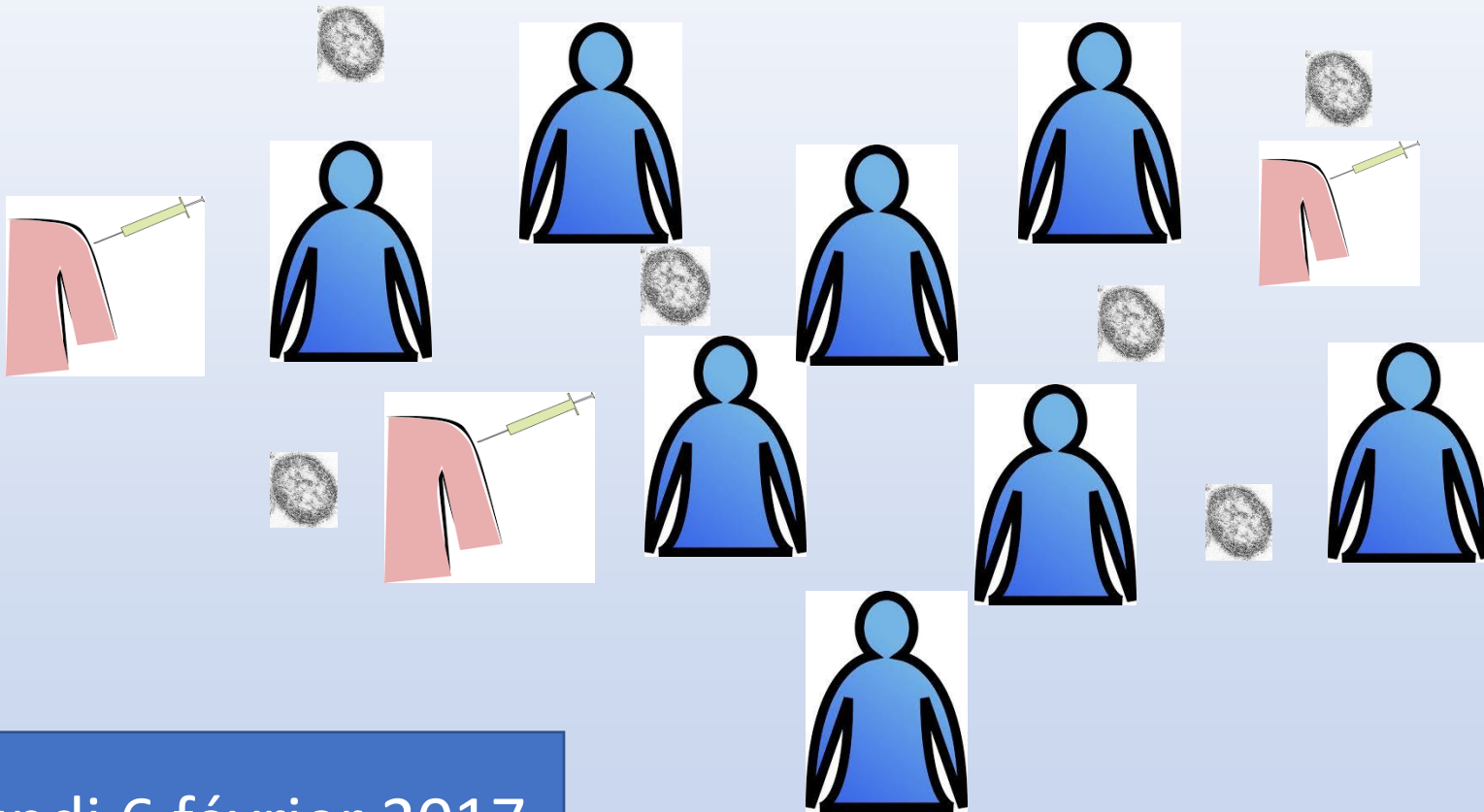


Modélisation numérique de l'épidémie de rougeole, impact de la vaccination (logiciel NetBioDyn)



Lundi 6 février 2017

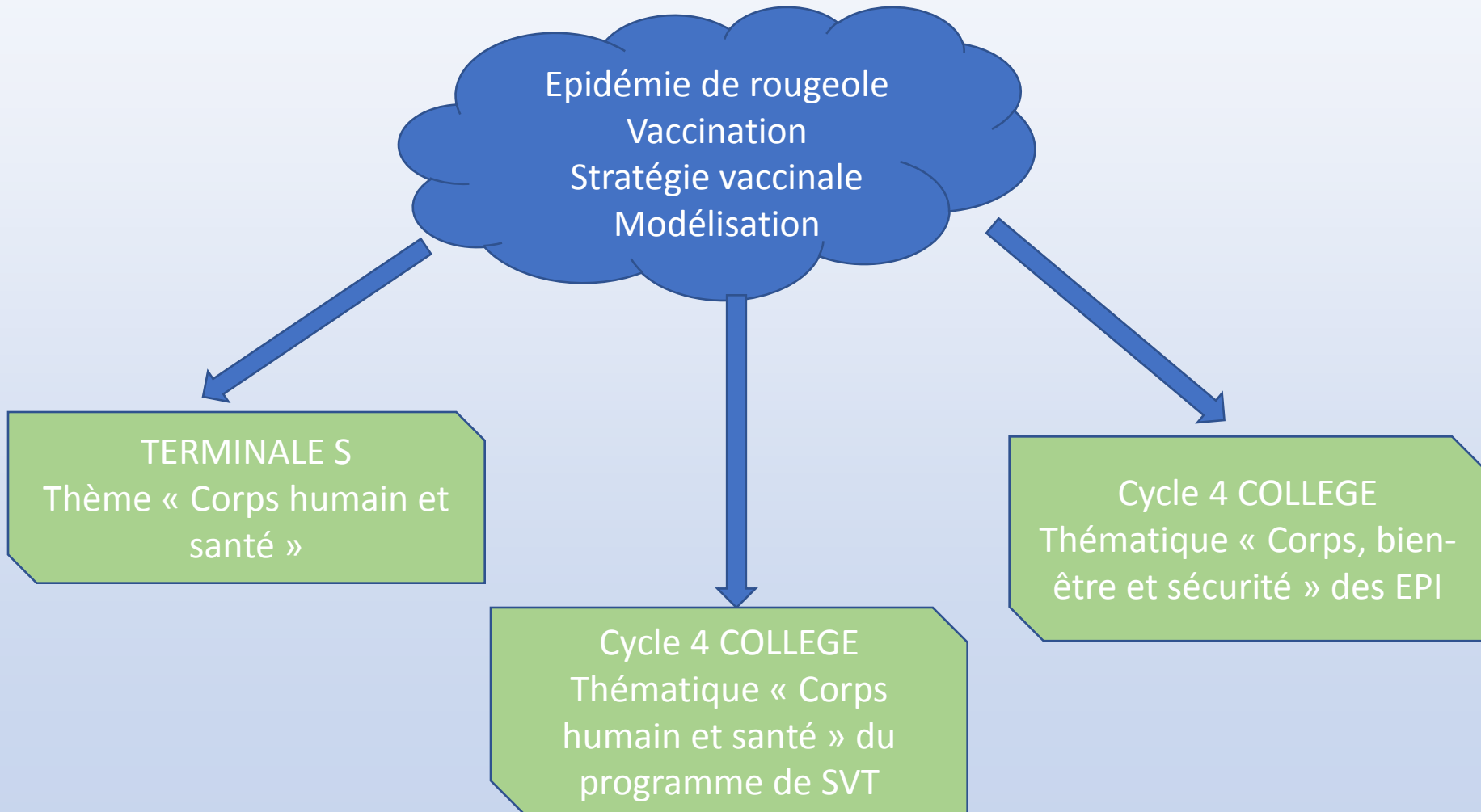
Déroulement de la formation

- Premier temps : **prise en main du logiciel NetBiodyn à l'aide d'un modèle déjà construit**

→ Modélisation numérique de l'épidémie de rougeole dans des populations contenant un nombre variable de personnes vaccinées

- Deuxième temps : **perfectionnement du modèle**

Intégration dans les programmes officiels



Programme de TERMINALE S

Thème 3A : Le phénotype immunitaire au cours de la vie

Les activités proposées avec NetBioDyn peuvent servir à la construction de différentes notions, **en particulier sur des points pour lesquels on a recours habituellement à l'exploitation de documents.**

- **Le phénotype immunitaire d'un individu se forme au gré des expositions aux antigènes et permet son adaptation à l'environnement. LA VACCINATION permet d'agir sur ce phénomène.**
- **Objectifs et mots clefs : *Il s'agit de faire comprendre la base biologique de la stratégie vaccinale qui permet la protection de l'individu vacciné **et de la population.*****

Cycle 4 COLLEGE

Thématique « Corps humain et santé » du programme de SVT

- Réactions immunitaires
- Argumenter l'intérêt des politiques de prévention et de lutte contre la contamination et/ou l'infection

EPI (Enseignements Pratiques Interdisciplinaires) :
Thème « corps, bien-être santé et sécurité » avec un professeur de mathématiques

Cycle 4 COLLEGE

Extrait du programme de mathématiques du cycle 4 :

« **Croisements entre enseignements**

Les mathématiques occupent une place essentielle dans les enseignements pratiques interdisciplinaires. Elles fournissent des outils de calcul et de représentation (à l'aide de tableaux, de schémas, de graphiques), des méthodes (prenant appui sur différents types de raisonnement) qui permettent d'organiser, de hiérarchiser et d'interpréter des informations d'origines diverses. »

EPI (Enseignements Pratiques Interdisciplinaires) :
Thème « corps, bien-être santé et sécurité » avec un professeur de mathématiques

Premier temps :

**Prise en main du logiciel
NetBioDyn à l'aide d'un
modèle déjà construit**

Situation déclenchante

En préambule

La rougeole est une **maladie grave**. Elle est associée à une profonde immunosuppression pouvant entraîner de nouvelles infections virales ou bactériennes. Cette immunosuppression peut persister plusieurs semaines voire plusieurs mois en particulier chez les enfants souffrant de malnutrition. Chez les personnes immunodéprimées, l'absence d'une réponse immune cellulaire efficace favorise également l'établissement d'infections persistantes telles que les encéphalites. Ainsi l'encéphalite post-rougeoleuse (*SSPE : Subacute sclerosing panencephalitis*), une maladie rare mais mortelle dans 100 % des cas, peut survenir plusieurs années après l'infection par le virus de la rougeole.

Situation déclenchante

Extrait du site de l'INSERM déclenchant l'activité de modélisation :

"Contrairement aux idées reçues, la rougeole n'a pas disparu : elle est même en nette recrudescence depuis trois ans. Depuis le 1er janvier 2008, plus de 22 000 cas de rougeole ont été déclarés en France, avec un pic épidémique atteint en mars 2011 (source [InVS](#)). Cela est dû notamment à une vaccination partielle (une seule dose au lieu de deux), ainsi qu'à une trop faible couverture vaccinale de cette maladie alors qu'il faudrait un taux supérieur à 95 % pour assurer une protection collective. La rougeole touche aussi bien les nourrissons, les adolescents que les adultes.

Situation déclenchante et problématique

- Le virus de la rougeole se transmet par les gouttelettes de salive en suspension dans l'air, ou bien par contact direct avec les sécrétions du nez ou de la gorge de personnes infectées. Le virus ainsi libéré reste dangereux pendant au moins 30 min. Il survit peu de temps sur les objets et les surfaces.
- La rougeole est une maladie hautement contagieuse. Une personne contagieuse peut contaminer 15 à 20 personnes qui n'ont jamais eu la rougeole ou ne sont pas vaccinées.
- Les signes de la rougeole (sensation de malaise, écoulement du nez, conjonctivite avec larmoiement, gonflement des paupières et rougeur des yeux, gêne à la vue de la lumière, toux, forte fièvre) durent environ trois à quatre jours. Ensuite, l'éruption cutanée débute. La maladie dans sa globalité dure environ 10 jours.
- Avant l'arrivée de la vaccination au début des années 1960, la rougeole était la première cause mondiale de mortalité par infection (135 millions de cas annuels entraînant 6 millions de décès).
- En Amérique, des campagnes de vaccination ont permis d'interrompre la transmission de la maladie sur tout le continent, le dernier cas endémique au continent étant survenu en 2002

Source : <http://www.info-rougeole.fr/rougeole.html>

Problématique : on veut démontrer que seule une stratégie vaccinale de grande envergure permet d'assurer la protection de la population

Quelques informations sur la rougeole, utiles pour comprendre la construction du modèle numérique

- Le virus de la rougeole se transmet par les gouttelettes de salive en suspension dans l'air, ou bien par contact direct avec les sécrétions du nez ou de la gorge de personnes infectées. Le virus ainsi libéré reste dangereux pendant au moins 30 min. Il survit peu de temps sur les objets et les surfaces.
- La rougeole est une maladie hautement contagieuse. Une personne contagieuse peut contaminer 15 à 20 personnes qui n'ont jamais eu la rougeole ou ne sont pas vaccinées.
- Les signes de la rougeole (sensation de malaise, écoulement du nez, conjonctivite avec larmoiement, gonflement des paupières et rougeur des yeux, gêne à la vue de la lumière, toux, forte fièvre) durent environ trois à quatre jours. Ensuite, l'éruption cutanée débute. La maladie dans sa globalité dure environ 10 jours.
- Avant l'arrivée de la vaccination au début des années 1960, la rougeole était la première cause mondiale de mortalité par infection (135 millions de cas annuels entraînant 6 millions de décès).
- En Amérique, des campagnes de vaccination ont permis d'interrompre la transmission de la maladie sur tout le continent, le dernier cas endémique au continent étant survenu en 2002

Source : <http://www.info-rougeole.fr/rougeole.html>

Quelques informations sur la rougeole, utiles pour comprendre la construction du modèle numérique

- Le virus de la rougeole se transmet par les gouttelettes de salive en suspension dans l'air, ou bien par contact direct avec les sécrétions du nez ou de la gorge de personnes infectées. Le virus ainsi libéré reste dangereux pendant au moins 30 min. **Il survit peu de temps sur les objets et les surfaces**



On attribuera une courte durée de vie au virus dans le modèle

- La rougeole est une maladie hautement contagieuse. Une personne contagieuse peut contaminer 15 à 20 personnes qui n'ont jamais eu la rougeole ou ne sont pas vaccinées.
- Les signes de la rougeole (sensation de malaise, écoulement du nez, conjonctivite avec larmoiement, gonflement des paupières et rougeur des yeux, gêne à la vue de la lumière, toux, forte fièvre) durent environ trois à quatre jours. Ensuite, l'éruption cutanée débute. La maladie dans sa globalité dure environ 10 jours.
- Avant l'arrivée de la vaccination au début des années 1960, la rougeole était la première cause mondiale de mortalité par infection (135 millions de cas annuels entraînant 6 millions de décès).
- En Amérique, des campagnes de vaccination ont permis d'interrompre la transmission de la maladie sur tout le continent, le dernier cas endémique au continent étant survenu en 2002.

Quelques informations sur la rougeole, utiles pour comprendre la construction du modèle numérique

- Le virus de la rougeole se transmet par les gouttelettes de salive en suspension dans l'air, ou bien par contact direct avec les sécrétions du nez ou de la gorge de personnes infectées. Le virus ainsi libéré reste dangereux pendant au moins 30 min. Il survit peu de temps sur les objets et les surfaces.

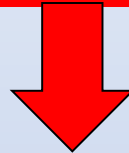
- La rougeole est une maladie hautement contagieuse. Une personne contagieuse peut contaminer 15 à 20 personnes qui n'ont jamais eu la rougeole ou ne sont pas vaccinées.



On attribuera une probabilité importante à la transmission de la maladie d'une personne contaminée à une personne saine

Quelques informations sur la rougeole, utiles pour comprendre la construction du modèle numérique

- Le virus de la rougeole se transmet par les gouttelettes de salive en suspension dans l'air, ou bien par contact direct avec les sécrétions du nez ou de la gorge de personnes infectées. Le virus ainsi libéré reste dangereux pendant au moins 30 min. Il survit peu de temps sur les objets et les surfaces.
- La rougeole est une maladie hautement contagieuse. Une personne contagieuse peut contaminer 15 à 20 personnes qui n'ont jamais eu la rougeole ou ne sont pas vaccinées.
- Les signes de la rougeole (sensation de malaise, écoulement du nez, conjonctivite avec larmoiement, gonflement des paupières et rougeur des yeux, gêne à la vue de la lumière, toux, forte fièvre) durent environ trois à quatre jours. Ensuite, l'éruption cutanée débute. La maladie dans sa globalité dure environ 10 jours.



On paramètrera la guérison de la maladie, c'est-à-dire la transformation d'une personne infectée en une personne saine immunisée au bout d'un certain temps, matérialisé par une probabilité inférieure à 1.

Activité de l'élève (formulation « lycée ») :

À partir de modélisations numériques de l'évolution du nombre d'individus infectés par le virus de la rougeole dans des populations contenant un nombre variable de personnes vaccinées, faire la preuve de la pertinence d'une couverture vaccinale importante de la population.

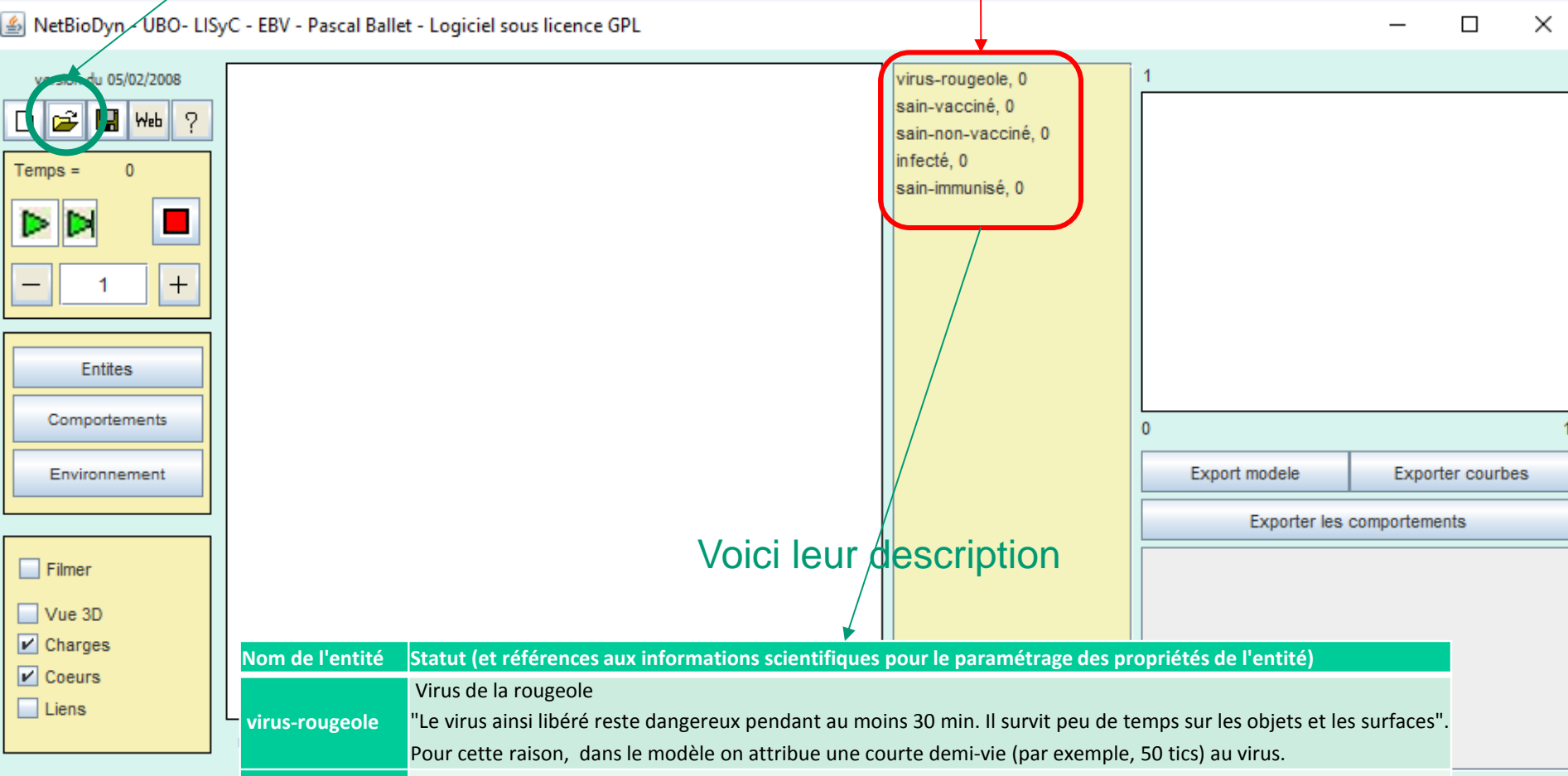
Activité de l'élève (formulation «collège ») :

Julie et Julien doivent faire un exposé sur la rougeole, une maladie qu'ils pensaient disparue. Au cours de leurs recherches, ils découvrent qu'une épidémie de rougeole a eu lieu en France en 2011. Ils se demandent pourquoi ...

À l'aide du modèle numérique proposé, prouve à Julie et Julien que l'épidémie aurait pu être évitée par une vaccination plus importante de la population.

A l'ouverture du modèle :

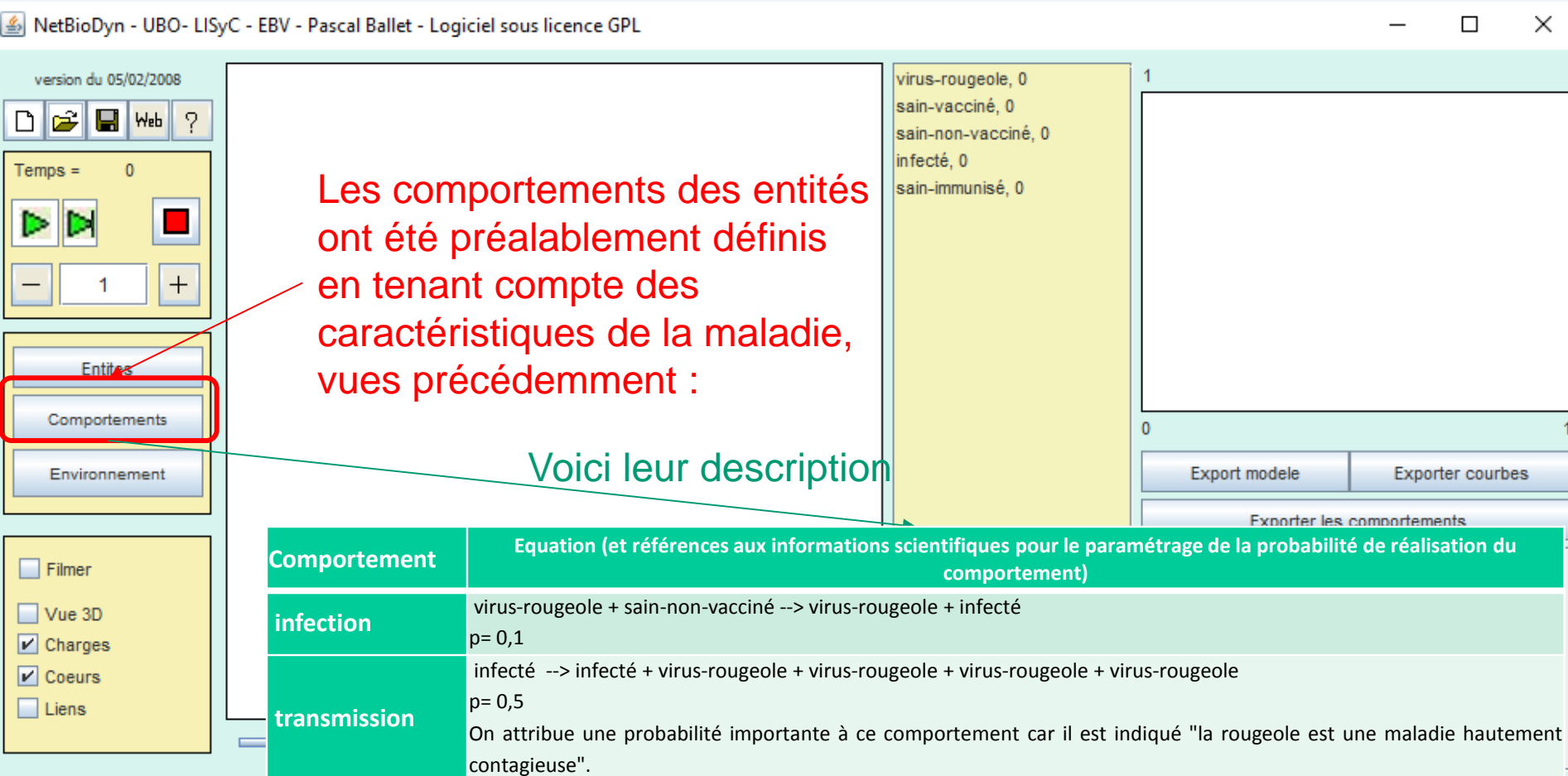
Les entités visibles sont affichées ici :



Voici leur description

Nom de l'entité	Statut (et références aux informations scientifiques pour le paramétrage des propriétés de l'entité)
virus-rougeole	Virus de la rougeole "Le virus ainsi libéré reste dangereux pendant au moins 30 min. Il survit peu de temps sur les objets et les surfaces". Pour cette raison, dans le modèle on attribue une courte demi-vie (par exemple, 50 tics) au virus.
sain-vacciné	Individu non infecté et vacciné contre le virus de la rougeole
sain-non-vacciné	Individu non infecté et non vacciné contre le virus de la rougeole
infecté	Individu malade, infecté par le virus de la rougeole
sain-immunisé	Individu naturellement immunisé contre le virus de la rougeole après une première infection guérie

A l'ouverture du modèle :



Les comportements des entités ont été préalablement définis en tenant compte des caractéristiques de la maladie, vues précédemment :

Voici leur description

Comportement	Equation (et références aux informations scientifiques pour le paramétrage de la probabilité de réalisation du comportement)
infection	virus-rougeole + sain-non-vacciné --> virus-rougeole + infecté p= 0,1
transmission	infecté --> infecté + virus-rougeole + virus-rougeole + virus-rougeole + virus-rougeole p= 0,5 On attribue une probabilité importante à ce comportement car il est indiqué "la rougeole est une maladie hautement contagieuse".
guérison	infecté --> sain-immunisé p = 0,001 L'individu infecté, une fois guéri, est naturellement protégé d'une infection ultérieure par le biais des cellules mémoires formées lors de la première rencontre avec le pathogène. On attribue à ce comportement une faible probabilité afin de tenir compte de la durée de la maladie.

Conseils pour l'utilisation du modèle numérique

► Réaliser différentes simulations où la variable est le nombre de personnes vaccinées

- Afin d'éviter d'engorger l'environnement de NetBioDyn et de faciliter le suivi des effectifs (pourcentages), **suivre une population de 100 individus.**
- Pour chaque simulation, introduire **la même quantité du virus (10 entités)** dans la population.
- D'une simulation à l'autre, **faire varier exclusivement le nombre de personnes vaccinées.**

Simulations	Suivi d'un échantillon de <u>100 individus</u> dont <u>aucun n'est vacciné</u>	Suivi d'un échantillon de <u>100 individus</u> dont <u>un seul est vacciné</u>	Suivi d'un échantillon de <u>100 individus</u> dont <u>10 sont vaccinés</u>	Suivi d'un échantillon de <u>100 individus</u> dont <u>50 sont vaccinés</u>	Suivi d'un échantillon de <u>100 individus</u> dont <u>90 sont vaccinés</u>	Suivi d'un échantillon de <u>100 individus</u> dont <u>95 sont vaccinés</u>
Paramétrage des entités à t= 0	virus-rougeole, 10 sain-vacciné, 0 sain-non-vacciné, 100 infecté, 0 sain-immunisé, 0	virus-rougeole, 10 sain-vacciné, 1 sain-non-vacciné, 99 infecté, 0 sain-immunisé, 0	virus-rougeole, 10 sain-vacciné, 10 sain-non-vacciné, 90 infecté, 0 sain-immunisé, 0	virus-rougeole, 10 sain-vacciné, 50 sain-non-vacciné, 50 infecté, 0 sain-immunisé, 0	virus-rougeole, 10 sain-vacciné, 90 sain-non-vacciné, 10 infecté, 0 sain-immunisé, 0	virus-rougeole, 10 sain-vacciné, 95 sain-non-vacciné, 5 infecté, 0 sain-immunisé, 0

Le positionnement des entités de départ :

Simulations	Suivi d'un échantillon de <u>100 individus</u> dont <u>aucun n'est vacciné</u>
Paramétrage des entités à $t=0$	virus-rougeole, 10 sain-vacciné, 0 sain-non-vacciné, 100 infecté, 0 sain-immunisé, 0

Disposer les acteurs de la simulation (=placer les entités souhaitées dans l'environnement)



Disposer les acteurs de manière unitaire avec le crayon



Disposer les acteurs par groupe avec le spray



Gommer une entité précise

Vider

Vider l'environnement

Modélisation numérique de l'épidémie de rougeole, impact de la vaccination

version du 05/02/2008

Tempo = 0

Entites
Comportements
Environnement

Filmer
 Vue 3D
 Charges
 Coeurs
 Liens

virus-rougeole, 10
sain-vacciné, 0
sain-non-vacciné, 100
infecté, 0
sain-immunisé, 0

1

Un individu sain non vacciné

Le virus de la rougeole

ZOOMONS.....

Vider

Modélisation numérique de l'épidémie de rougeole, impact de la vaccination

La simulation **étant lancée** (= simulation de la propagation d'une épidémie de rougeole), **relever d'une part le nombre maximum d'individus infectés** (pic épidémique) et d'autre part **la durée totale de l'épidémie** (ici, le temps au bout duquel il n'y a plus aucun individu infecté dans la population).

version du 05/02/2008

Temps = 0

Entites

Comportements

Environnement

Filmer

Vue 3D

Charges

Coeurs

Liens

virus-rougeole, 10

sain-vacciné, 0

sain-non-vacciné, 100

infecté, 0

sain-immunisé, 0

Export modele

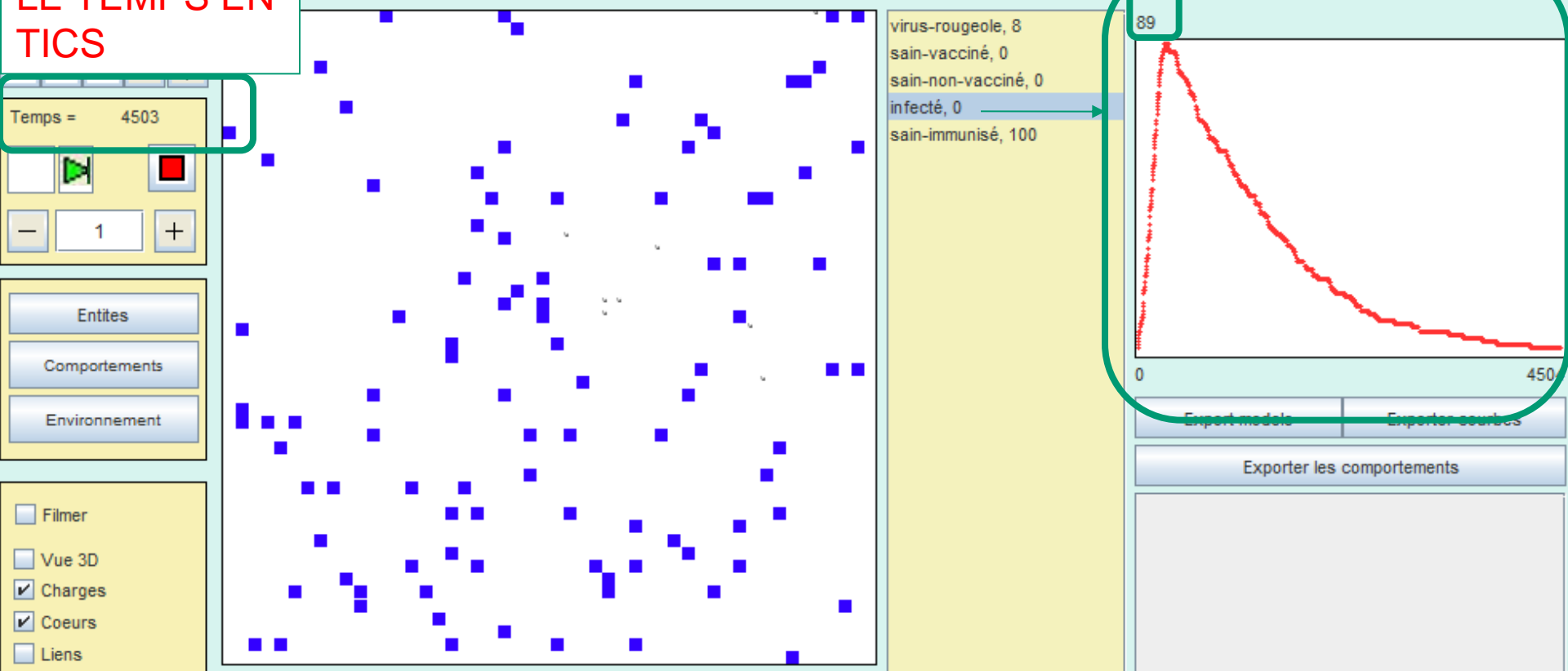
Exporter courbes

Exporter les comportements

Un exemple de résultat :

L'AFFICHAGE
GRAPHIQUE DU
NOMBRE D'INDIVIDUS
INFECTES

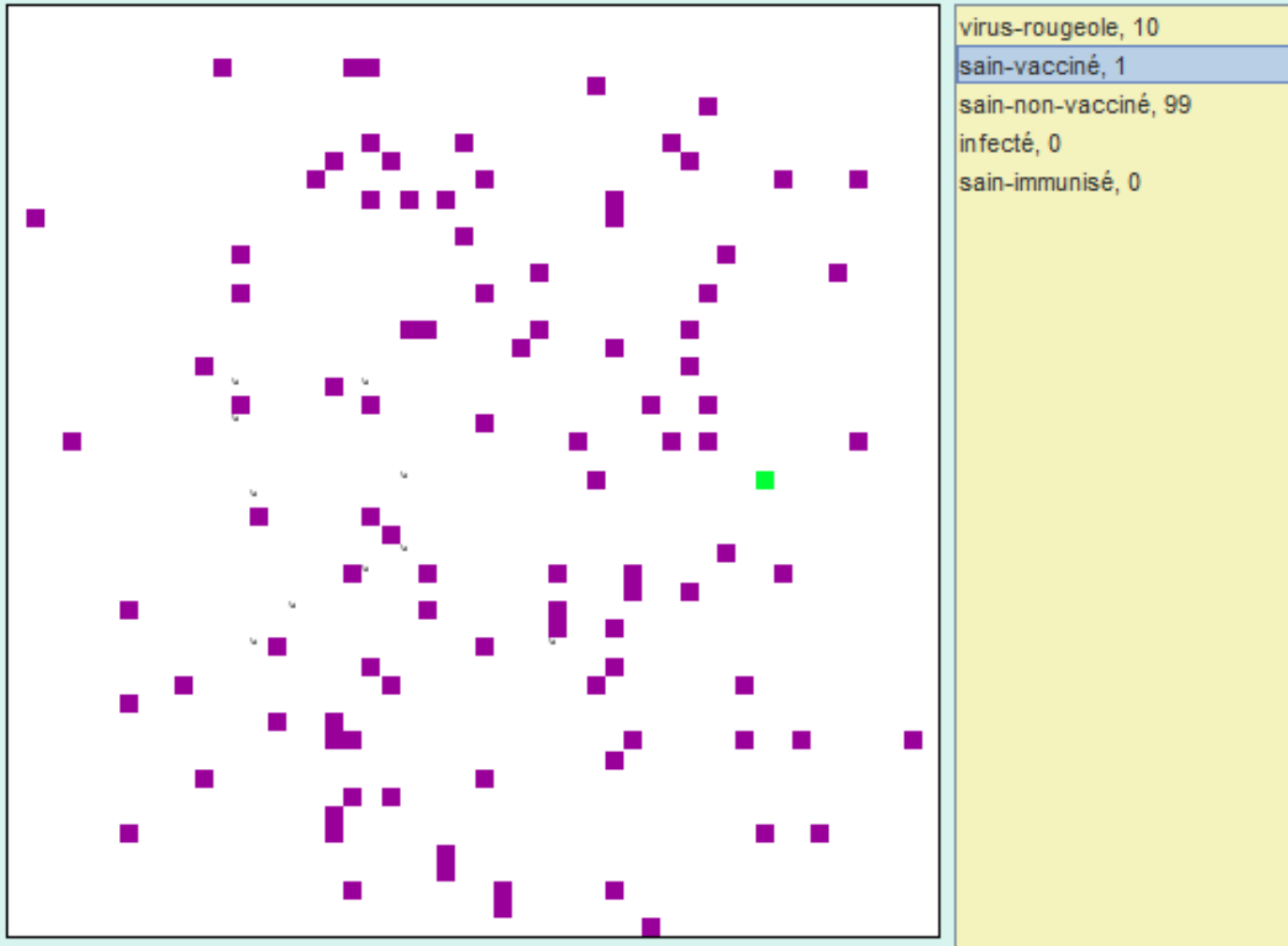
LE TEMPS EN
TICS



Synthèse des résultats des différentes simulations

pourcentage de personnes vaccinées contre le virus de la rougeole	0%	1%	10%
pourcentage maximal de personnes infectées (pic épidémique)	89%		
durée de l'épidémie de rougeole (tics)	4503		

Avec un individu vacciné

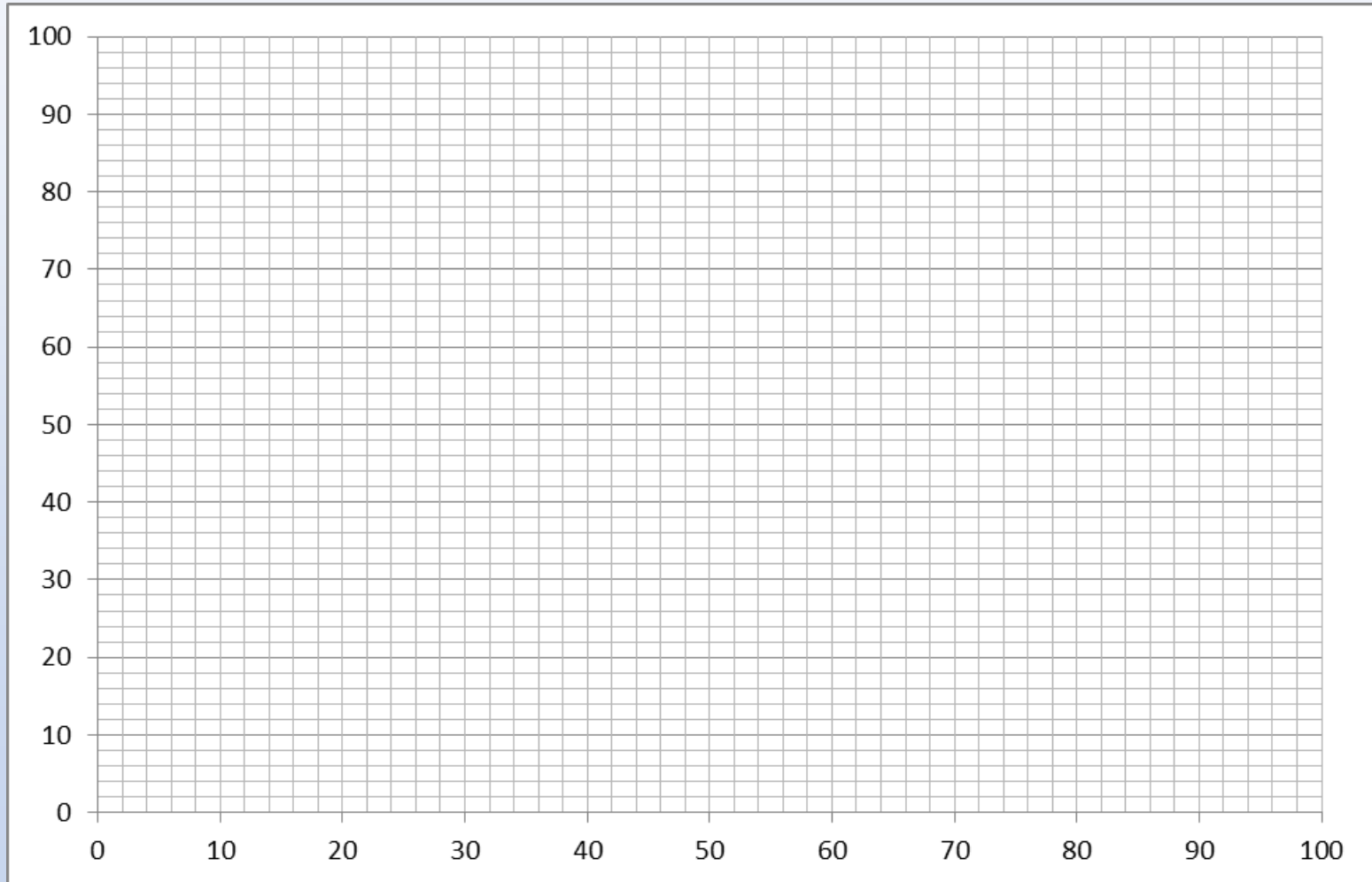


Un exemple de résultats complets pour les différentes situations :

pourcentage de personnes vaccinées contre le virus de la rougeole	0%	1 %	10%	50%	90%	95%
pourcentage maximal de personnes infectées (pic épidémique)	89%	87%	82%	45%	6%	1%
durée de l'épidémie de rougeole (tics)	4503	3941	3070	4749	2280	373

Traitement graphique des résultats :

► Reporter en x le pourcentage d'individus vaccinés et en y le pourcentage maximal d'individus infectés. Chaque point représentera le résultat d'une simulation :



OU dans le cadre d'un EPI SVT/mathématiques :

Extrait du programme de mathématiques du cycle 4 :

Comprendre et utiliser la notion de fonction

Modéliser des phénomènes continus par une fonction.

Résoudre des problèmes modélisés par des fonctions (équations, inéquations).

- Dépendance d'une grandeur mesurable en fonction d'une autre.
- Notion de variable mathématique.
- Notion de fonction, d'antécédent et d'image.
- Notations $f(x)$ et $x \mapsto f(x)$.
- Cas particulier d'une fonction linéaire, d'une fonction affine.

Utiliser différents modes de représentation et passer de l'un à l'autre, par exemple en utilisant un tableur ou un grapheur.

Lire et interpréter graphiquement les coefficients d'une fonction affine représentée par une droite.

Étudier et commenter des exemples (fonction reliant la tension et l'intensité dans un circuit électrique, fonction reliant puissance et énergie, courbes de croissance dans un carnet de santé, tests d'effort, consommation de carburant d'un véhicule en fonction de la vitesse, production de céréales en fonction des surfaces ensemencées, liens entre unités anglo-saxonnes et françaises, impôts et fonctions affines par morceaux...).

Faire le lien entre fonction linéaire et proportionnalité.

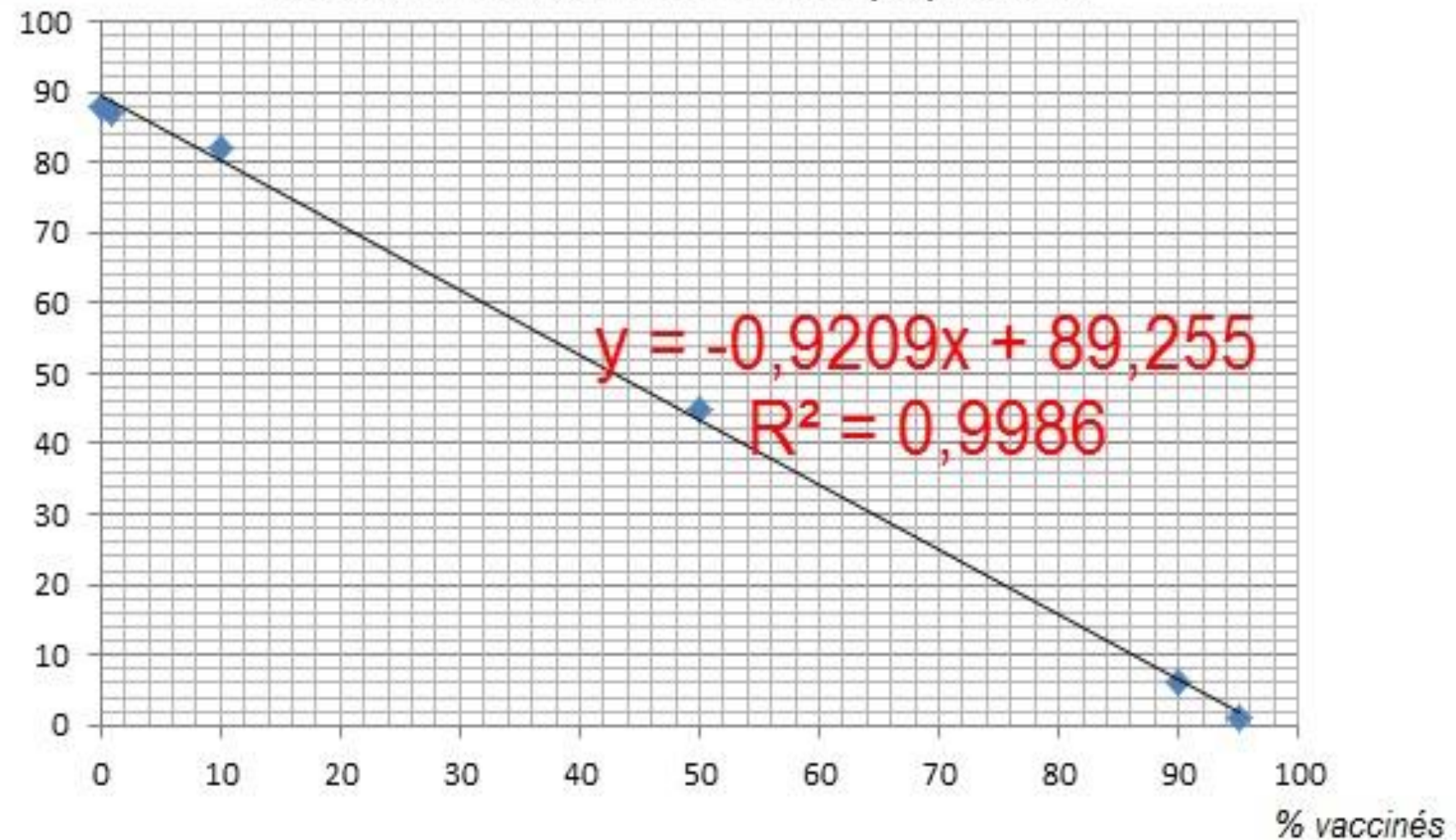
Dans le cadre d'un EPI SVT/mathématiques :

- ▶ Entrer les valeurs trouvées dans un tableur et demander la représentation graphique de y , le pourcentage maximal d'individus infectés en fonction de x , le pourcentage d'individus vaccinés.
- ▶ Vérifier que les points sont alignés en faisant tracer la courbe de tendance « linéaire » et obtenir l'équation de la droite et le coefficient de détermination R^2 .

NB : on admet que les points sont alignés si le coefficient de détermination est supérieur ou égal à 0,87

- ▶ Déterminer le nombre minimal devant être vaccinés (x) afin qu'aucune personne ne contracte la rougeole ($y = 0$)
- Détermination graphique ou par le calcul à partir de l'équation de la droite.

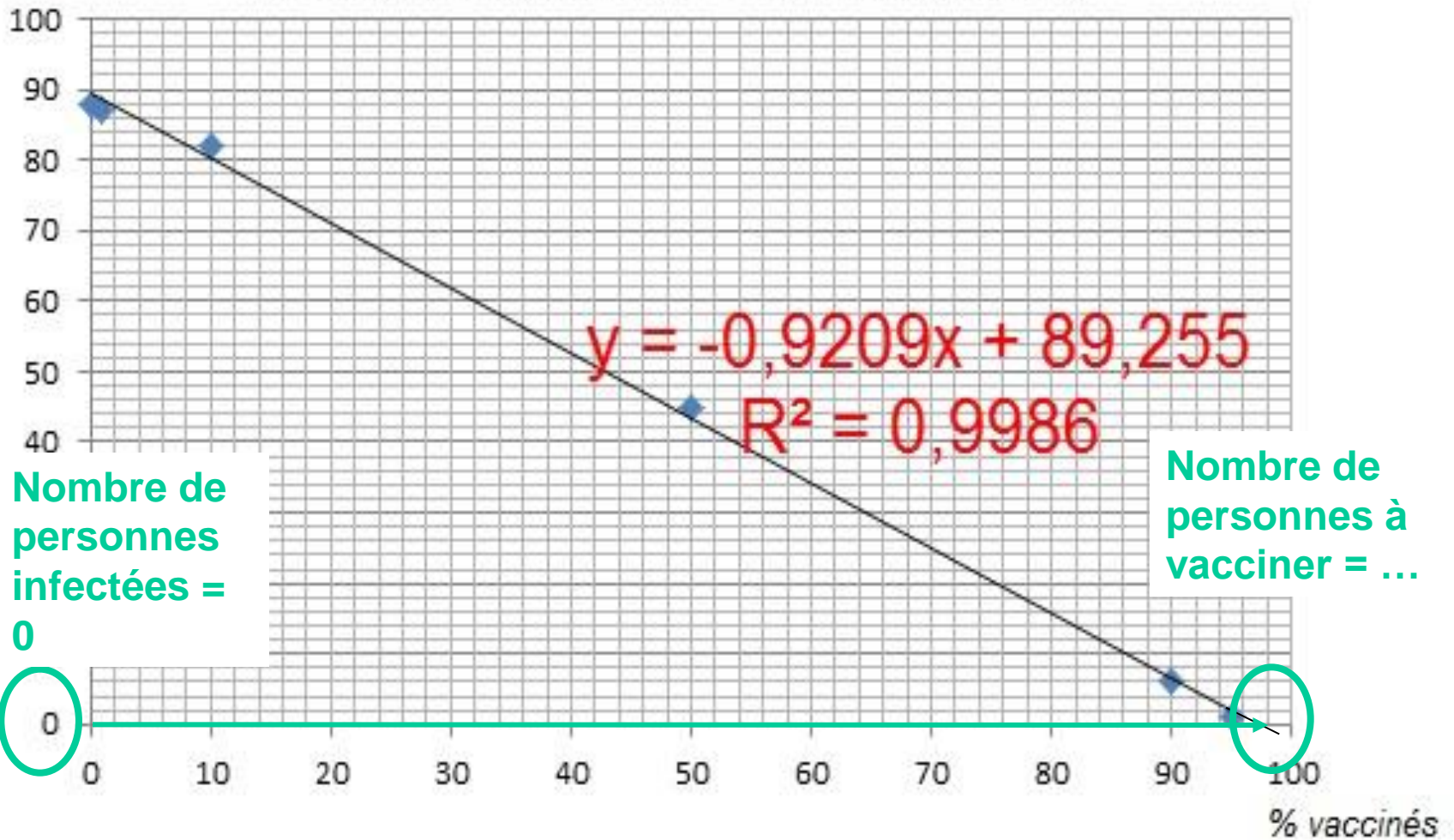
Pourcentage d'individus infectés (au pic de l'épidémie) en fonction du pourcentage d'individus vaccinés dans la population



Dans le cadre d'un EPI SVT/mathématiques :

Pourcentage d'individus infectés (au pic de l'épidémie) en fonction du pourcentage d'individus vaccinés dans la population

% infectés



On obtient une valeur proche du fameux taux de « 95% » préconisé par les autorités sanitaires !

Second temps :

Le perfectionnement du modèle

- Aspect scientifique → **Prise en compte des personnes décédées de la rougeole**
- Aspect technique → **Remplacement du symbole d'une entité par une image plus réaliste**

Second temps :

Le perfectionnement du modèle

- Aspect scientifique → **Prise en compte des personnes décédées de la rougeole**
- (Aspect technique → **Remplacement du symbole d'une entité par une image plus réaliste)**

La prise en compte des personnes décédées de la rougeole

- **Nouvelle entité à créer ?**

[Certaines personnes décèdent des complications de la rougeole](*cf préambule*)

= **Entité « infecté-décédé »**

- **Nouveau comportement ?**

Décès : Infecté → infecté-décédé

- **Probabilité de réalisation ?**

(décès rares → probabilité très faible, par exemple 0,0004)

Modélisation épidémie rougeole - Perfectionnement du modèle

Phase 1 : Déclaration d'une nouvelle entité

[pour proposer un texte décrivant l'entité]

1 - Taper le nom de l'entité

2 – Choisir la taille adaptée pour représenter l'entité

[pour personnaliser la représentation de l'entité]

3 – Valider

The dialog box 'Entite' contains the following fields and options:

- Nom de l'entité**: A text input field.
- Description de l'entité**: A text area with a '...' button.
- Taille**: A dropdown menu currently set to 'Grande'.
- Probabilité de déplacement**: A text input field with the value '1.0'.
- Demi-vie (0=infinie)**: A text input field with the value '0.0'.
- Apparen...**: A section with buttons for 'Couleur', 'Image', and 'Sans image', and a dropdown menu currently set to 'Carre'.
- Visible dans panel** and **Vidable**: Checkboxes, both checked.
- Insertion dans le lien**: A dropdown menu.
- Formes**: A section with a '...' button and a 3x3 grid of dropdown menus, all set to '0'.
- Charges**: A section with a '...' button and a 3x3 grid of dropdown menus, all set to '0'.
- Pos. angulaires initiales**: A dropdown menu set to '?' and a text input field with the value '1'.
- Buttons**: 'Annuler' (red) and 'OK' (green) at the bottom.

Phase 2 : Mise en équation du comportement de l'entité ajoutée

merci à [Tux Family](#) pour l'hébergement.

version 25/02/2008

Temps = 0

1 **Comportements**

2 Ajouter un comportement

3 Reaction

virus-rougeole, 0
sain-vacciné, 0
sain-non-vacciné, 0
infecté, 0
sain-immunisé, 0
infecté-décédé, 0

Type de comportement

Reaction

Migration

Fermer

Editer Suppri... Fer...

Modélisation épidémie rougeole - Perfectionnement du modèle

Phase 2 : Mise en équation du comportement de l'entité ajoutée

Nommer le comportement

Choisir les réactifs et les produits

Renseigner la probabilité

Temps = 0

Reaction

Nom réaction: reaction3

Type: Semi-situee

probabilite = 1.0

Visible dans panel

Réactifs: Entites

Produits: Entites

vide
virus-rougeole
sain-vacciné
sain-non-vacciné
infecté
sain-immunisé
infecté-décédé

Entites

Comportements

Environnement

Filmer
 Vue 3D
 Charges
 Coeurs
 Liens

Ok

Ann...

La prise en compte des personnes décédées de la rougeole

- **Nouvelle entité à créer**
- **Nouveau comportement**
- **Réalisation des simulations avec ce modèle
« amélioré »**

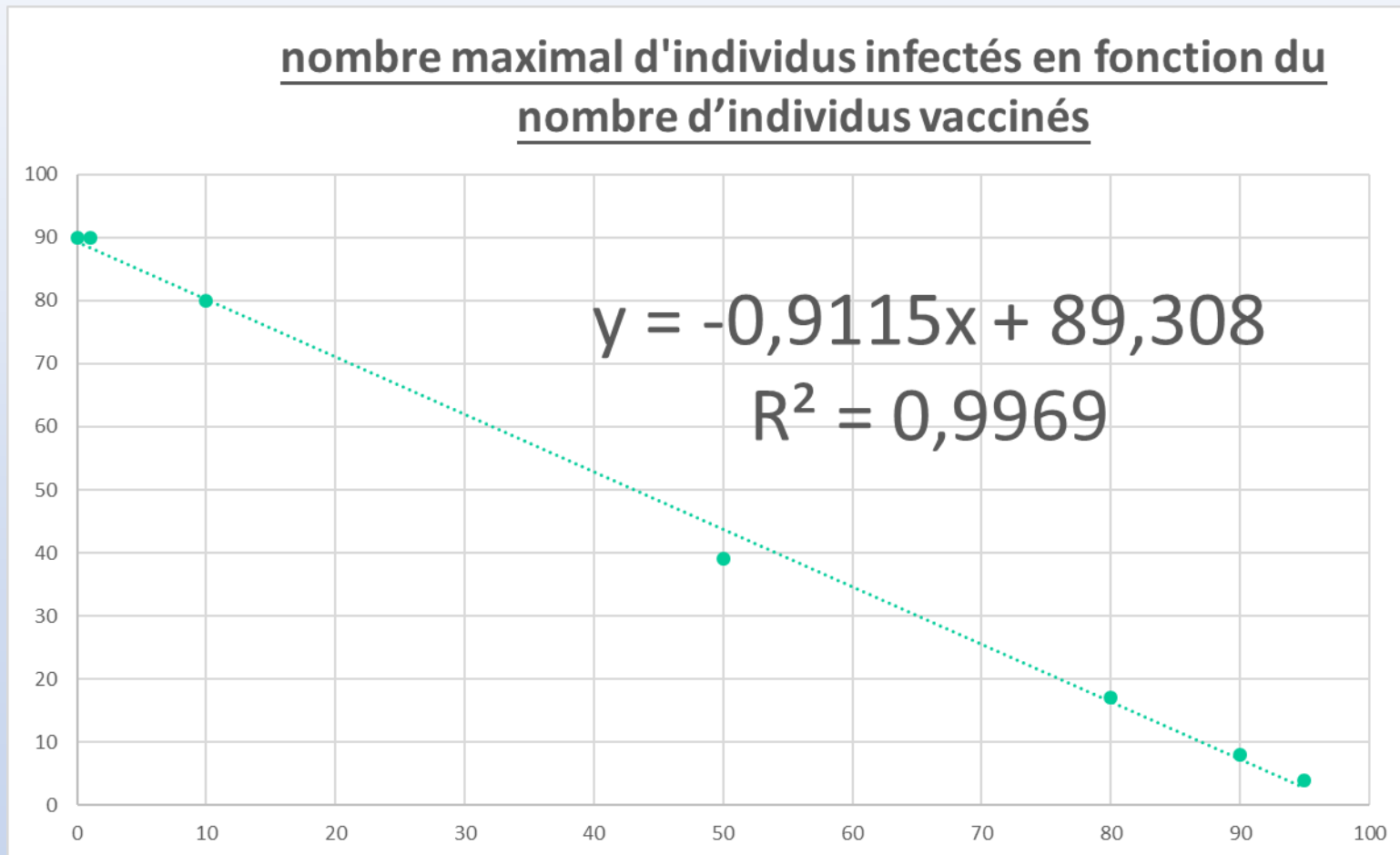
La prise en compte des personnes décédées de la rougeole

Exemple de résultats:

nombre d'individus sains vaccinés	0	1	10	50	80	90	95
nombre d'individus sains non vaccinés	100	99	90	50	20	10	5
nombre maximal d'individus infectés	90	90	80	39	17	8	4
nombre d'individus sains immunisé (guéris)	92	90	83	47	18	10	5
nombre d'individus décédés	8	9	7	3	2	0	0
durée de l'épidémie de rougeole	4586	4319	5091	3907	3335	2147	2018

La prise en compte des personnes décédées de la rougeole

Traitement graphique des résultats:



Second temps :

Le perfectionnement du modèle

- (Aspect scientifique → **Prise en compte des personnes décédées de la rougeole**)
- **Aspect technique → Remplacement du symbole d'une entité par une image plus réaliste**

Modélisation épidémie rougeole - Perfectionnement du modèle

Phase 3 : Remplacement d'un symbole d'entité par une imagerie réaliste

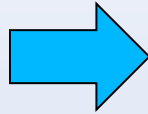
Exemple : on veut remplacer le symbole géométrique représentant un individu par un « vrai » individu ...

The screenshot shows a Google search for the word "individu". The search bar contains "individu" and is highlighted with a red box. Below the search bar, the "Images" tab is selected. The "Outils" (Tools) button is highlighted with a red box. A dropdown menu for "Droits d'usage" (Usage Rights) is open, with the option "Réutilisation et modification autorisées sans but commercial" highlighted by a red box. The search results are divided into two sections: "Individu Icône" (Individual Icon) and "Groupe D'individus" (Group of Individuals). The "Individu Icône" section shows three icons: a black silhouette, a black stick figure, and two realistic human avatars. The "Groupe D'individus" section shows a grid of many small, realistic human faces. Below these sections, there are four larger images: a single 3D green figure, a row of 3D figures with one red figure, a large group of 3D white figures with one orange figure, and a row of six realistic human figures in various professions.

Phase 3 : Remplacement d'un symbole d'entité par une imagerie réaliste

Exemple : on veut remplacer le symbole géométrique représentant un individu par un « vrai » individu ...

Exemple
d'image qu'on
peut modifier
et réutiliser
sans but
commercial



- Télécharger l'image
- Elle doit être globalement carrée et assez petite → la redimensionner (maxi 100 X 100 pixels)

Phase 3 : Remplacement d'un symbole d'entité par une imagerie réaliste

Exemple : on veut remplacer le symbole géométrique représentant un individu par un « vrai » individu ...

[Rechercher sur le disque dur l'image choisie pour représenter l'entité]

version du 05/02/2008

Tempo = 0

Entites

Comportements

Environnement

Statistiques :

- virus-rougeole, 0
- sain-vacciné, 0
- sain-non-vacciné, 0
- infecté, 0
- sain-immunisé, 0

Entite

Nom de l'entite :

Description de l'entite :

Taille :

Probabilité de déplacement :

Demi-vie (0=infinie) :

Apparen... :

Visible dans panel Vidable

Insertion dans le lien :

Phase 3 : Remplacement d'un symbole d'entité par une imagette réaliste

AVANT

virus-rougeole, 0
sain-vacciné, 32
sain-non-vacciné, 0
infecté, 0
sain-immunisé, 0

Vider

APRES

Vider

Modélisation épidémie rougeole - Perfectionnement du modèle

Pour enregistrer le modèle...

Attention : créer un dossier avant d'enregistrer, sinon une multitude de fichiers est créée !

The screenshot shows the NetBioDyn software interface. The title bar reads "NetBioDyn - UBO - LISyC - EBV - Pascal Ballet - Logiciel sous licence GPL". The version is "version 1.05 (02/2008)". A green circle highlights the save icon in the top toolbar. The interface includes a control panel on the left with a "Temps = 0" display, play/pause buttons, a stop button, and a time step of "1". Below this are buttons for "Entites", "Comportements", and "Environnement". A settings panel at the bottom left has checkboxes for "Filtrer", "Vue 3D", "Charges", "Coeurs", and "Liens". The main workspace is empty. On the right, a status bar shows "virus-rougeole, 0", "sain-vacciné, 0", "sain-non-vacciné, 0", "infecté, 0", and "sain-immunisé, 0". At the bottom right, there are buttons for "Export modele", "Exporter courbes", and "Exporter les comportements", along with a "Vider" button.

Sur le site ACCES : détail de la DEMARCHE PEDAGOGIQUE exploitées dans cet atelier

Ressources pour NetBioDyn :

<http://aces.ens-lyon.fr/aces/ressources/immunité-et-vaccination/enseigner/ressources-logicielles>

Cellules immunes et organes lymphoïdes

Immunité innée : barrières naturelles et réaction inflammatoire

L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée

Mémoire et vaccination

Perturbations du système immunitaire

Enseigner

- Ressources documentaires
- Ressources logicielles**

Nouveaux programmes

Enseigner

par [Chloé Journo](#) — Dernière modification 31/01/2014 15:59

Cette section vous propose des ressources pédagogiques en immunologie :

Ressources documentaires

Résultats expérimentaux, films, animations...

- [Accéder aux ressources documentaires](#)

Ressources logicielles

Notez qu'au-delà de l'utilisation des logiciels, les figures de résultats obtenues peuvent être exploitées comme des documents.

Enseigner avec netBioDyn

NetBioDyn est un logiciel de modélisation d'expérience développé par P. BALLETT (Université de Bretagne Occidentale). En immunologie, l'utilisation de modèles netBioDyn s'avère intéressante au collège comme au lycée, en particulier lorsqu'il s'agit de travailler autour d'expériences non réalisables en classe.

- [Découvrir le logiciel](#)
- [Ressources pour le collège](#)
- [Ressources pour le nouveau programme de TS \(2012\)](#)

Sur le site ACCES : détail de la DEMARCHE PEDAGOGIQUE exploitée dans cet atelier

Accès direct aux démarches :

<http://aces.ens-lyon.fr/aces/ressources/immunité-et-vaccination/enseigner/ressources-logicielles/nouveau-programme-immunologie-2012>

Immunité innée : barrières naturelles et réaction inflammatoire

L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée

Mémoire immunitaire

Agents infectieux et immunité

Enseigner : ressources logicielles et documentaires

> Ressources documentaires

> Ressources logicielles

> Netbiodyn - Nouveau programme TS (2012)

> La réaction inflammatoire aigüe, mécanisme essentiel de l'immunité innée

> L'immunité adaptative à médiation humorale

> L'immunité adaptative à médiation cellulaire

> La mémoire immunitaire

Ressources pour le nouveau programme de TS (2012)

par [Chloé Journo](#) — Dernière modification 19/09/2016 10:31

Cette page vous propose des progressions pédagogiques dans le cadre du nouveau programme de TS. De nouveaux dossiers sont en cours de construction.

La réponse inflammatoire aigüe, mécanisme essentiel de l'immunité innée

[Dossier pédagogique](#) (démarche et ressources associées) pour l'étude de modèles numériques de certains aspects de la réaction inflammatoire aigüe, à l'aide du logiciel netBioDyn.

L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée

Dossier pédagogique (démarche et ressources associées) pour l'étude de modèles numériques de certains aspects de la réaction adaptative à l'aide du logiciel netBioDyn :

- [Réponse à médiation cellulaire](#)
- [Réponse à médiation humorale](#)
- [La mémoire immunitaire](#)

[Mémoire immunitaire et vaccination](#)

Sur le site ACCES : présentation du logiciel

Une présentation de l'outil est disponible sur le site ACCES :

<http://aces.inrp.fr/aces/logiciels/externes/netbiodyn/logiciel-et-ressources>

Logiciels

netBioDyn: Logiciel et ressources pédagogiques

par [Nathalie Noris](#) — Dernière modification 17/02/2013 20:15

netBioDyn est un environnement permettant la modélisation et la simulation de mécanismes biologiques complexes.

Auteurs : Pascal Ballet, Maître de Conférence à l'Université de Bretagne Occidentale

Cet environnement nécessite la présence de Java dans le navigateur.

L'environnement est composé:

- d'un langage graphique pour la description des comportements des entités biologiques,
- d'un modèleur 3D pour la représentation des structures biologiques
- d'un moteur physique capable de reproduire un environnement aqueux et permettant de mettre en interaction de nombreuses entités.
- d'une interface permettant l'interaction de l'utilisateur avec le modèle et la simulation.

netBioDyn est basé sur la théorie des systèmes multi-agents (individu centré) supposant une description locale des entités et l'étude de leur auto-organisation.

Dans netBioDyn, un agent est une entité informatique représentant une entité biologique au travers de comportements et d'interactions. Tous les agents sont plongés au sein d'un même environnement afin d'étudier et d'observer l'évolution du système biologique modélisé au cours du temps.

Remarque : les problèmes de dysfonctionnement du logiciel (pas de visibilité de l'interface NetBioDyn à l'ouverture du logiciel, ou gel du logiciel lors de son utilisation) sont généralement résolus par une mise à jour du programme Java .

netBioDyn permet de faire tourner des modèles ou de créer de nouveaux modèles. En immunologie, l'utilisation de modèles netBioDyn s'avère intéressante au collège comme au lycée, en particulier lorsqu'il s'agit de travailler autour d'expériences non réalisables en classe.

Il est possible de créer des modèles en évolution, en génétique...

Le logiciel

- Utilisation [en ligne](#), [hébergement à l'extérieur d'Acces](#)
- Utilisation [en ligne sur Acces](#)
- **télécharger Le logiciel (utilisation hors ligne)**

Maîtriser netBioDyn

- [Tutoriel pour l'utilisation de modèles](#)
- [Tutoriel pour la création de modèle](#)

Obtenir des ressources pédagogiques

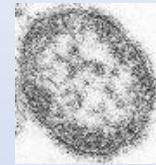
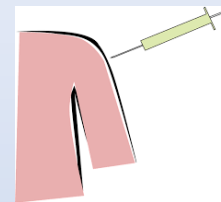
- [Immunologie](#)
- [Evolution](#)

Recommandé

Attention : bien laisser le fichier .txt dans le dossier

**Merci de votre attention.
Passez d'agréables moments avec
NetBioDyn !**

Casting :



NetBioDyn - UBO- LISyC - EBV - Pascal Ballet - Logiciel
sous licence GPL