population *saine* c'est-à-dire *ne connaissant pas la rumeur*

Supposons la formule de transmission suivante :

$$\boxed{\text{Nouveaux infectés} = \nu SI}$$

Autrement dit, les nouvelles personnes au courant de la rumeur proviennent de l'interaction des personnes saines S avec les personnes infectées I . Il y a d'autant plus de nouveaux infectés que, premièrement il y a plus de personnes saines S et que, deuxièmement il y a plus de personnes infectées I pour les "contaminer".

ν est le facteur de proportionnalité. Il signifie qu'une personne infectée ne révélera pas forcément la rumeur à une personne saine. Il signifie aussi que dans un intervalle de temps, toutes les personnes n'entrent pas en contact.

Il est lié à :

- des variables sociologiques : les gens n'entrent pas en contact n'importe quand, mais selon un rythme qui dépend de leurs liens familiaux, de leur activité économique, du climat, et de bien d'autres choses.
- l'effectif total N de la population. Plus celui-ci est élevé, plus diminue la probabilité pour un individu de rencontrer n'importe quel autre. En somme ν est très variable et il y aura lieu, ultérieurement, de "*modéliser*" aussi ce facteur.

Pour l'instant, prenons le pour un facteur constant. Naturellement, ces nouveaux infectés s'entendent "*par intervalle de temps*". Cette différence de temps s'écrit " dt ".

Les nouveaux infectés sont une "différence d'infectés" dI .

Il faut donc écrire:

$$\frac{dI}{dt} = \nu SI$$

De plus, la population totale est la somme du nombre de personnes infectées et du nombre de personnes saines.

On a donc l'équation supplémentaire :

$$N = S + I \text{ et donc } S = N - I$$

On obtient donc l'équation différentielle suivante :

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \nu I(N - I)}$$

Cette équation n'est pas linéaire mais on peut la simplifier en posant :

$$I = \frac{1}{y}$$

On obtient donc :

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{1}{y^2} \frac{dy}{dt} = \nu \frac{1}{y} \left(N - \frac{1}{y}\right)$$

Et l'équation différentielle devient alors (en multipliant par $-y^2$ de chaque côté) :

$$\boxed{\frac{dy}{dt} + \nu Ny = \nu}$$

C'est une équation différentielle linéaire d'ordre 1 avec second membre constant.

La solution générale de l'équation différentielle sans second membre est la suivante :

$$y = K'e^{-\nu N t}, \text{ avec } K' \text{ une constante pour l'instant inconnue.}$$

Une solution particulière de l'équation différentielle avec second membre est la suivante :

$$y = \frac{1}{N}$$

On a donc la solution totale qui est la somme des deux d'où :

$$y = K'e^{-\nu N t} + \frac{1}{N}$$

Et comme $I = \frac{1}{y}$ on obtient finalement :

$$I(t) = \frac{N}{1 + Ke^{-\frac{t}{\tau}}}$$

Avec $\tau = \frac{1}{\nu N}$ qui est homogène à un temps.

Pour finir le modèle, il nous reste maintenant à déterminer la constante K.

Celle-ci va évidemment dépendre des conditions initiales, c'est-à-dire de la part de la population initialement infectée : notons I_0 la population infectée à l'instant $t = 0$, on a donc :

$$I(0) = I_0 = \frac{N}{1 + K}$$

Et on en déduit finalement :

$$K = \frac{N}{I_0} - 1$$

La fonction de la population saine au cours du temps se déduit de celle de I par la relation : $S = N - I$

Soit :
$$S(t) = \frac{KN e^{-\frac{t}{\tau}}}{1 + Ke^{-\frac{t}{\tau}}}$$

En résumé on a :

$$I(t) = \frac{N}{1 + Ke^{-\frac{t}{\tau}}} \quad (1)$$

avec : $\tau = \frac{1}{\nu N}$ (2)

$$S(t) = \frac{KNe^{-\frac{t}{\tau}}}{1 + Ke^{-\frac{t}{\tau}}} \quad (3)$$

et : $K = \frac{N}{I_0} - 1$ (4)

Interprétation de la courbe :

Voici un exemple de diffusion de la rumeur au sein d'une population de 5000 habitants, avec 5 personnes connaissant initialement la rumeur :

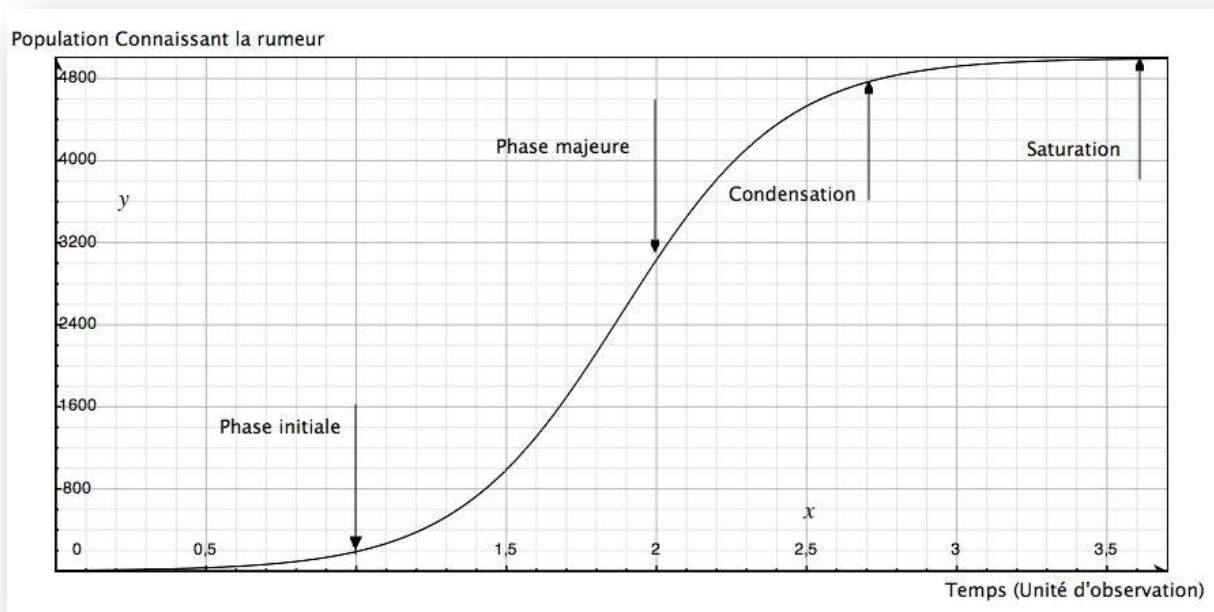


Figure1. Tracé de la courbe $I = f(t)$, formule (1), avec (2) et (4), pour $N=5000$ et $I_0=5$

Le taux d'infection ainsi représenté pour différents pas de temps permet de mesurer la vitesse relative de diffusion de la rumeur par unité d'observation.

Il est possible de décomposer la diffusion dans le temps en différents stades :

- Une phase **initiale** où la rumeur commence juste à apparaître et où la part de la population ayant connaissance de celle-ci est très faible.

- Une phase de **diffusion** majeure où le nombre d'infectés croît de manière exponentielle.
- Une phase de **condensation**, le nombre personnes saines et infectées s'équilibrant.
- Une phase de **saturation** l'essentiel des individus concernés par la rumeur la connaissent déjà.

Notons que dans ce modèle, le temps nécessaire pour que la totalité de la population soit au courant de la rumeur est infini ! On considèrera donc pour la suite que le temps total de l'expérience sera celui atteint lorsque 99 % de la population connaîtra la rumeur.

La population saine quand à elle, décroît de manière symétrique :

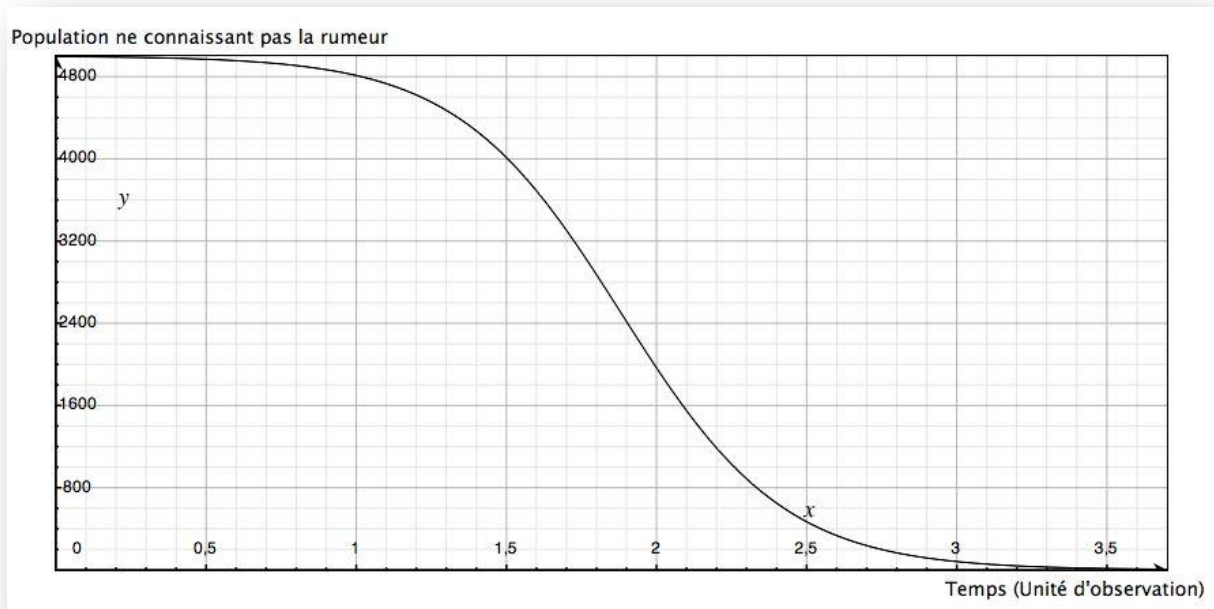


Figure 2. Tracé de la courbe $S = f(t)$, formule (3), avec (2) et (4), pour $N=5000$ et $I_0=5$

Ces deux graphiques ont été obtenus à l'aide de la relation (2), dans laquelle apparait le coefficient ν . Ce dernier a donc été introduit de manière aléatoire pour ces deux tracés. L'objectif est maintenant d'estimer la valeur de ce coefficient.

IV.1.2 Modélisation du facteur : ν

Bien que ce soit seulement dans la section suivante que nous détaillerons notre simulateur informatique permettant de simuler la diffusion d'une rumeur au sein d'une population, basé sur des paramètres purement cognitifs, nous allons ici utiliser un de ses résultats, pour réussir à estimer le facteur ν .

Nous avons fait varier la population N de 1300 à 5000.

En ce qui concerne la variation de I_0 , étant donné que nous ne possédons pas d'ordinateurs assez performants pour lancer une simulation avec une population supérieure à 10000, il a fallu extrapoler sa valeur par rapport à ce que nous connaissons pour une grande ville :

Prenons un exemple : soit une population de 700000 habitants. Nous supposons qu'à l'instant $t=0$, une personne décide de diffuser une rumeur et l'envoie à 500-1000 personnes (ce qui correspond à un carnet d'adresse moyen sur facebook). Ces personnes sont alors considérées comme celles ayant initialement pris connaissance de la rumeur. On se ramène donc à une population (que l'on puisse simuler) de 3000 habitants, et on obtient I_0 variant entre 2 et 5.

Le but est d'essayer de modéliser le facteur ν , ou du moins d'essayer d'extrapoler sa variation en fonction de la population totale N et du nombre de personnes connaissant la rumeur I_0 .

Voici la démarche :

On fait l'hypothèse que les courbes obtenues grâce à la simulation informatique correspondent bien avec ce qui se passe en réalité.

Or, le graphe ci-dessous montre que la simulation informatique confirme très bien le modèle mathématique : on obtient les mêmes courbes en S (sigmoïdes) avec la population infectée variant de I_0 à N .

Il semble donc y avoir corrélation entre le modèle mathématique et la réalité.

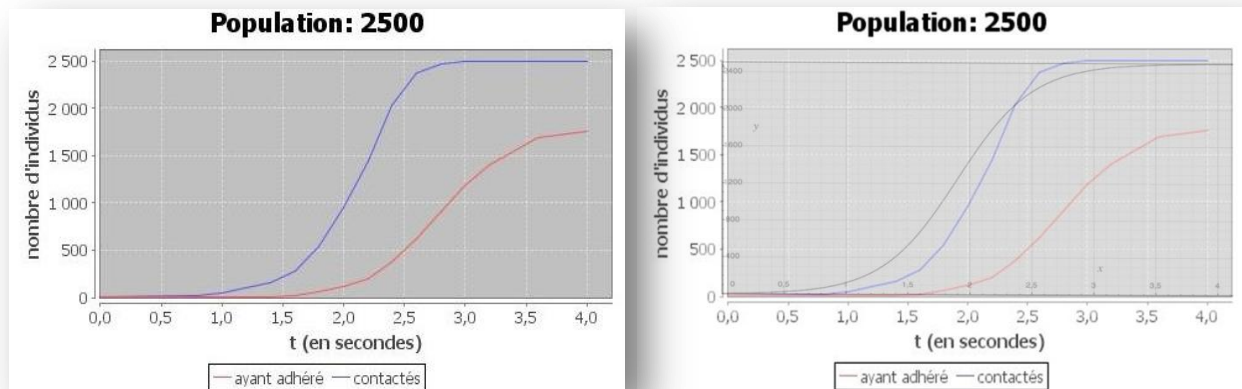


Figure 3. A gauche, résultats du modèle informatique. A droite apparaît en noir la courbe issue du modèle mathématique

Afin de pouvoir maintenant exploiter plus aisément les courbes obtenues, il faut trouver un point facile à calculer. Nous décidons de prendre le point pour lequel la population infectée devient égale à la moitié de la population totale N . Ce qui revient en fait à avoir $I = S$ à un certain temps caractéristique que l'on notera T et que nous nommerons "Temps de demie vie".

Calcul du temps de demi-vie :

$$I(T) = \frac{N}{2}$$

Soit :

$$\frac{N}{1 + Ke^{-\frac{T}{\tau}}} = \frac{N}{2}$$

Ainsi : $Ke^{-\frac{T}{\tau}} = 1$ Et donc :

Pour des raisons de commodité de calcul, il est plus logique de chercher à modéliser directement le paramètre τ (en rappelant qu'il est aussi égal à $\frac{1}{\nu N}$) car c'est celui-ci qui va être utilisé dans la formule de $I(t)$.

En analysant les courbes obtenues informatiquement pour la population variant de 1300 à 5000 et pour I_0 variant de 2 à 5, on remarque que le temps de demi-vie T est quasiment constant, celui-ci variant entre 1,6 et 2,2 unités d'observation.

Compte-tenu des fluctuations dues aux limites du simulateur informatique, nous décidons donc pour cette modélisation de faire l'hypothèse que ce temps de demi-vie est constant et de le prendre égal à la moyenne des valeurs obtenues :

On pose donc : $T=1,9$

Ainsi, comme K dépend uniquement de la population totale N et de I_0 (on rappelle que $K = \frac{N}{I_0} - 1$), on obtient finalement :

$$\tau(N) = \frac{1,9}{\ln\left(\frac{N}{I_0} - 1\right)} \quad (2')$$

Par exemple, pour $N=5000$ et $I_0=5$, on a $\tau \approx 0,275$ unités observation.

On a donc bien, comme prévu, une décroissance de τ (et donc de ν) en fonction de N :

Plus la population N est élevée, plus le temps caractéristique de diffusion τ sera faible.

Ainsi, la diffusion de la rumeur **d'un individu à un autre** sera d'autant plus lente que la population totale sera importante. En effet, comme on l'avait déjà pressenti, plus l'effectif total est élevé, plus diminue la probabilité pour un individu de rencontrer **n'importe quel autre**. Voici l'évolution de τ en fonction de N :

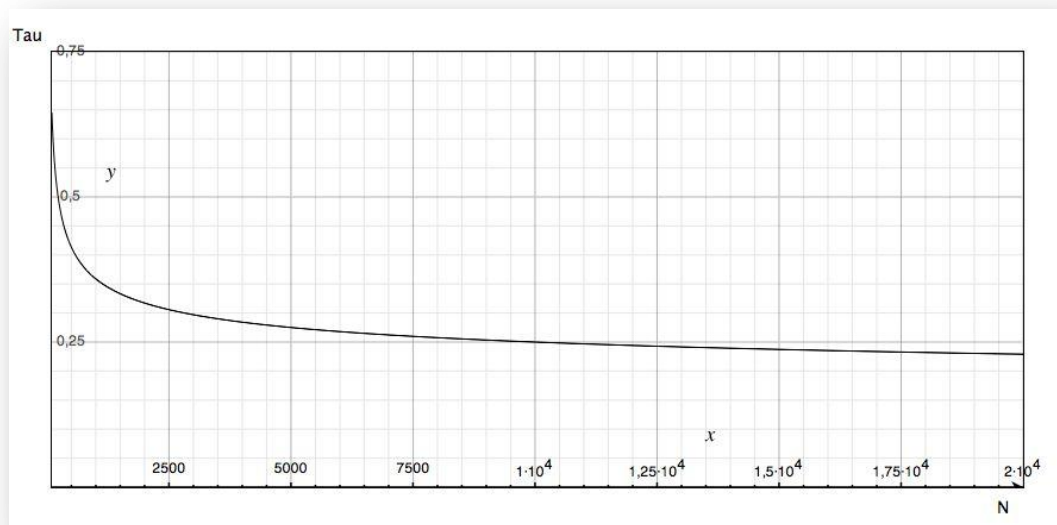


Figure 4. Tracé de la courbe $\tau = f(N)$, formule (2'), pour N variant de 0 à 20000 et I_0 égal à 5

Attention : Dans un même espace géographique donné, le fait que le temps de "contamination" d'un individu à un autre soit décroissant avec N ne veut pas dire que la diffusion **totale** sera plus lente !

En effet, pour le prouver, on peut facilement calculer que le temps mis pour que le nombre d'infectés atteigne 99 % de la population vaut :

$$t = \tau \ln(99K) = 1,9 \frac{\ln(99 \cdot (\frac{N}{I_0} - 1))}{\ln(\frac{N}{I_0} - 1)} \quad (5)$$

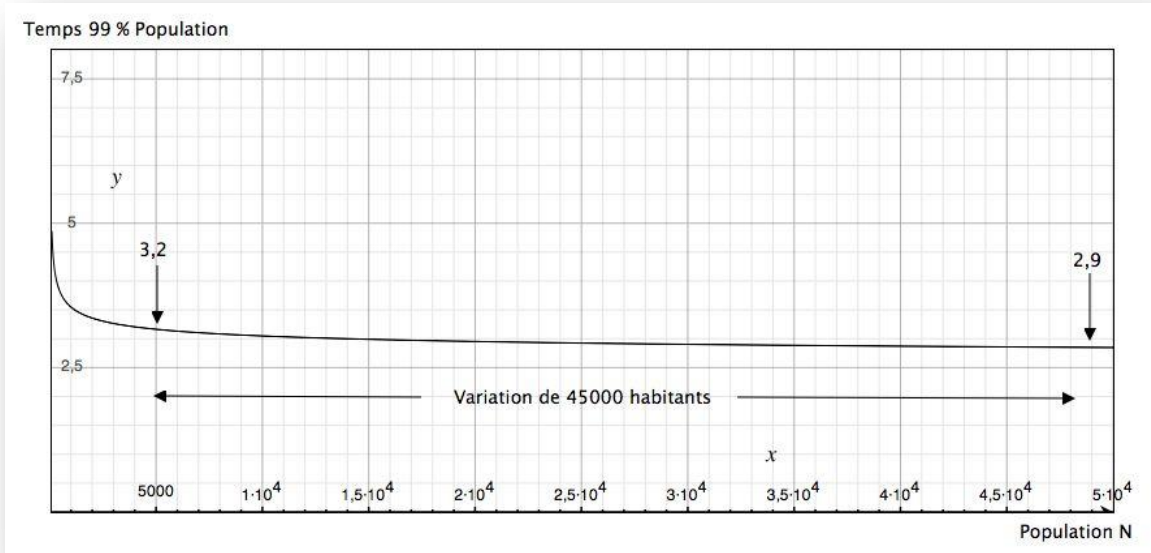


Figure 5. Tracé de la courbe $t = f(N)$, formule (5), pour N variant de 0 à 50000 et I_0 égal à 5

On voit que ce terme décroît extrêmement lentement avec la population totale N et est à peu près égal à 3 (Unités d'observation) dans notre domaine d'étude (village à grande ville).

Le temps de diffusion total peut donc être considéré comme quasiment constant, dans l'hypothèse d'un **espace géographique constant**.

Ceci s'explique par le fait que même si la probabilité pour un individu de rencontrer **n'importe quel autre** diminue quand N augmente, le nombre d'individus (total) avec qui ce dernier pourra entrer en contact sera plus grand ! Ce qui aura donc tendance à équilibrer le phénomène.

IV.1.3 Conclusion de ce modèle:

Il est tout d'abord important de noter que bien que ces formules ne paraissent pas compliquées, elles permettent néanmoins de constater que la diffusion de la rumeur déterministe simple n'est pas si simple que cela, et permettent également de comprendre le mécanisme de sa propagation.

Cependant, ces modèles ne sont pas sans limites : ils tendent à simplifier des phénomènes éminemment complexes, où les hypothèses nécessaires à la modélisation s'avèrent inopérantes pour passer d'un stade descriptif à un stade explicatif, voire prédictif, de la diffusion de rumeur.

La diffusion spatiale est par exemple occultée dans notre modèle : on n'a donc aucune information sur le poids de la distance sur la circulation de la rumeur, ou encore sur les différentes allures géographiques de sa diffusion.

Les méthodes de simulation sont à priori adaptées à la résolution de ce type de problèmes : elles permettent notamment de modéliser un ensemble d'hypothèses sur les processus à l'œuvre lors de la diffusion de la rumeur, de prendre en compte une population hétérogène et de voir comment se déroule sa propagation lorsque l'on fait varier la valeur des paramètres. Ce qui est très difficile à résoudre analytiquement devient alors possible avec les méthodes de simulation.

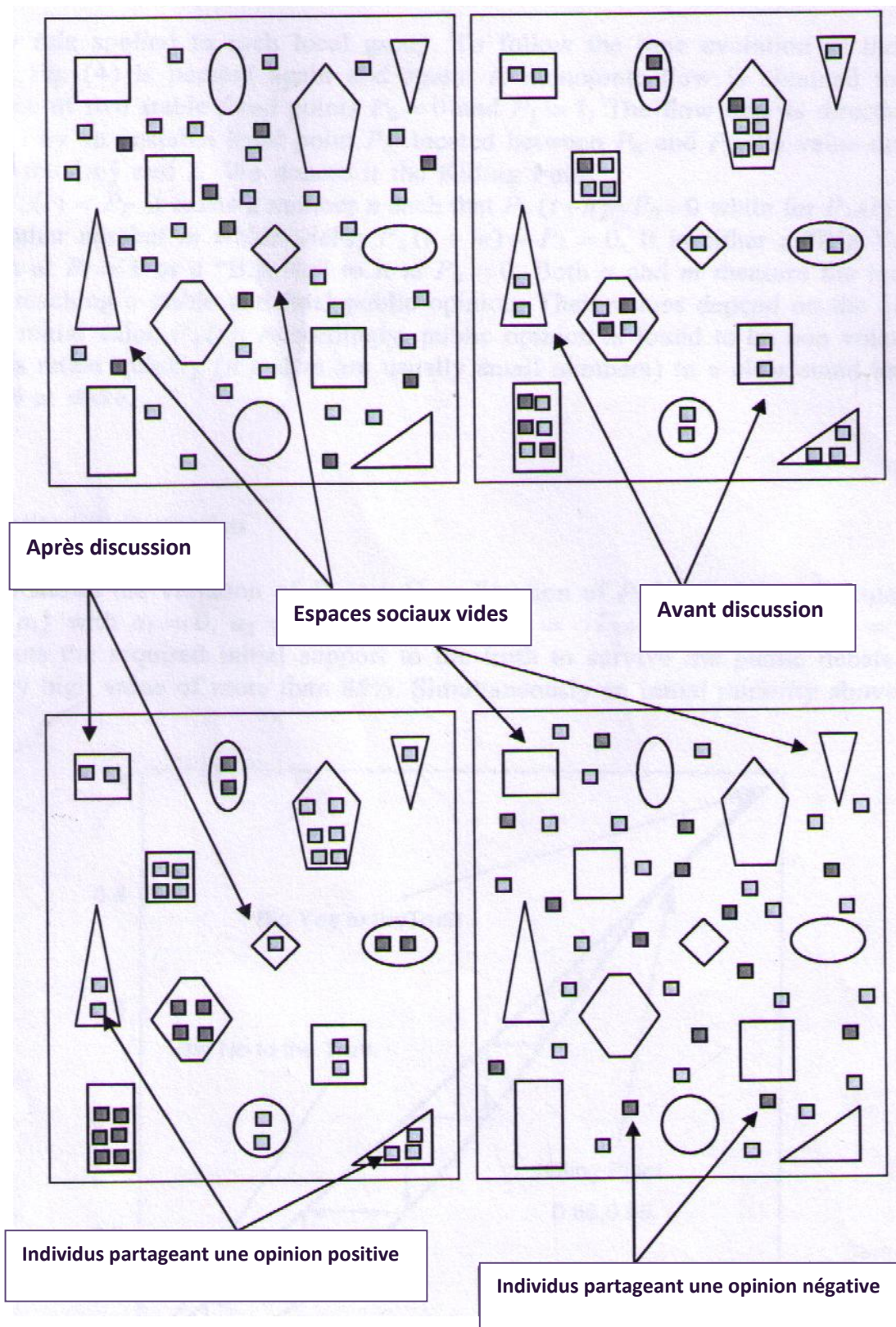
Nous abordons alors maintenant le détail de la conception du logiciel de simulation informatique, dont un des aspects a déjà été aperçu dans cette partie.

IV.2 Un modèle informatique de la diffusion de la rumeur

Tenter de comprendre comment celle-ci va être traitée par les autres individus, c'est tenter de comprendre comment ses vecteurs de transmission se mettent en place ; cette approche est primordiale, puisqu'elle a été le précurseur de notre modèle.

Pour ce faire, nous nous sommes inspirés de l'article de Serge Galam, intitulé « *Modeling rumors : the no plane Pentagon French hoax case* » dans lequel il fait référence à la rumeur selon laquelle certains français prétendent qu'un avion ne serait écrasé sur le Pentagone le 11 Septembre 2001.

Dans son modèle, il considère une société dite parfaite, où chaque individu a un pouvoir de conviction unique, c'est-à-dire qu'il présente deux statuts uniquement : pour ou contre la vérité (pas sans avis). Il fait également l'hypothèse que chaque individu pris dans un débat local alignera finalement sa position sur celle de la majorité du groupe au sein duquel il est : il y a un consensus. Le schéma ci-dessous représente la dynamique d'une étape de transmission de rumeur :



Les formes géométriques représentent les groupes de discussion, et les carrés les individus : en gris pour, en noir contre. En haut à gauche, on voit les gens partageant les deux opinions dispersés un peu partout : il y a 28 gris et 9 noirs. En haut à droite, les gens déjeunent par groupe de tailles variables. Ils commencent à échanger, et pas un encore n'a changé son opinion. En bas à gauche, les déjeuners se terminent, et le consensus mentionné ci-dessus s'est établi dans chaque groupe. Au final, on distingue désormais 23 gris et 14 noirs. En bas à droite, les gens se séparent et leur statut reste intact jusqu'à la prochaine étape.

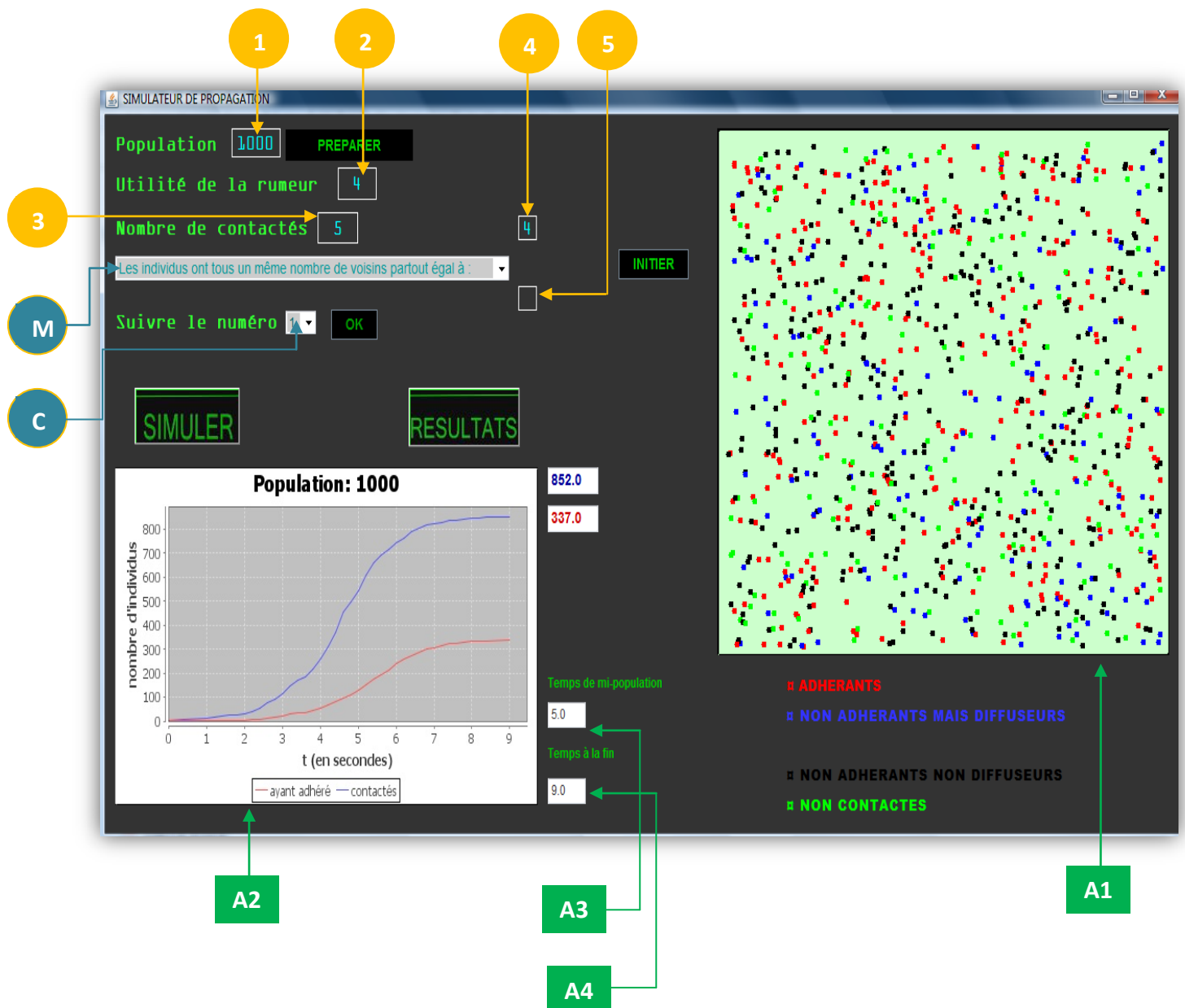
IV.2.1 Le simulateur

Nous nous sommes inspirés du schéma ci-dessus dans la conception de notre simulateur de propagation.

Nous avons choisi de le développer en langage *JAVA* sous *Netbeans*.

Commençons par en décrire les principales fonctionnalités. Le but de celui-ci est de donner un aperçu en temps réel de la diffusion d'une rumeur au sein d'une population bien définie grâce à une interface graphique. Il indique également sur des pas de temps réguliers le nombre de personnes en contacts avec l'information ainsi que celui des personnes l'adoptant.

En voici une capture d'écran ci-dessous. Les différentes annotations sont expliquées en annexe.



Deux précisions s'imposent sur le plan informatique:

- Chaque point représentant un individu est un processus indépendant. Autrement dit, lorsque la population est par exemple définie à 1000 habitants, cela signifie qu'il y a 1000 processus en parallèle qui s'exécutent. La conséquence en est que la taille de la population doit être limitée, sous peine d'avoir un excès de mémoire cache. En pratique, on peut vérifier que sur un ordinateur « classique », la simulation commence à saturer au-delà de 5000 habitants.
- D'autre part, on a défini un temps de réaction aléatoire pour chaque individu. Celui-ci est à distinguer du temps d'échantillonnage, qui est celui au bout duquel les mesures nécessaires au graphique sont prélevées. D'après le théorème de Shannon-Nyquist, fondamental en théorie du signal, il faut que ce temps d'échantillonnage soit inférieur ou égal au double du plus grand temps de réaction. Ici, nous avons choisi un prélèvement de toutes les 200 millisecondes, soit une fréquence de 5Hz, ce que l'œil est capable de distinguer, ce qui a conditionné la fourchette des temps de réaction.

Avant de décrire le modèle implémenté, il y a un autre aspect important à prendre en compte pour pouvoir interpréter correctement les résultats.

Chaque individu est représenté par un point, et a donc des coordonnées géographiques sur la carte. Cependant, on suppose qu'il n'y a pas de mobilité durant un exercice. C'est pourquoi les distances visibles entre les différentes personnes ne sont pas à considérer au sens propre, mais plutôt au sens social. Par exemple, une personne de nature peu sociable sera caractérisée sur la carte par le fait qu'elle soit isolée des autres au sens géographique du terme.

C'est la raison pour laquelle nous avons implémenté le deuxième mode : en effet, dans ce cas, définir un rayon de voisinage permet de prendre en considération l'aspect sociable des individus ; ce que le premier mode lui ne permet pas.

En d'autres termes, le premier mode impose une simulation avec autant de contacts par personnes, et ce quelque soit sa personnalité, alors que le second impose un nombre aléatoire de contacts par personne caractérisé par sa personnalité.

IV.2.2 Le modèle cognitif

Le modèle est bâti sur trois paramètres seulement :

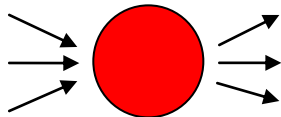
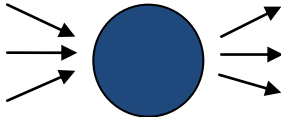
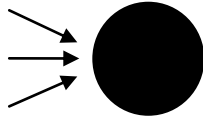
- Le seuil d'intérêt, noté θ et gradué sur une échelle de 1 à 10, est une propriété intrinsèque d'un individu : il sera d'autant plus élevé que l'information devra être intéressante pour avoir des chances d'être retenue.
- L'opinion notée G prend les valeurs 1 ou -1. Si elle vaut 1, cela signifie que l'individu retient l'information ; si elle vaut -1, alors a contrario il la rejette.
- L'utilité de la rumeur, notée U et qui vaut comme indiqué dans le tableau ci-dessus : $U = \text{Importance} / \text{Ambiguïté}$. Au plus ce terme est élevé, au plus la rumeur associée aura des chances d'être retenue.

En outre, corrélé à cela, nous considérons que l'individu a trois états possibles : soit il ignore l'information ; soit il se contente de la retenir ou soit il la retient et la diffusera lors de ses futures rencontres.

De plus, nous faisons les hypothèses suivantes :

- Un individu qui adhère à la rumeur la diffuse systématiquement.
- La diffusion, dès lors qu'elle est possible, est toujours totale : transmission à tous les contacts de la personne qui en est à l'origine.
- Un individu indifférent bloque la propagation.

En somme, le tableau suivant regroupe les fonctions déterminant les états possibles :

$U \geq \theta + G $	Adhère + Diffuse (source) 
$U > G $	Diffuse (diffuseur) 
$U \leq G $	Indifférent (puits) 

IV.2.3 Influence de quelques paramètres

Pour cette étude plus approfondie, se voulant complémentaire au modèle mathématique, nous avons fait une série d'expériences et relevé de nombreuses valeurs, pour en tirer certaines tendances. Une des limites du simulateur est qu'il n'est pas possible de conserver la même population d'une simulation à l'autre. Pour avoir des résultats corrects, il nous a donc fallu faire une moyenne sur les valeurs issues de trois expériences similaires consécutives.

Avant d'aborder cette section, précisons que :

- le **mode 1** du simulateur représente en quelques sortes une diffusion de rumeur **de proche en proche**, puisque les contacts sont les proches voisins.
- le **mode 3** plus une **diffusion de type mail**, puisque les contacts sont dispersés dans la population.

Nous avons choisi d'étudier l'influence de certains paramètres dans ces deux modes, afin de comparer les conclusions.

❖ Influence du nombre initial de contactés

Dans la partie précédente, nous avons déjà évoqué que pour I_0 variant de 2 à 5, le temps de demi-vie T était quasiment constant. Cette constatation a été faite dans le cadre d'une simulation issue du mode 4, le mode combiné des modes 1 et 3.

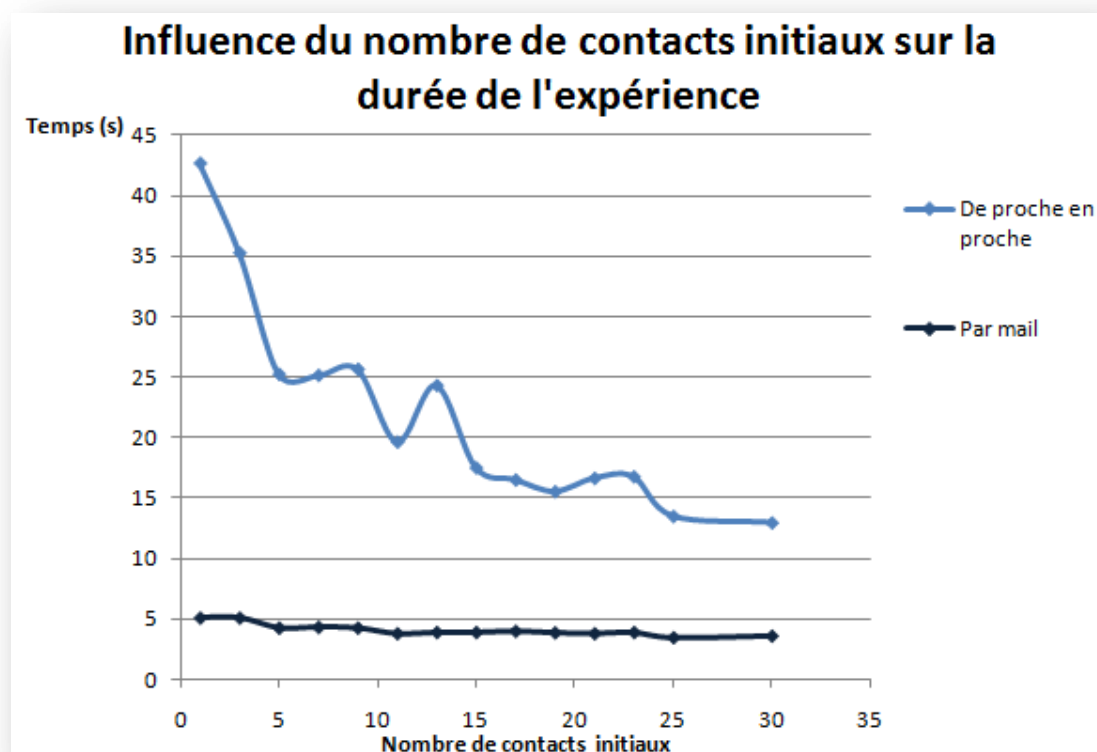


Figure 6. Temps de simulation en fonction du nombre de contacts initiaux pour les modes 1 et 3

Sur le graphique précédent, on constate que le temps de simulation a une tendance décroissante pour le mode 1, de proche en proche, alors qu'il est presque constant pour le mode 3, par mail. De plus, on lit clairement que le temps de diffusion par mail est bien plus court que celui du premier mode.

Autrement dit, lorsque l'on combine à la fois le mode de proche en proche, et le mode par mail, le temps d'expérience qui sera dominant sera celui du mode par mail. Cela explique bien pourquoi on avait fait le constat que pour le mode 4, qui combine les deux, le temps d'expérience était quasi-constant, quelque soit le nombre de contacts initiaux.

➔ Dans la pratique, ce résultat est intéressant, puisqu'il met en évidence le fait que si l'on souhaite diffuser une rumeur de proche en proche, il faudra cibler au départ un grand nombre de sources pour atteindre le monde le plus rapidement possible ; ce qui n'est plus nécessaire de faire lorsque l'on veut la diffuser une rumeur via Internet.

Explication possible : Sur Internet, une rumeur pourrait se propager rapidement car elle n'est pas coûteuse en temps et argent : le média électronique communique très rapidement une information touchant diverses populations. Au contraire, la communication interpersonnelle directe, le bouche-à-oreille comme on dit, repose sur de longs enchaînements de contacts.

De plus, et c'est ce que mettent en valeurs les fluctuations, il faudra bien choisir les contacts de départ, puisque l'on voit que si l'un d'eux est un *puits*, on perd l'occasion de toucher une partie de la population, et ceci est d'autant plus vrai dans le mode 1.

❖ Influence du nombre de contacts de chaque individu

Nous avons étudié cette influence sous deux aspects : le statut final de la population et le temps de simulation.

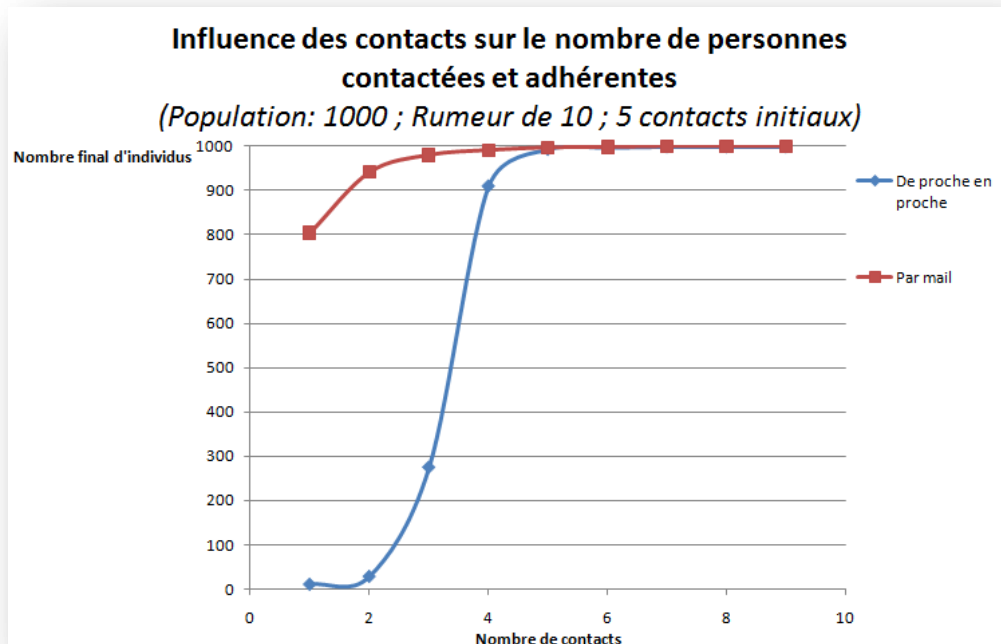


Figure 7. Contactés et adhérents en fonction du nombre de contacts par individu pour les modes 1 et 3

Sur ce graphique, on observe que pour le mode de diffusion par mail on tend facilement vers la population totale ; alors que de proche en proche, il y a un seuil de nombre moyen d'amis à partir duquel on peut espérer une propagation efficace de la rumeur.

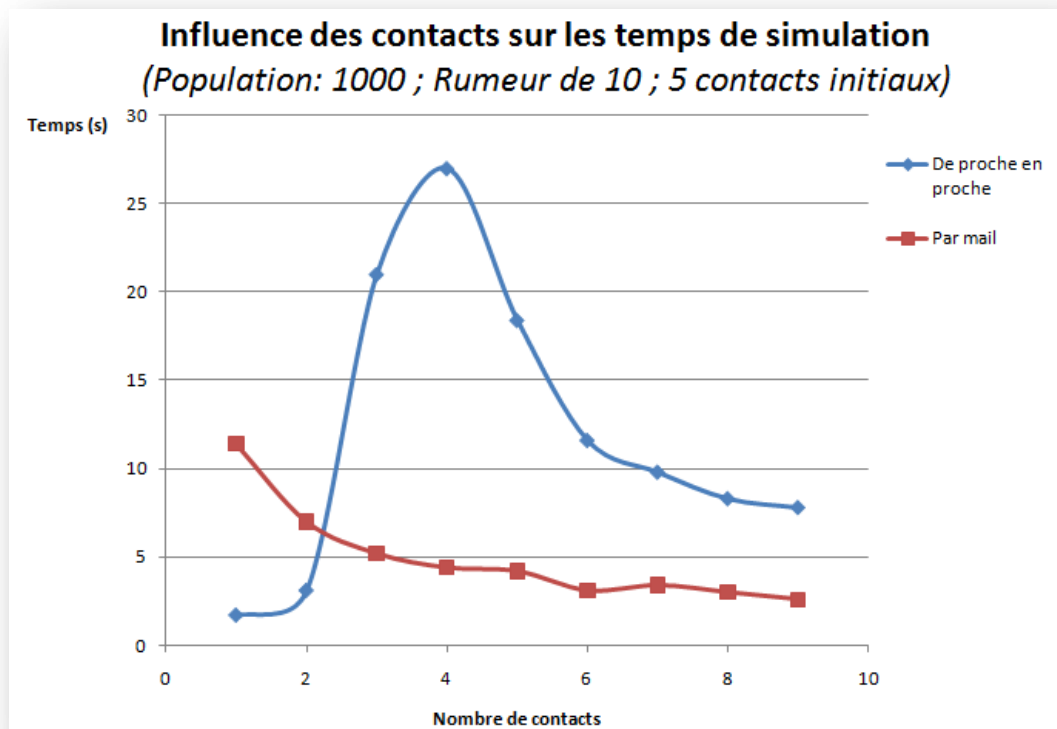


Figure 8. Temps de simulation en fonction du nombre de contacts par individu pour les modes 1 et 3

Il n'y a pas de surprise de logique par mail : en effet, le temps de simulation diminue lorsque le nombre de contacts des individus augmente. En revanche, la courbe pour le mode de proche en proche est étonnante car elle semble présenter une situation pour laquelle le temps est maximal.

Explication possible : Le maximum ici observé peut se comprendre si l'on regarde les deux figures de cette section, pour le mode de proche en proche. Moins les individus ont de contacts, moins la rumeur n'atteindra de personnes, et plus la simulation tournera court. Au contraire, plus ils en ont, plus la rumeur atteindra de personnes, et plus la durée de la simulation sera allongée.

➔ Dans la pratique, on pourrait alors légitimement se poser la question suivante : *est-il préférable de contacter un maximum d'individus dès le départ, au risque qu'ils ne soient pas très sociables (très peu de contacts personnels) ; ou plutôt est-il préférable de privilégier un petit nombre d'individus dès le départ, qui ont à l'inverse beaucoup d'amis ?*

Pour répondre à cette question, plaçons-nous dans le cas où le nombre de contacts initial est 5, car c'est dans cette configuration qu'est tracée la courbe ci-dessus.

- ❖ On lit sur la *figure 6* que pour $I_0 = 5$, la simulation dure 25 secondes pour le mode 1, et dure 4 secondes pour le mode 3.
- ❖ On lit sur la *figure 8* que pour $I_0 = 5$, c'est pour environ 4 amis par individus (maximum) que la simulation dure 25 secondes pour le mode 1 ; et c'est pour aussi environ 4 amis par individus que la simulation dure 4 secondes pour le mode 3.

Réponse possible : Si l'on souhaite propager la rumeur via l'Internet, on pourra sans souci optimiser la durée de diffusion en choisissant un grand nombre de contacts initiaux. S'il s'agit d'une propagation de proche en proche, il faudra faire attention au contraire à bien cibler dès le début, puisqu'il est possible d'avoir un temps de diffusion maximal lorsque l'expérience se déroule avec des individus ayant un nombre moyens de contacts égal à 4.

❖ Influence de l'utilité de la rumeur

Le tableau ci-dessous présente des exemples de rumeurs (certains comiques...) que nous avons choisis nous mêmes de classer ainsi sur l'échelle de 1 à 10, selon notre propre jugement, par ailleurs justifié. Il s'agit juste là de donner un aperçu de la signification concrète de ce que nous nommons « utilité » U . Mais encore une fois ce classement n'engage que nous... Il serait différent pour un autre individu, dans un autre pays, et cela se réfère aux trois notions fondamentales posées en tout début de ce rapport.

U	Nom de la rumeur	Justification
10	« Le leader d'Al Qaida, Oussama Ben Laden, a disparu »	Concerne le monde entier, importance majeure
8	« Carla Bruni Sarkozy est enceinte »	Concerne les français principalement, sujet passe-partout
6	« Georges Tron poursuivi pour affaire de mœurs »	Affaire nationale, personne sujet pas très connue
4	« AirExpo sera annulé cette année »	Affaire régionale, pas forcément médiatisée
1	« La Soirée des Arts de l'ENSICA est annulée »	Affaire extrêmement locale, pas médiatisée

Le graphique suivant démontre l'effet de l'utilité de la rumeur sur le nombre de personnes au courant de celle-ci et le nombre de personnes y ayant adhéré, toujours pour les deux modes.

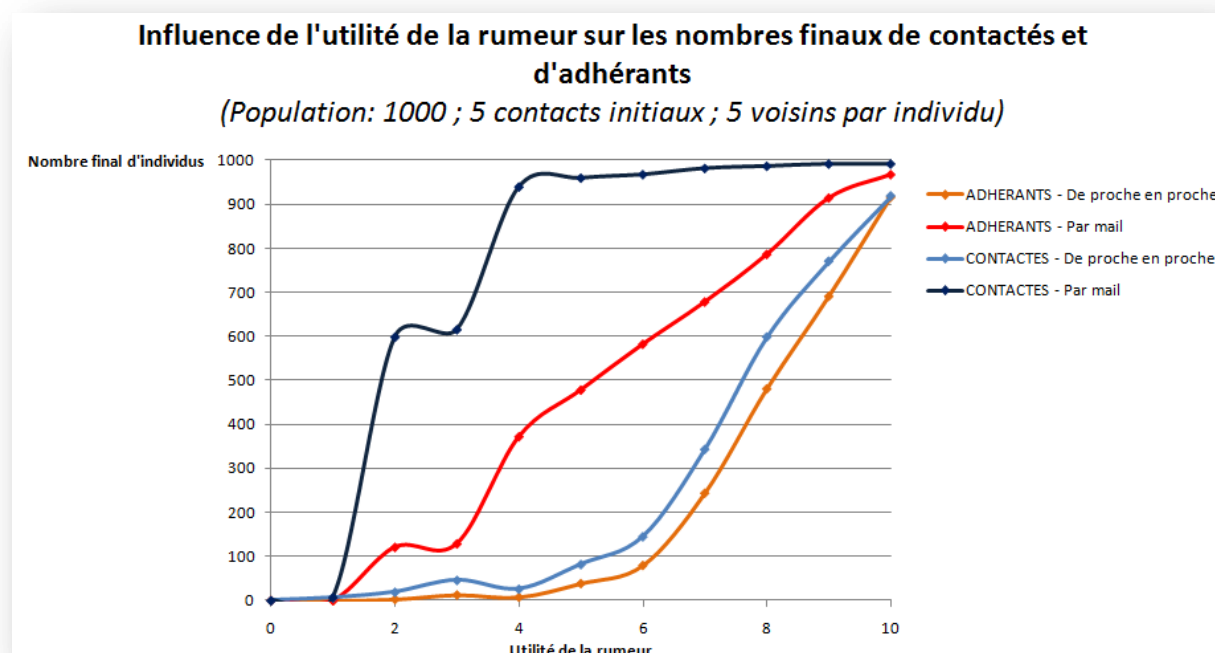


Figure 9. Contactés et adhérents en fonction de l'utilité de la rumeur pour les modes 1 et 3

Nous voyons clairement sur ce graphique que la diffusion de la rumeur est d'autant plus efficace que son utilité est importante, car elle touche plus de monde.

Nous pouvons également faire deux autres constats :

- Dès une rumeur de niveau 4, la quasi-globalité de la population est au courant pour le mode par mail ; alors que la diffusion ne «décolle » qu'à partir d'une rumeur de niveau 6 pour le mode de proche en proche.
- Aux fluctuations près (dues aux limites du simulateur - voir ci-dessus), pour le mode par mail, l'évolution du nombre d'adhérents est linéaire avec le niveau de la rumeur ; alors que de proche en proche, la loi d'évolution du nombre d'adhérents suit exactement celle du nombre de contactés (type exponentielle).

➔ Dans la pratique, une rumeur de faible utilité (c'est-à-dire à faible niveau d'importance et fort niveau d'ambiguïté), se propagera de manière bien plus efficace par mail que de proche en proche. En outre, il faut que l'information véhiculée par la rumeur soit très importante et de faible ambiguïté pour qu'elle puisse s'étendre à l'ensemble de la population de proche en proche.

Explication possible : l'utilité de la rumeur est étroitement liée à sa portée géographique. Grâce à l'usage d'Internet, il est possible de franchir ces barrières géographiques, et de diffuser n'importe quelle information à l'autre bout du monde.

IV.2.4 Conclusion de ce modèle

Comme tout programme informatique, il n'y a jamais de limite : ce modèle peut toujours être amélioré. Nous avons déjà fait l'état d'une limite, qui est que la population change d'une population à l'autre : on pourrait très bien améliorer cela pour avoir une population bien définie pour en faire des simulations cohérentes.

Par ailleurs, le modèle cognitif peut être approfondi, en ajoutant le statut de *filtre*, par exemple : c'est-à-dire celui d'une personne ne choisissant de diffuser la rumeur qu'à une partie de ses contacts. On pourrait également prendre en considération les individus qui décident de ne plus croire à la rumeur.

Enfin, pour le moment nous modélisons les interactions sociales grâce aux distances visibles sur l'écran. On pourrait rajouter de la mobilité des individus au cours du temps, ce qui permettrait de simuler l'évolution des carnets d'adresses au cours du temps.

V. L'EXPERIENCE *PETIT MONDE*

Les modèles nous ont prouvé qu'une diffusion de rumeur, ou plus généralement d'information, était efficace par mail. L'échec cuisant de la première expérience *Aernewtics* nous a poussés à réaliser une deuxième tentative pour étudier la propagation d'information dans les réseaux sociaux : « *Petit Monde* ».

V.1 Bref historique

En 1967, le psychologue américain Stanley Milgram a tenté une expérience qui avait pour objectif de faire parvenir un courrier correctement emballé à un destinataire en passant par le moins d'intermédiaires possibles. Pour cela, Stanley Milgram s'est adressé aux individus d'une population restreinte à 217 habitants, et leur a demandé de transmettre le colis à des connaissances qui le transmettraient elles-mêmes à d'autres, susceptibles de connaître quelqu'un étant en relation avec le destinataire final.

L'expérience s'est soldée par les résultats suivants : seuls 29% d'entre eux parvinrent au destinataire en seulement une moyenne de 5,2 intermédiaires. D'où l'appellation « *Petit Monde* ».

V.2 Notre expérience

Nous avons trouvée intéressante l'idée de renouveler cette expérience pour connaître les échanges et les interactions entre individus appartenant à des milieux sociaux différents.

Nous avons alors centré notre étude sur les étudiants en école de commerce et ceux en école d'ingénieurs.

La première étape fut donc de sélectionner des étudiants appelés « *sources* » en écoles de commerce et en écoles d'ingénieurs, et d'en obtenir les adresses mails.

Ici, l'objet à « transporter » n'est pas un colis physique, mais un simple courrier électronique. Dans celui-ci est dévoilée très brièvement l'identité du destinataire : en particulier, nous avons décidé de ne fournir que **son nom, son prénom, sa profession ainsi que le lieu où il l'exerce**. Bien entendu, nous avons choisi un destinataire, dit « *cible* », en lui demandant son accord de participation, et en le mettant dans la confidentialité.

Comme pour l'expérience de Milgram, nous avons choisi une cible *a priori* inconnue des sources. Ces dernières devaient donc à transférer le message à leurs contacts personnels pour réussir à le faire parvenir dans la messagerie électronique du destinataire.

Enfin, puisque nous avons privilégié la procédure par courrier e-mail, il fallait préciser certaines règles à respecter : en particulier, l'usage de tout groupe de diffusion, ainsi que les sites de réseaux sociaux d'aujourd'hui (Facebook, Twitter...) furent interdits.

Nous avons fait l'expérience dans les deux sens, à savoir « de ingénieur vers commerce », puis « de commerce vers ingénieur » pour comparer les deux.

Voilà le mail, appelé « ISAE_PETIT MONDE » qui fut l'objet à transférer dans l'un des deux sens:

Salut,

Nous sommes un groupe d'étudiants à l'ISAE et nous cherchons à reproduire en France une étude menée aux Etats-Unis dans les années 70 par Stanley Milgram dans L'Etude du petit monde, dans laquelle il affirmait que deux personnes prises au hasard dans la population américaine étaient en moyenne reliées par une chaîne de 6 relations.

Il s'agit d'un projet important dont l'évaluation compte de manière considérable pour la validation de notre année d'étude en cours.

Voici donc le principe simple, de notre expérience: l'individu source (vous) doit entrer en contact avec l'individu cible, en lui envoyant **CE** message à son adresse mail personnelle (et NON son adresse liée à son école).

Bien sûr, voilà les règles du jeu:

- l'individu source ne connaît, par hypothèse, d'aucune manière (adresse mail, facebook...) l'individu cible.

- l'individu source doit donc passer par ses propres contacts, qui de proche en proche ainsi, pourront réussir à atteindre l'individu cible.

ATTENTION: interdiction de passer par les annuaires et réseaux sociaux (type Facebook, Twitter, Viadeo... ça fausserait bien entendu l'expérience); il ne faut le faire QUE par ses contacts personnels (se dire "je crois que celui-là, qui habite là-bas, pourrait connaître un autre qui connaîtrait un autre qui...").

Plus d'informations sur l'expérience de Milgram: http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tude_du_petit_monde

La cible choisie est: Dxxxx Sxxxxxxxxxxx, étudiant à Nantes en école de commerce.

Lorsque c'est gagné, la cible (avec laquelle on a eu un accord avant de lancer l'expérience) nous retourne toute la chaîne qui l'a atteinte. Expérience terminée et début de l'analyse.

Procédure: Pour arriver à joindre la cible, il est donc nécessaire de réaliser une chaîne de mails. Pour transmettre à ses contacts, il faut en permanence transférer (forwarder) le mail, EN NOUS METTANT EN COPIE (dans "cc" mettre l'adresse projet.migs@gmail.com); de cette manière, nous pourrions suivre le parcours et l'évolution de la chaîne. Puis, comme celle-ci nous sera retournée à la fin, nous pourrions compter le nombre d'intermédiaires qu'il y aura eu. C'est ce nombre là que nous voulons.

Nous vous remercions d'avance pour votre aide

Notre démarche :

En tirant les résultats de notre première expérience, nous avons cette fois-ci pris l'initiative d'appeler directement les individus potentiels pour leur faire prendre connaissance de notre projet. Ainsi, nous nous sommes mis en relation avec plusieurs dirigeants de Bureau des Elèves de quelques grandes écoles de commerce, telle que HEC de Jouy en Josas, ou encore l'ESSCA Angers.

Ceux-ci se sont montrés à l'écoute, et les réponses ont été mitigées : certains visiblement sceptiques, nous ont invité à écrire un mail à leur adresse BDE, sans demander plus de précisions, alors que d'autres, en revanche, ont souhaité en savoir davantage et nous ont même fait part de leur volonté de participer à l'expérience.

De plus, nous avons voulu assurer le coup, en nous rendant également dans les écoles de commerce : ESCP-EAP Paris, ESG Paris et NEGOCIA Paris, puis à ESC Toulouse. Pour préparer la présentation du projet, nous avons rédigé un petit *flyer*, qui peut être consulté en annexe. Cette approche fut très intéressante, puisqu'elle s'est apparentée à une approche commerciale, constituée des différentes étapes du « *sales talk* » (discours de vente) associé au cycle de vente:

- La pré-approche : comment aborder le client.
- L'approche : se présenter.
- L'introduction : comment introduire le produit.
- Le développement : explication du produit.
- La « signature » : moment où le client prend sa décision
- La close : façon de rassurer le client.

En étudiant les techniques commerciales, nous avons compris que lorsqu'il s'agit de faire de la vente au porte à porte, (ce qui était plutôt le cas ici), une manière efficace pour réussir la pré-approche est de montrer une liste de noms des personnes déjà rencontrées, ou mieux de celles ayant déjà acheté le produit, pour démontrer la crédibilité et le sérieux du vendeur. C'est une façon de créer un premier contact avec le nouveau client potentiel. C'est la raison pour laquelle nous avons préparé d'une petite grille accompagnant le *flyer* servant d'annuaire des noms et adresses mails au préalable abordées et intéressées pour participer.

Enfin, pour la close, nous leur avons dit que nous leur enverrons les résultats de l'expérience une fois celle-ci terminée.

V.3 Les résultats

Le tableau suivant synthétise nos résultats :

	Nombre de personnes ayant donné leur adresse mail	Nombre de personnes ayant initié une chaîne	Chaîne la plus longue (en nombre d'intermédiaires)	Nombre de fois où la cible a été atteinte
COMMERCE → INGENIEUR	18	6	3	1
INGENIEUR → COMMERCE	14	8	2	0

Comme en témoigne ce tableau, nous avons du à nouveau faire face à une déception malgré tous nos efforts. Par conséquent, plutôt que de tracer le diagramme des relations sociales avec le logiciel *Ucinet*, nous avons plutôt essayé d'expliquer les hypothétiques causes de ce nouvel échec.

- Nous avons fait une grossière erreur lorsque nous nous sommes rendus dans les écoles : nous avons laissé les gens écrire eux-mêmes leur adresse personnelle. Malheureusement, lorsque l'on a voulu leur envoyer le mail à transférer, certaines adresses ont été illisibles. Il aurait mieux fallu les écrire nous-mêmes...
- En faisant de la psychologie, et avec de la patience, il est possible de convaincre notre cercle d'amis le plus proche de participer à l'expérience. En revanche, cela devient beaucoup plus difficile lorsque le mail arrive dans les boîtes des amis de nos amis. En effet, nous ne nous connaissons pas forcément : la seule façon qu'ils se décident à poursuivre à leur tour, est qu'ils soient très proches de nos amis et leur accordent une grande confiance.
- Les gens ne lisent tout simplement pas correctement (ou pas du tout) leurs mails. Ils ne sont pas motivés pour les lire. Il y a donc eu un compromis difficile à faire pour rédiger le mail à transférer entre sa longueur, et son contenu, car toutes les indications nécessaires pour faire perdurer le déroulement de l'expérience devaient bien entendu y être inscrites.

VI. CONCLUSION

Malgré tous nos efforts, les expériences de terrain, *Aeronewtics*, et « *Petit Monde* » ont abouti à des résultats très mitigés en terme de participation. Nous n'avons ainsi pas eu assez de données pour pouvoir les exploiter pleinement et en tirer des conclusions sur le plan des échanges entre les étudiants des écoles d'ingénieurs et ceux des écoles de commerce.

Néanmoins, elles ont révélé les failles qui peuvent conduire à l'échec de quelques opérations de communication. Nous avons montré par ce biais que le listing de la procédure gagnante du Marketing Viral est très compliquée à mettre en place, et nécessite réellement une grande séquence de réflexion s'inscrivant dans le planning d'une campagne marketing.

Il a fallu développer en parallèle des modèles (mathématique et informatique) et donc élargir notre projet, initialement purement sociologique, en un projet pluridisciplinaire regroupant plusieurs compétences : sociologique, mathématique et informatique; afin de voir ce qu'il aurait pu se produire si nos expériences s'étaient avérées être un succès.

En particulier, les résultats des deux modèles mathématique et informatique s'accordent à démontrer la même loi d'évolution de la rumeur au sein d'une population. L'écart observé entre les faits réels et les simulations montre la difficulté de prédire le comportement humain à cause d'un paramètre impossible à modéliser: **le libre-arbitre**. A savoir, les gens ne sont pas des électrons qui suivent gentiment une loi déterministe, mais sont capables de faire des choix, d'avoir des raisonnements, des opinions qui leur sont propres, rendant ainsi toutes leurs actions très difficiles à prédire.

Finalement, ce projet fut très riche de part tout ce qui vient d'être résumé, mais aussi car débouchant sur des terrains d'étude qui nous été complètement étrangers auparavant, comme celui commercial. Beaucoup d'éléments peuvent être repris, comme par exemple l'expérience *Aeronewtics*, ou encore les modèles qui ne sont valables pour le moment que dans les hypothèses évoquées.

VII. REFERENCES

- Rapport PIP 2008-2009 « *Les réseaux d'anciens élèves* » de Nathanael Delarge.
- Rapport PIP 2009-2010 « *Les réseaux d'anciens élèves* » de Vincent Ernst.
- « *Les chaînes relationnelles entre anciens étudiants : l'usage des carnets d'adresses électroniques* », Novembre 2010, article de Marie-Pierre Bes.
- Article de *Science* Volume 301, 8 août 2003, « *An Experimental Study of Search in Global Social Networks* », de Peter Sheridan Dodds, Roby Muhamed et Duncan J. Watts.
- Cours Syrres, « *Réseaux sociaux* », de Jean-Loup Guillaume.
- « *Modelling rumors: the no plane Pentagon French hoax case* », Septembre 2002, article de Serge Galam.
- « *Sociologie des usages* », article de Florence Hamel et Corentin Huteau.
- « *Les chaînes relationnelles entre anciens étudiants : l'usage des carnets d'adresses électroniques* », Novembre 2010, article de Marie-Pierre Bes.
- « *Partitionnement d'un réseau de sociabilité* » de Romain Boulet et Bertrand Jouve de l'université de Toulouse le mirail.
- « *Effets d'un filtre cognitif sur la diffusion d'information* », avril 2006, article de S. Huet et G. Deffuant.
- « *An Experimental Study of Small World Problem* » de Jeffrey Travers et Stanley Milgram de l'université d'Harvard. Lien <http://www.jstor.org>.
- « *Les rumeurs en tant que phénomène d'influence sociale* », mai 2004, dossier de Adeline Michel, A.C. Sordet et E. Moraillon.
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Exp%C3%A9rience_de_Milgram
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Marketing_viral
- http://benoli.typepad.com/facilys/2008/11/marketing_viral.html
- <http://www.hoaxbuster.com/dossiers/detail.php?idDossier=18290>

VIII. ANNEXES

Aeronewtics : Mail Viral



Cher étudiant,

Nous avons le plaisir de vous annoncer qu'un Concours est ouvert par notre entreprise [Aeronewtics](#) jusqu'au 31 Mai 2011, auquel vous pouvez facilement participer.

[Aeronewtics](#) est une entreprise récente (moins de trois ans) et se positionne en maître d'œuvre, architecture systèmes et fournisseur d'équipements et services dans le domaine des systèmes avioniques. Notre prochain objectif sera la création d'un avion "vert", plus respectueux de l'environnement avec notamment l'utilisation de la technologie de [propulsion à hydrogène](#). Pour cela, nous avons besoin de vous.

Le but premier de ce concours est de faire connaître notre société et l'expansion de ses activités marketing et commerciales à travers le monde ; d'où l'organisation de ce concours de marketing viral.

Il y a quoi à gagner ?

Les prix à gagner sont les suivants :

- 1^{er} prix : 5000 euros
- 2^{ème} prix : 2000 euros
- 3^{ème} prix : 1000 euros

Comment participer ?

Votre participation nécessite d'envoyer au total 2 mails :

1. Transférez cet email à plusieurs personnes de votre carnet d'adresses, en mettant notre entreprise en copie (aeronewtics@engineer.com)
 - Attention à ne pas oublier de nous mettre en copie.
 - Les gagnants seront ceux qui auront diffusé l'information au plus grand nombre de personnes
 - L'envoi du mail par le biais de listes de diffusion est interdit.
 - Vous ne pouvez vous inscrire qu'une seule fois, sous peine d'être disqualifié(e).
2. Remplissez le formulaire ci-joint et renvoyez-le uniquement à nous (aeronewtics@engineer.com) dans un deuxième mail afin de rester anonyme.

Les noms des participants ainsi que de leurs correspondants ne seront pas publiés et seulement déposés auprès de notre huissier Mr Bernard Libleyt.

La participation est bien évidemment gratuite.

Pour quand les résultats ?

Le résultat du concours sera annoncé publiquement à la fin du mois de Juin.



3, rue du Lérioux, 44650 SAINT-NAZAIRE
02 59 37 27 27 ou 07 11 21 49 69



Participez et Gagnez !!!

Qui peut participer au concours?

Les étudiants de l'enseignement supérieur, les doctorants ainsi que les jeunes diplômés, dans tous les domaines

À gagner :

- ★ 5000 €
- ★ 2000 €
- ★ 1000 €



Pour concourir, il suffit de :

Renvoyer votre inscription à : aeronewtics@engineer.com
Transférer notre mail au maximum de personnes

Pour toute information: Aeronewtics - 3 rue du Lérioux 44650 SAINT-NAZAIRE
02 59 37 27 27 ou 07 11 21 49 69



Annotations du simulateur

ENTREES DE L'UTILISATEUR	
1	La taille de la population entrée est enregistrée lors de l'appui sur « Préparer »
2	L'utilité de la rumeur est ce qui qualifie sa valeur, qui peut être définie comme le produit de son importance avec son ambiguïté : $U = \text{Importance} / \text{Ambiguïté}$
3	Le nombre d'individus initialement au contact de l'information est entré ici
4	Selon le mode M, le nombre entré ici détermine les contacts de chaque individu : <ul style="list-style-type: none"> • Pour les 3 premiers modes, ce nombre = nombres de proches voisins • Pour le mode 4, ce nombre = rayon de voisinage qui définit le nombre de proches voisins Appuyer sur le bouton « Initier » pour valider
5	Cette case peut être laissée vide, sauf pour le quatrième mode où le nombre inscrit définit le nombre de contacts répartis aléatoirement dans le monde pour chaque individu
MODES DE SELECTION	
M	Ce menu déroulant permet de sélectionner l'un des 4 modes du simulateur suivant : <ol style="list-style-type: none"> 1- Les individus ont tous un même nombre de proches voisins 2- Les individus ont des voisins définis dans un rayon 3- Les individus ont tous un même nombre de voisins disposés partout 4- Combiné : mode 2 et 3
C	Ce menu déroulant permet de choisir le numéro d'un individu initialement contacté et ayant adhéré à la rumeur, afin de suivre sur l'affichage A1 la propagation dont il en est l'origine. Appuyer sur le bouton « OK » pour valider.
AFFICHAGES	
A1	Il s'agit de l'écran principal, sur lequel on visualise la diffusion de la rumeur. Il présente de nombreuses couleurs, dont la signification est indiquée par la légende en contrebas
A2	Ici s'affiche le graphique qui représente l'état de la simulation en temps réel, c'est-à-dire le nombre d'individus contactés et ceux adhérant à la rumeur. Il est accessible en appuyant sur le bouton « Résultats ».
A3	Le temps de mi-population est le temps au bout duquel la moitié de la population a été contactée (en secondes)
A4	Le temps à la fin est le temps atteint lorsque la situation n'évolue plus (en secondes)

PROJET ETUDIANT

PROJET MIGS

Lancez-vous dans une
expérience extraordinaire



Pour ce projet étudiant, nous voulons :

- ✓ **Confirmer ou infirmer cela dans un cadre plus restreint ...**
... entre écoles d'ingénieurs et écoles de commerce
- ✓ **Le faire par courrier électronique, à forwarder...**
... à tous ses contacts personnels pour ...
- ✓ **... entrer en contact avec une cible, étudiant en école
d'ingénieurs ou en école de commerce**

NB : C'est bel et bien pour valider un projet étudiant de l'ISAE : aucune somme d'argent en jeu, et nous nous engageons à vous communiquer les résultats de l'expérience une fois terminée et analysée si ça vous intéresse.

BONUS... Les Perles !!!!

To: aeronewtics@engineer.com

Bonjour Monsieur Mallol,

Je me permets de vous contacter car j'ai reçu votre mail pour un concours marketing au titre d'étudiant HEC Paris.

Je souhaiterais vous faire savoir que j'ai lancé un cabinet de conseil suite à un an et demi de présidence de la Junior-Entreprise d'HEC et deux ans de consulting en freelance.

Je trouve votre projet très intéressant et je comprends que vous avez une problématique marketing forte. Aussi, j'aimerais vous proposer mes services.

Nous pourrions convenir d'un rdv téléphonique pendant lequel nous pourrions échanger.

Je reste à votre disposition pour toute question ou complément d'information.

To: "Jean-Pierre Mallol" <aeronewtics@engineer.com>

Merci de me retirer de votre liste de diffusion pour votre concours, je ne suis pas intéressé.

Cordialement,

XXXXX

PS: Au lieu de dépenser 8000 euros dans une opération marketing hasardeuse, vous feriez mieux d'investir dans un petit site web. Car pour l'instant une recherche google pour "AERONEWTICS INDUSTRIES" ne renvoie rien, ça fait pas sérieux, on pourrait même croire que votre société n'existe pas...

PPS: utiliser en police Comic Sans Ms pour faire une affiche ça fait pas sérieux non plus...