

Durée conseillée : 2h (1h par partie)

Situation de l'activité dans les programmes :

Cycle 4	<ul style="list-style-type: none">• Argumenter l'intérêt des politiques de prévention et de lutte contre la contamination et/ou l'infection.• Mesures d'hygiène, vaccination, action des antiseptiques et des antibiotiques.• Ubiquité, diversité et évolution du monde bactérien.• <p style="text-align: right;">Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015</p>
---------	---

Prérequis : diversité génétique au sein d'une population; hérabilité, ADN, mutations.

Modalités d'organisation du travail des élèves : travail par binôme ou en TP mosaïque (version 1, partie 2/2).

Description de l'activité avec le rôle de l'élève :

Réalisation et interprétation d'un antibiogramme.

Réalisation d'une modélisation numérique permettant de comparer le nombre de bactéries résistantes en fonction de l'utilisation des antibiotiques.

Type de production attendue par l'élève :

Schéma et texte argumenté.

Compétences :

- Mettre en œuvre un protocole.
- Utiliser des outils numériques pour simuler des phénomènes.
- Représenter des données sous différentes formes (schéma, tableau, texte argumenté).
- Exploiter un document constitué de divers supports.
- Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.

- Relier des connaissances acquises en sciences à des questions de santé.
- Apprendre à organiser son travail.
- Manifester sens de l'observation et esprit critique.

Articles et sites de référence :

- https://www.pourlascience.fr/sd/medecine/consommation-dantibiotiques-et-resistance-des-bacteries-1300.php?login_success=1
- Effet de barrière du microbiote : symbiose et antibiose, Philippe Sansonetti, Collège de France, 06 décembre 2017

Activité (1/2) : les antibiotiques

Compétences
Manipuler, communiquer

M. G est sorti de l'hôpital depuis à peine une semaine mais il est à nouveau malade, souffrant de maux de tête, de vomissements, de fièvres et de douleurs à une oreille. C'est une infection nosocomiale : une infection contractée dans l'hôpital.

? A partir des documents et de vos observations, **rédigé** un courrier à M. G lui expliquant ses symptômes et le traitement le plus adapté pour le soigner.
Votre réponse comportera un schéma de votre antibiogramme.

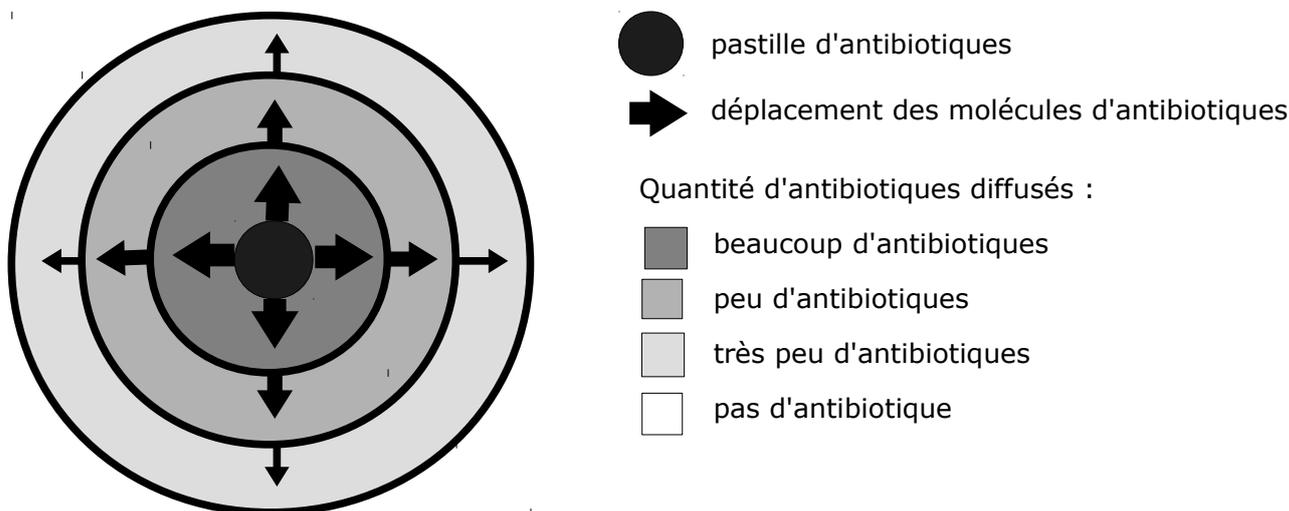
Document 1 : analyse sanguine du patient

Les analyses de sang montrent qu'il a été infecté par des bactéries Staphylocoques dorés. Il existe plusieurs souches et le traitement change selon le type de bactéries.

Document 2 : réaliser un antibiogramme pour trouver le bon traitement

Les antibiotiques sont des molécules qui tuent des bactéries ou qui bloquent leur reproduction.

Un antibiogramme permet de mesurer l'efficacité d'un antibiotique sur une souche de bactéries. On dépose des pastilles imprégnées d'antibiotiques à la surface d'une gélose contenant les bactéries étudiées. Les pastilles diffusent les molécules de l'antibiotique (plus on s'éloigne de la pastille, moins les molécules atteignent la zone) et on peut observer quels antibiotiques détruisent les bactéries.



Vous disposez d'une boîte contenant un milieu représentant une culture dans laquelle des bactéries de M. G ont été ajoutées et se sont multipliées.

La gélose contient un indicateur coloré permettant de savoir si des bactéries sont présentes :

- la gélose seule (sans bactérie) est rose,
- la gélose contenant de nombreuses bactéries est bleue.

Vous avez également 5 solutions correspondant à 5 antibiotiques : l'amoxicilline, l'ampicilline, la fosfomycine, la gentamicine et la tétracycline.

1) Placez la boîte de pétri avec la gélose sur la feuille blanche et écrivez sur la feuille les noms des antibiotiques en les espaçant régulièrement autour de la boîte.

2) Avec la pince, plongez une pastille dans le tube d'antibiotique désiré pendant 20 secondes et déposez-la BIEN A PLAT sur le gel, à côté du nom de l'antibiotique. Recommencez avec les quatre autres antibiotiques.

3) Laissez agir 20 minutes puis observez les auréoles formées.

Activité (2/2) : les antibiotiques

M. G a reçu son traitement d'amoxicilline contre les staphylocoques dorés mais il a du attendre 24 heures avant que l'antibiogramme puisse indiquer le bon traitement... 24 heures pendant lesquelles ses symptômes se sont aggravés.



A l'aide des documents et de vos observations, **expliquer** pourquoi l'hôpital ne donne pas un médicament comprenant l'ensemble des antibiotiques pouvant tuer les staphylocoques dorés.

Votre réponse comportera un tableau comparant les populations de bactéries en fonction de l'utilisation des antibiotiques.

Document 1 : des bactéries résistantes

Il arrive parfois que l'antibiotique ne détruise pas les bactéries car celles-ci sont résistantes au médicament suite à une mutation d'un de leur gène. Cette mutation arrive par hasard mais elle protège la bactérie et tous ses descendants.

Normalement, les bactéries résistant aux antibiotiques sont très rares. Pourtant, les médecins ont constaté depuis plusieurs années que de plus en plus de personnes sont infectées par des bactéries résistant aux antibiotiques. Impossible à soigner, ces patients meurent à l'hôpital. Les pays les plus concernés sont ceux dont les médecins prescrivent facilement plusieurs antibiotiques quand un patient souffre d'infections.

Document 2 : des bactéries très variées

Notre environnement contient des milliards de bactéries qui vivent et se développent dans les cours d'eau, la terre, nos aliments, notre peau, notre tube digestif.. Certaines bactéries nous rendent malades mais la majorité n'ont pas d'interactions avec nous et une partie forme notre microbiote et nous sont indispensables. Par exemple, les bactéries du microbiote produisent des vitamines et nous protègent d'autres bactéries dangereuses en occupant l'espace.

Plusieurs espèces de bactéries peuvent avoir les mêmes besoins pour se développer : même alimentation, même milieu de vie...

Toutes les bactéries, qu'elles appartiennent à notre microbiote ou qu'elles soient pathogènes, sont tuées par au moins une catégorie d'antibiotiques.

Document 3 : la propagation des bactéries résistantes

Les antibiotiques tuent les bactéries de façon spécifique. Par exemple, les Staphylocoques dorés sont tués par l'antibiotique amoxicilline alors que les bactéries Enterobacter cloacae sont détruites par l'antibiotique gentamicine.

Pour comprendre la propagation des bactéries résistantes, vous allez réaliser différentes cultures avec le logiciel Edu'Biorésistance.

Ce logiciel représente des cultures de deux types de bactéries : les Staphylocoques dorés et les Enterobacter cloacae. Chaque population est constituée de 95 bactéries sensibles à son antibiotique et de 5 résistantes.

Vous devez comparer les proportions de chaque type de bactéries en fonction de l'antibiotique ajouté et de la quantité TOTALE d'antibiotique (50 et 200).

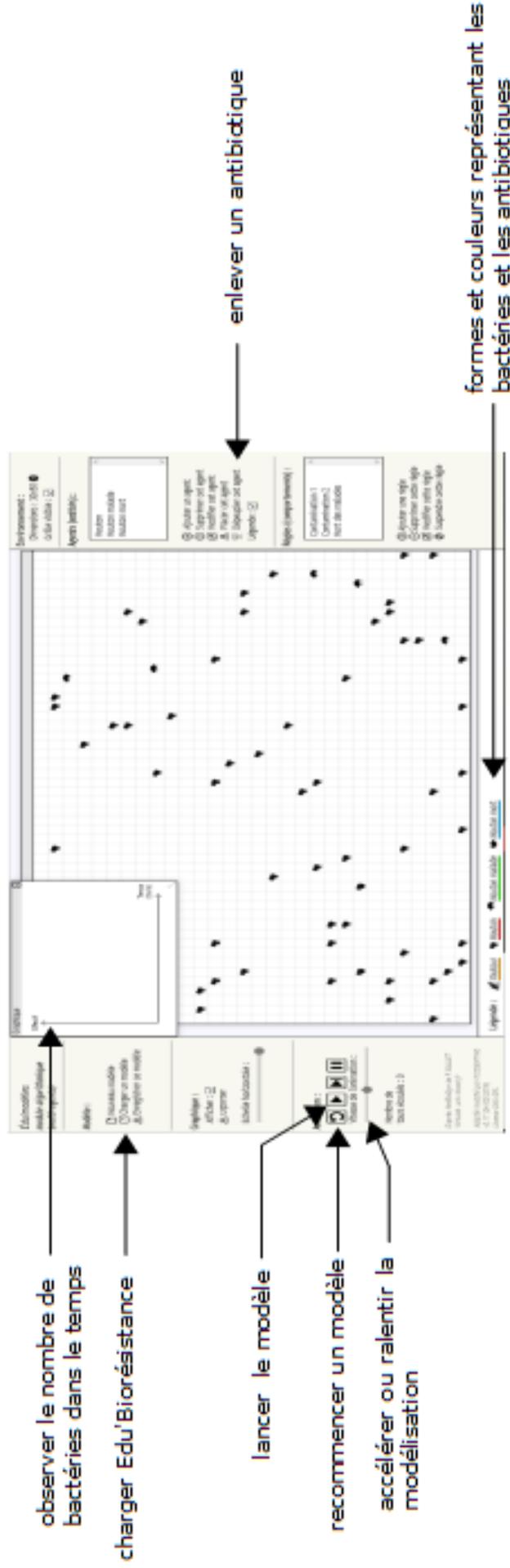
Répartissez vous le travail : par exemple, un binôme teste l'ajout de 50 amoxicillines, gentamicines ou des deux, l'autre binôme l'ajout de 200 antibiotiques.



Pour avoir de bons résultats, vous devez attendre au moins 1000 tours.

FICHE TECHNIQUE DE EDU'BIORESISTANCE

Edu'Biorésistance permet de représenter une culture de bactéries en présence de différents antibiotiques. Pour cela, ouvrez le logiciel Edu'Modèles. Cliquez sur "Charger un modèle" et choisissez "Edu'Biorésistance".



The screenshot shows the Edu'Biorésistance software interface. It features a central grid with various colored dots representing bacterial forms. The interface includes several control panels and a legend.

Annotations on the left side of the interface:

- observez le nombre de bactéries dans le temps
- charger Edu'Biorésistance
- lancer le modèle
- recommencer un modèle
- accélérer ou ralentir la modélisation

Annotations on the right side of the interface:

- enlever un antibiotique
- formes et couleurs représentant les bactéries et les antibiotiques

Lancer une modélisation :

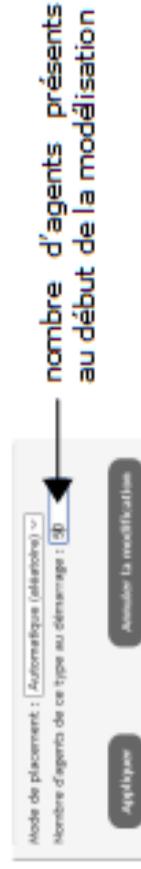
Faites fonctionner le modèle en cliquant sur . Vous pouvez arrêter le modèle en cliquant sur . Vous pouvez recommencer une nouvelle modélisation en cliquant sur .

Utiliser le modèle avec un seul antibiotique :

Pour enlever un antibiotique, cliquez sur l'antibiotique puis sur "Dépeupler cet agent".

Faire varier la quantité d'antibiotique :

Pour changer la quantité d'antibiotiques, cliquez sur l'antibiotique choisi. La fenêtre « Modification d'un agent » s'ouvre. Modifiez ensuite le nombre d'agents présents au début de la modélisation.



The screenshot shows the "Modification d'un agent" dialog box. It has a dropdown menu for "Mode de placement" set to "Automatique (répartition)". Below it, there is a text input field for "Nombre d'agents de ce type au démarrage" with the value "80". At the bottom, there are two buttons: "Appliquer" and "Annuler la modification".

Annotations on the right side of the dialog box:

- nombre d'agents présents au début de la modélisation

Aide : interpréter l'antibiogramme

Les géloses contiennent un indicateur coloré permettant d'indiquer la présence de bactéries :

- la gélose sans bactérie est rose,
- la gélose contenant de nombreuses bactéries est bleue.

Donc, si l'antibiotique tue les bactéries, la gélose deviendra rose autour de la pastille imprégnée du médicament. Si l'antibiotique est inefficace, la gélose restera bleue.

Les pastilles diffusent les molécules d'antibiotiques dans la gélose donc plus on s'éloigne de la pastille, plus les quantités d'antibiotiques sont faibles.

La taille de l'auréole sans bactérie indique l'efficacité de l'antibiotique :

- une petite auréole signifie qu'il faut beaucoup d'antibiotiques pour tuer les bactéries,
- une grande auréole signifie qu'il faut peu d'antibiotiques pour tuer les bactéries.

Aide : comparer les populations de bactéries

Titre :

Antibiotiques ajoutés	Proportion* de <i>S. dorés</i> sensibles	Proportion de <i>S. dorés</i> résistants	Proportion de <i>E. cloacae</i> sensibles	Proportion de <i>E. cloacae</i> résistants
50 amoxicillines				
200 amoxicillines				
50 gentamicines				
200 gentamicines				
25 amoxicillines et 25 gentamicines				
100 amoxicillines et 100 gentamicines				

* Très majoritaire, majoritaire, minoritaire, rare, très rare, absente.

Correction :

1/2)

Antibiogramme de M. G :

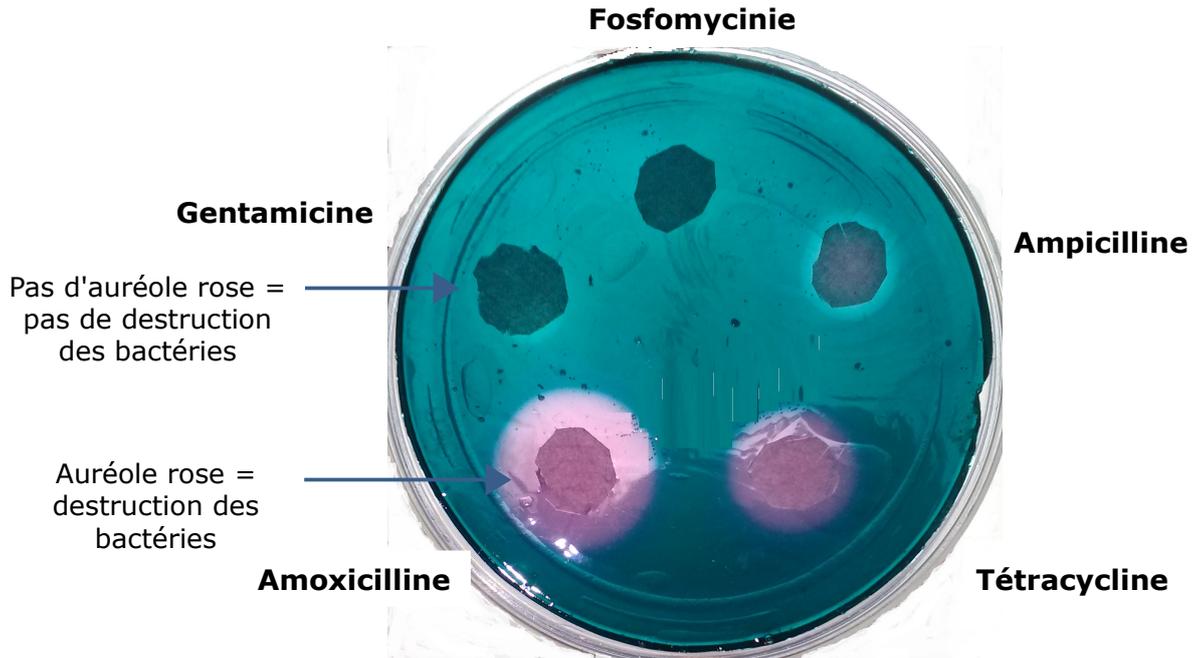
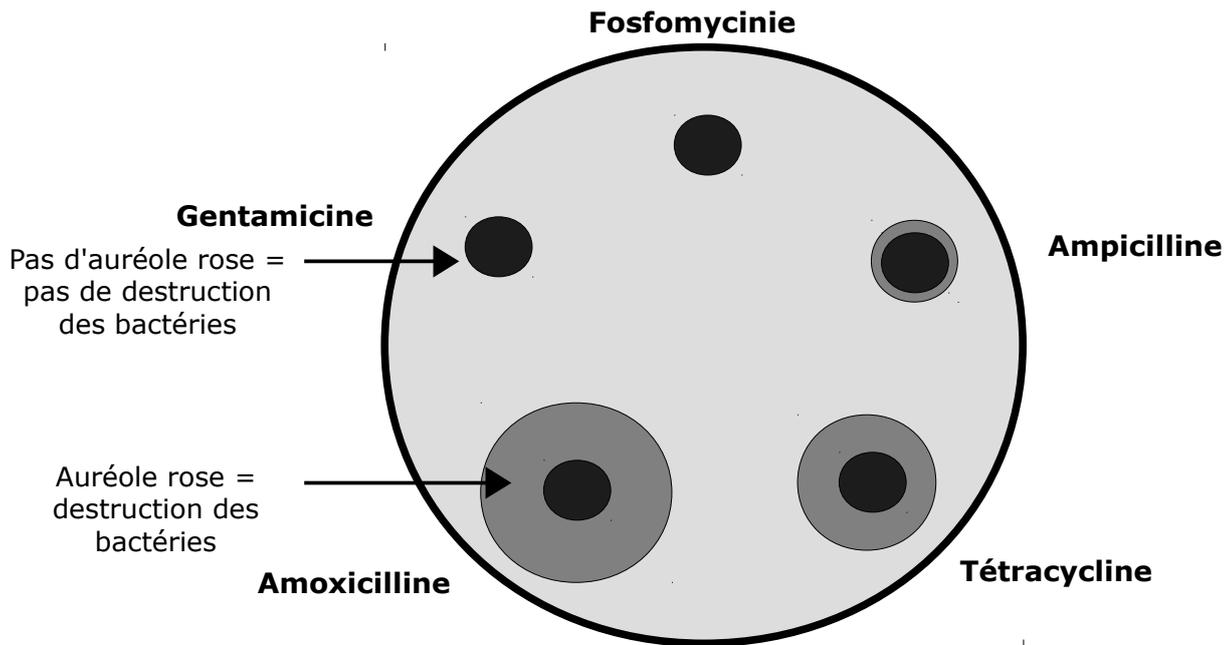


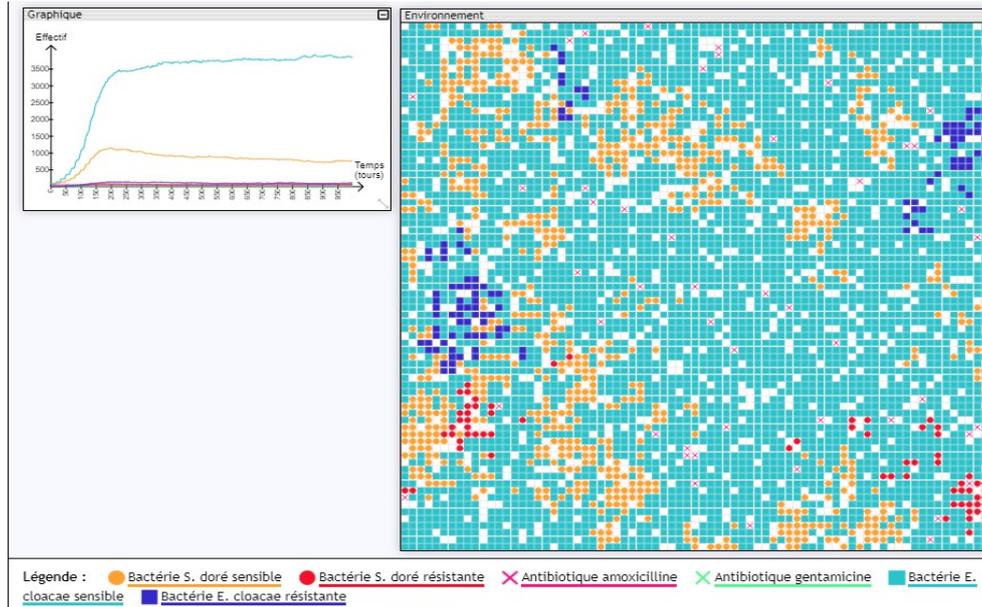
Schéma de l'antibiogramme de M. G :



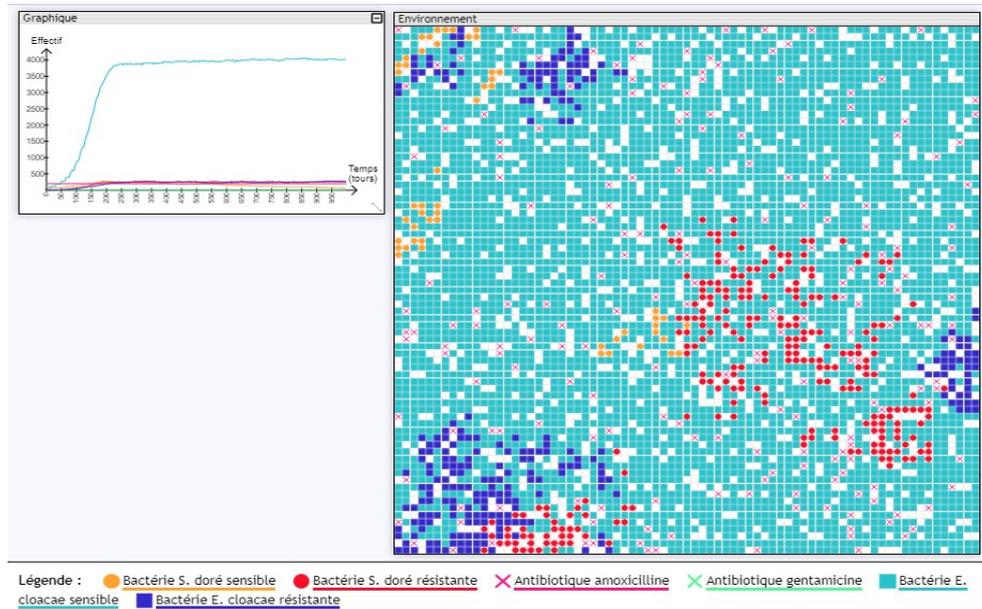
On observe sur l'antibiogramme de M. G une grande auréole rose autour de la pastille d'amoxicilline, une auréole plus petite autour de l'antibiotique tétracycline et une fine auréole autour de l'ampicilline. Il n'y a pas de décoloration autour des pastilles de fosfomycinie et de gentamicine. On sait qu'une auréole rose signifie que les bactéries sont mortes et que plus on s'éloigne des pastilles, plus les quantités d'antibiotiques sont faibles. On en déduit que les bactéries de M. G sont détruites par l'amoxicilline, la tétracycline et l'ampicilline. Il suffit d'une petite quantité d'amoxicilline pour tuer les bactéries, c'est donc l'antibiotique le plus efficace pour soigner M. G.

2/2)

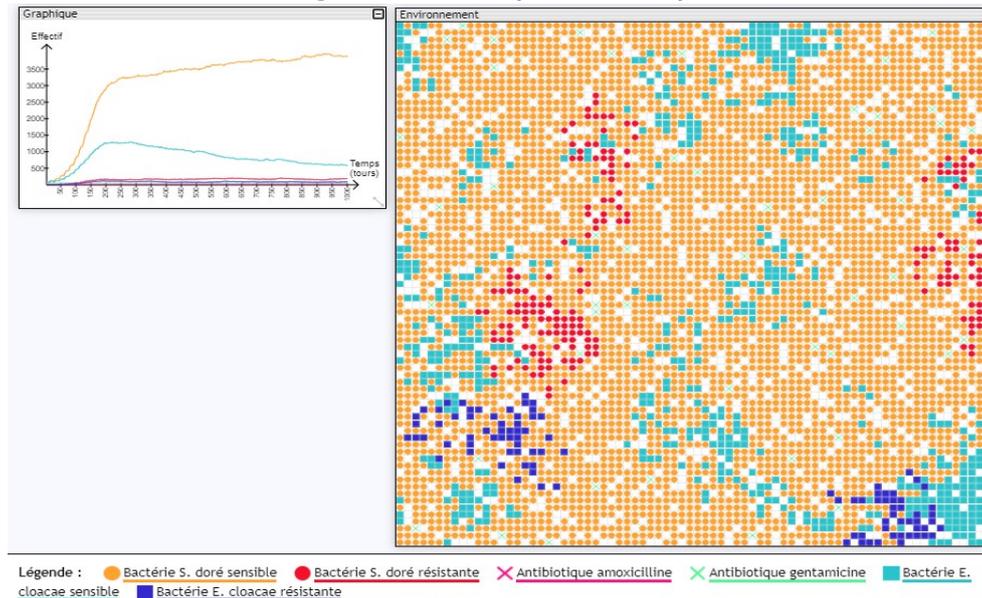
Modélisation avec 50 amoxicillines (1000 tours) :



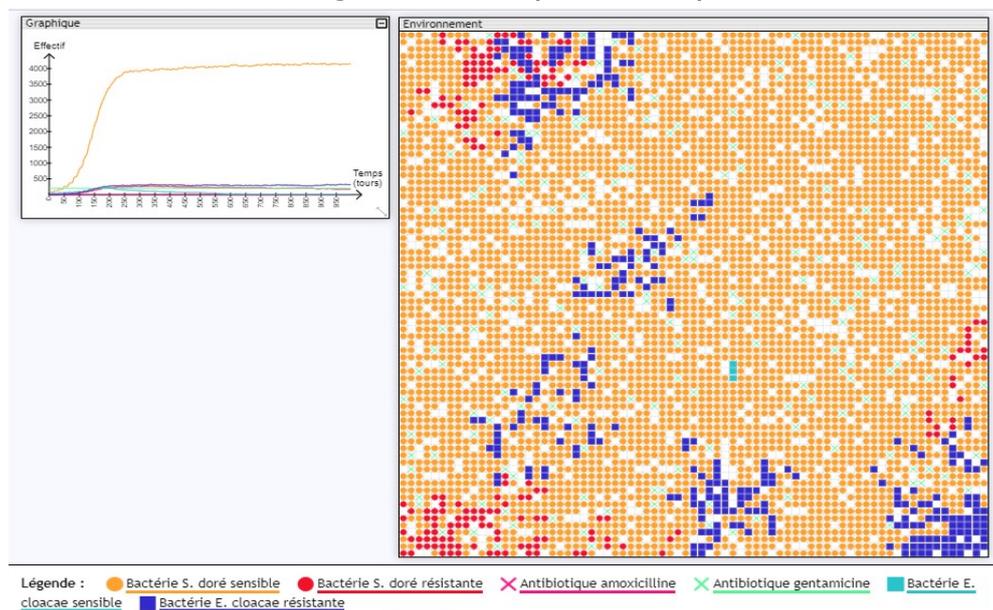
Modélisation avec 200 amoxicillines (1000 tours) :



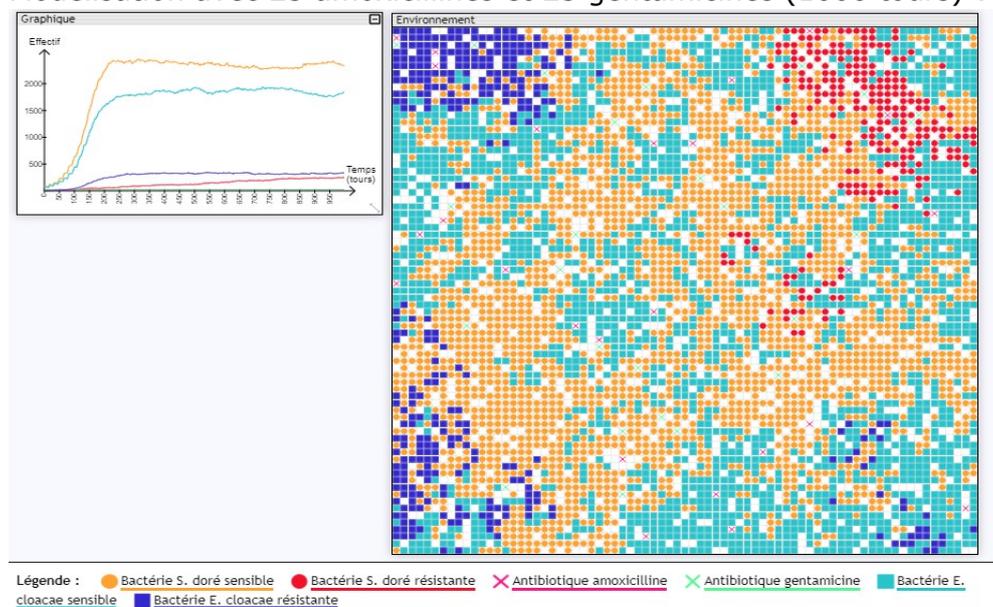
Modélisation avec 50 gentamicines (1000 tours) :



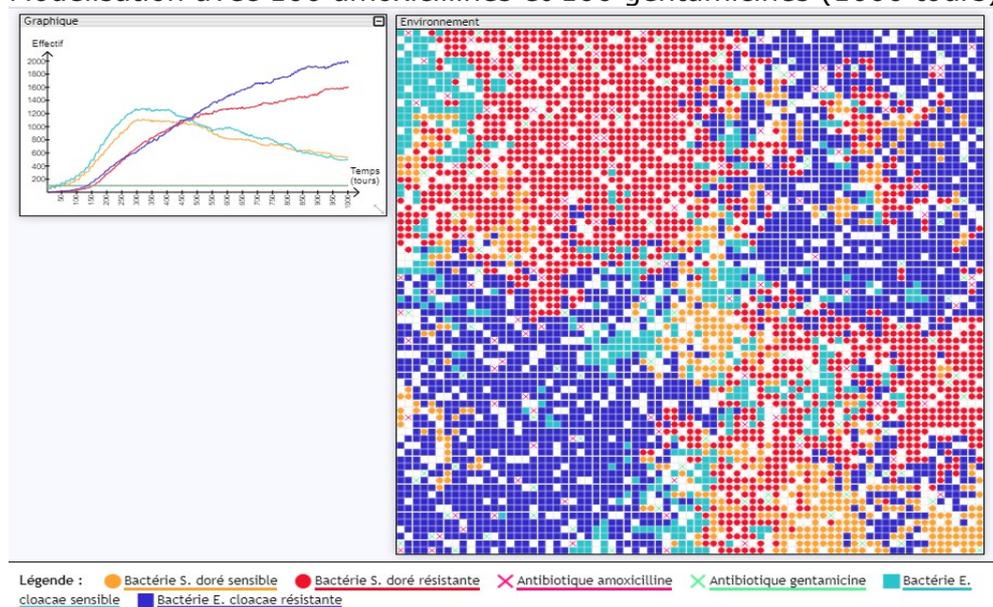
Modélisation avec 200 gentamicines (1000 tours) :



Modélisation avec 25 amoxicillines et 25 gentamicines (1000 tours) :



Modélisation avec 100 amoxicillines et 100 gentamicines (1000 tours) :



Titre : comparaison des populations de bactéries en fonction de l'utilisation des antibiotiques

Antibiotiques ajoutés	Proportion de S. dorés sensibles	Proportion de S. dorés résistants	Proportion de E. cloacae sensibles	Proportion de E. cloacae résistantes
50 amoxicillines	minoritaires	rare	très majoritaires	rare
200 amoxicillines	Très rares	rare	très majoritaires	rare
50 gentamicines	très majoritaires	minoritaires	rare	rare
200 gentamicines	très majoritaires	rare	Très rares	rare
25 amoxicillines 25 gentamicines	majoritaires	minoritaires	majoritaires	minoritaires
100 amoxicillines 100 gentamicines	minoritaires	majoritaires	minoritaires	majoritaires

On observe (document 3) que les pays ayant le plus de bactéries résistantes sont ceux qui utilisent de nombreux antibiotiques en grandes quantités.

On observe (modélisation) qu'avec l'utilisation d'une quantité modérée des deux antibiotiques, les bactéries résistantes restent minoritaires. Avec l'utilisation des deux antibiotiques en grande quantité, les bactéries résistantes deviennent majoritaires.

On en déduit que l'utilisation massive des antibiotiques tue les bactéries sensibles mais pas les bactéries résistantes qui deviennent plus fréquentes.

On observe (document 1) que les antibiotiques agissent de façon spécifique sur les bactéries. On observe (document 2) que de nombreuses bactéries bénéfiques ou neutres pour notre santé utilisent des ressources communes aux espèces pathogènes.

On observe (modélisation) qu'avec l'utilisation d'un seul antibiotique, les bactéries non ciblées par l'antibiotique sont très majoritaires et les bactéries ciblées mais résistantes à l'antibiotique restent peu nombreuses.

On en déduit que l'utilisation d'un seul antibiotique permet de préserver les bactéries non pathogènes qui bloquent le développement des bactéries pathogènes résistantes.

Il faut donc utiliser le moins possible les antibiotiques afin de limiter le nombre de bactéries résistantes et donc que les médicaments restent efficaces. Il faut également éviter de perturber les bactéries non pathogènes qui sont en compétition pour certaines ressources.

La réalisation de l'antibiogramme était donc nécessaire pour ne donner qu'un seul antibiotique à M. G. même s'il a du attendre un peu pour recevoir son traitement.

Activité (1/2) : un patient meurt à l'hôpital

Compétences

Raisonner, communiquer

Un homme souffrant de maux de tête, de vomissements et de fièvre s'est rendu aux urgences. Le médecin de service a diagnostiqué une infection due à des bactéries staphylocoques dorés et lui a donné de l'oxacilline, l'antibiotique le plus efficace pour les tuer. Les symptômes du patient se sont pourtant aggravés et il est décédé quelques jours plus tard.

La famille a contacté le Ministère de la santé, demandant que les responsables de l'hôpital soient condamnés et que des mesures soient prises afin qu'un tel drame ne se reproduise pas.

Vous êtes chargés de mener l'enquête et de rédiger un rapport à la ministre.



A partir des documents 1 et 2, **indiquer** en justifiant si l'hôpital est responsable du décès du patient.

Votre réponse comportera un schéma de votre antibiogramme.

Document 1 : l'antibiotique oxacilline

Les antibiotiques sont des médicaments fragiles qui doivent être stockés entre 10 et 15°C pour pouvoir être conservés plusieurs mois.

Même correctement préparé et stocké, il arrive parfois que l'antibiotique ne tue pas les bactéries car celles-ci sont résistantes au médicament suite à une mutation d'un de leur gène.

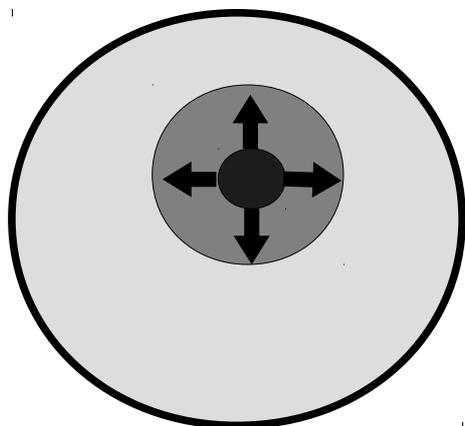
Vous pouvez vérifier l'efficacité de l'antibiotique oxacilline de l'hôpital en réalisant un antibiogramme. Ce test consiste à mettre l'antibiotique en contact avec les bactéries étudiées afin d'observer si le médicament est capable de les tuer.

Pour cela, des bactéries sont placées dans une gélose où elles se multiplient. Sur la gélose, on place une pastille imbibée de l'antibiotique.

La gélose contient aussi un indicateur coloré permettant de savoir si des bactéries sont présentes :

- la gélose sans bactérie est rose,
- la gélose contenant des bactéries est bleue.

Schéma d'un antibiogramme :



-  pastille d'antibiotique
-  déplacement des molécules d'antibiotiques
-  présence d'antibiotique
-  gélose avec les bactéries

Vous disposez :

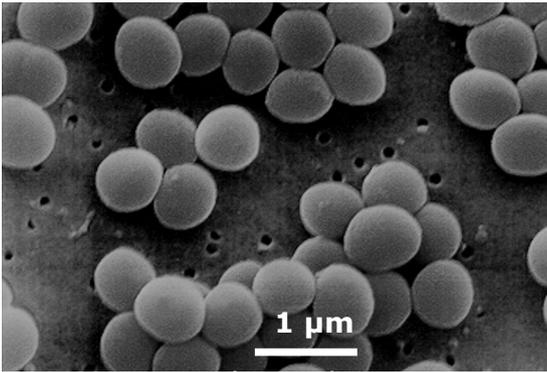
- d'une gélose contenant les bactéries du patient,
- d'une gélose contenant des staphylocoques dorés,
- de l'antibiotique oxacilline de l'hôpital,
- de deux pastilles,
- d'une pince.

ATTENTION, la pastille doit être trempée pendant 15 secondes pour contenir suffisamment d'antibiotique et l'antibiotique doit agir pendant 20 minutes.

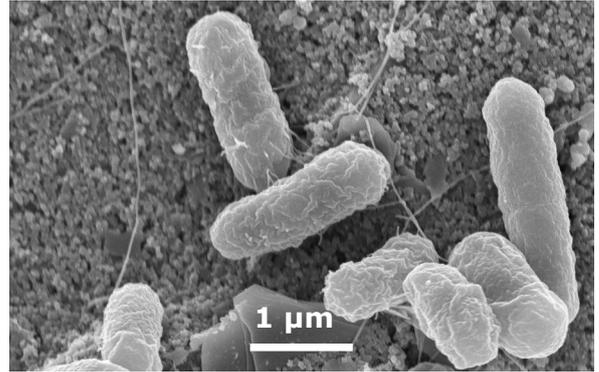
Document 2 : identifier des bactéries

Plusieurs bactéries peuvent provoquer des symptômes similaires à ceux du patient. Leur observation au microscope électronique permet d'obtenir les photographies ci-dessous :

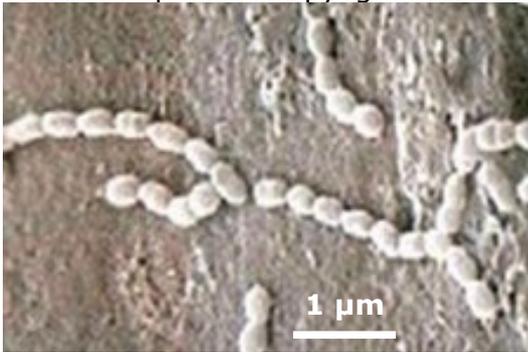
Staphylocoques dorés



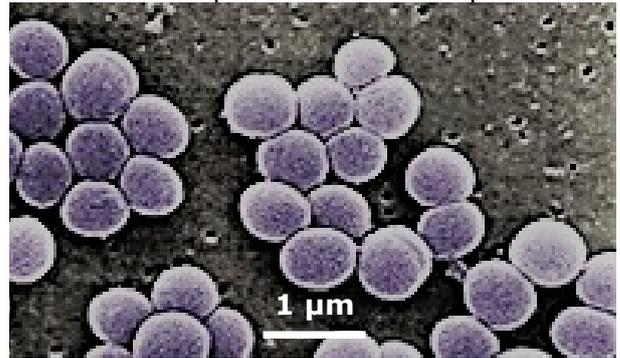
Salmonella typhimurium



Streptococcus pyogenes



Bactéries prélevées dans le patient



Compétences

Communiquer en argumentant
Utiliser un modèle

Activité (2/2) : un patient meurt à l'hôpital

Un homme est décédé à l'hôpital suite à une infection par des bactéries staphylocoques dorés résistantes aux antibiotiques. La famille demande au Ministère de la santé de prendre des mesures afin qu'un tel drame ne se reproduise pas.

Vous êtes chargés de mener l'enquête et de rédiger un rapport à la ministre.

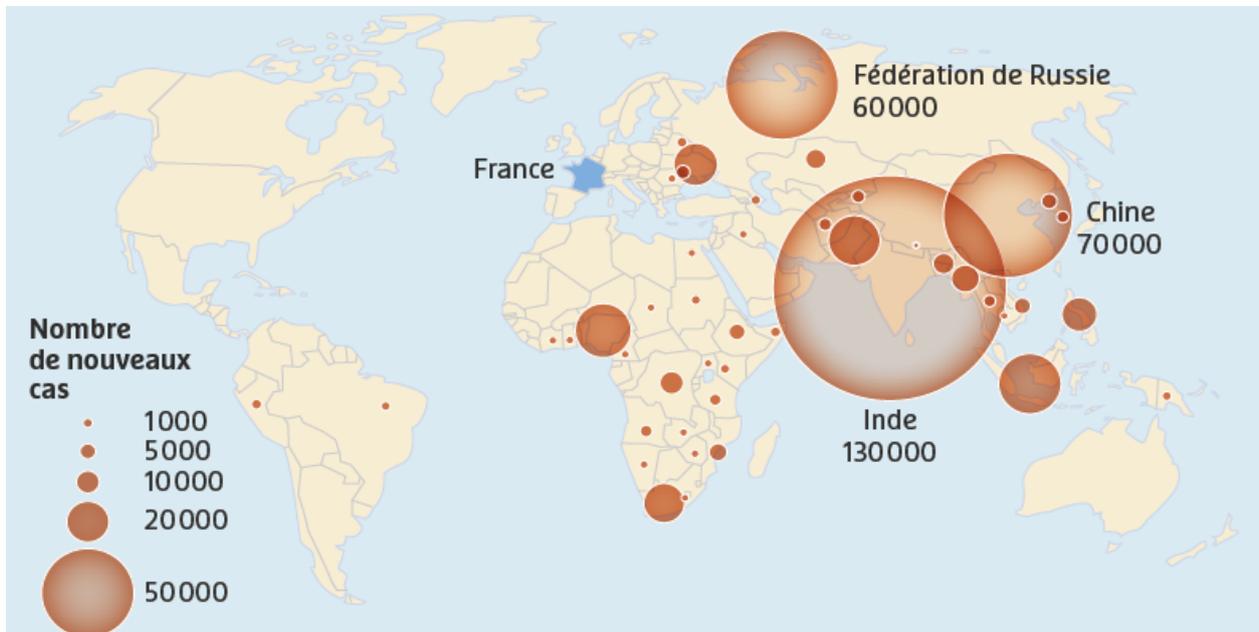


A l'aide des documents 1 à 4, **expliquer** les mesures que vous conseillez à la ministre pour éviter un nouveau cas.

Document 1 : des cas de tuberculoses multirésistantes

La tuberculose est une maladie mortelle provoquée par des bactéries. Les bactéries résistant aux antibiotiques sont normalement très rares. Pourtant, les médecins constatent depuis des années que de plus en plus de personnes sont infectées par des bactéries résistant à l'ensemble des antibiotiques. Impossible à soigner, ces patients meurent à l'hôpital.

Carte montrant le nombre de cas de tuberculoses multirésistantes en 2015



Document 2 : l'utilisation des antibiotiques selon les pays

L'utilisation d'antibiotiques varie selon les moyens et les pratiques des médecins :

- dans certains pays, les médecins ont peu de médicaments et ne peuvent donc pas utiliser d'antibiotiques pour soigner les malades. Face à ce manque, les traitements sont peu efficaces.
Exemples : Turquie, Madagascar
- dans d'autres pays, les médecins donnent très souvent des traitements aux antibiotiques aux patients pour soigner tous les cas d'infection.
Exemple : Russie, Afrique du Sud
- certains états encouragent les médecins à faire davantage de tests et à ne prescrire des antibiotiques qu'aux patients ayant des maladies bactériennes.
Exemple : Australie, Allemagne
- des états permettent l'utilisation des antibiotiques non seulement pour traiter tous les types de maladies mais également pour les animaux d'élevage.
Exemple : Inde, Chine

Document 3 : la propagation des bactéries résistantes

Pour comprendre la propagation des bactéries résistantes, vous allez réaliser différentes cultures avec le logiciel Antibio'modèle.

Ce logiciel représente la culture d'une population constituée de 95 bactéries sensibles aux antibiotiques et de 5 résistantes.

Vous devez comparer les proportions de chaque type de bactéries en fonction des quantités d'antibiotiques ajoutés entre 0 et 100.



Pour avoir de bons résultats, vous devez attendre au moins 500 tours.

Document 4 : la production de nouveaux antibiotiques

En 1928, Alexander Fleming découvrit par hasard que la moisissure pénicillium détruisait les bactéries en sécrétant une substance qu'il nomma pénicilline.

Depuis cette découverte, de nombreux autres antibiotiques ont été trouvés mais les découvertes sont de plus en plus rares et difficiles.

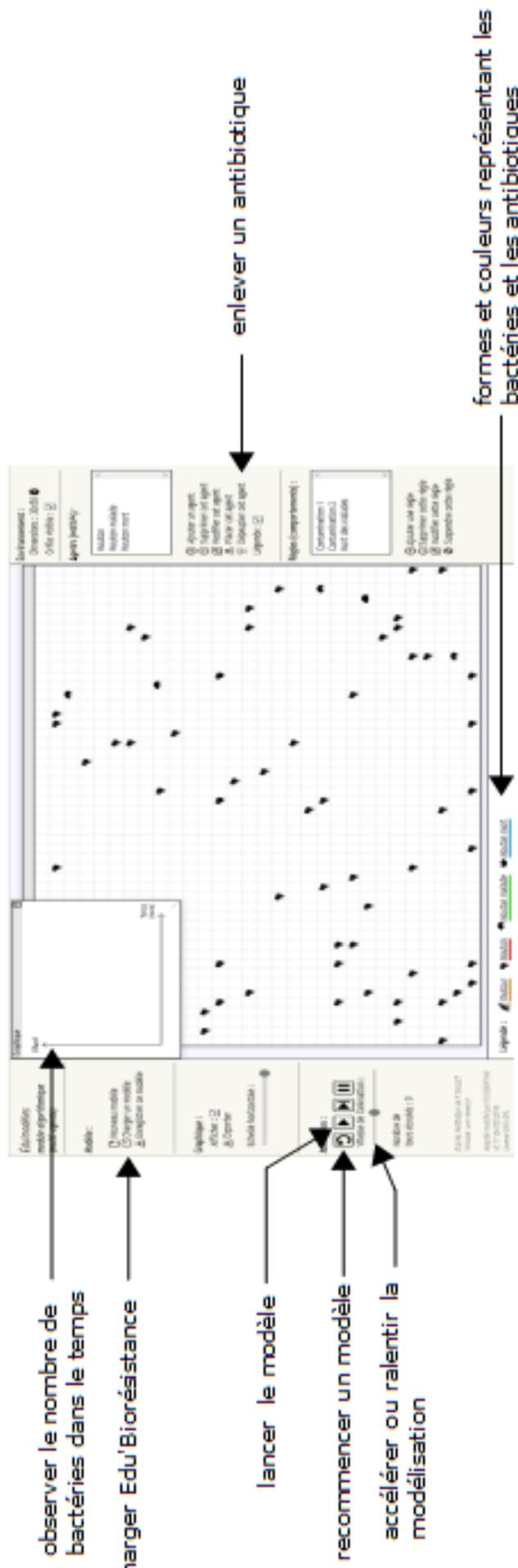
Nombre d'antibiotiques découverts entre 1983 et 2012 :



FICHE TECHNIQUE DE ANTIBIO'MODELE

Antibio'modèle permet de représenter une culture de bactéries en présence de différents antibiotiques.

Pour cela, ouvrez le logiciel Edu'modèles. Cliquez sur "Charger un modèle" et choisissez "Antibio'modèle".



The screenshot shows the Antibio'modèle software interface. It features a central grid displaying a bacterial culture simulation. The interface includes several control panels and a legend. Annotations with arrows point to specific elements:

- observer le nombre de bactéries dans le temps**: Points to the 'Observation' panel on the left, which includes a graph and a 'Charger un modèle' button.
- charger Edu'Biorésistance**: Points to the 'Modèle' panel, which contains a dropdown menu and a 'Charger un modèle' button.
- lancer le modèle**: Points to the 'Lancer' button in the bottom control panel.
- recommencer un modèle**: Points to the 'Recommencer' button in the bottom control panel.
- accélérer ou ralentir la modélisation**: Points to the 'Accélérer' and 'Ralentir' buttons in the bottom control panel.
- enlever un antibiotique**: Points to the 'Supprimer un antibiotique' button in the 'Paramètres' panel on the right.
- formes et couleurs représentant les bactéries et les antibiotiques**: Points to the 'Légende' (Legend) at the bottom right, which defines the visual representation of agents and antibiotics.

Lancer une modélisation :

Faites fonctionner le modèle en cliquant sur . Vous pouvez arrêter le modèle en cliquant sur .

Vous pouvez recommencer une nouvelle modélisation en cliquant sur .

Faire varier la quantité d'antibiotique :

Pour changer la quantité d'antibiotiques, cliquez sur l'antibiotique choisi. La fenêtre « Modification d'un agent » s'ouvre.

Modifiez ensuite le nombre d'agents présents au début de la modélisation.



The screenshot shows the 'Modification d'un agent' dialog box. It has a title bar 'Antibiotique (sélective)'. Below the title bar, there is a label 'Mode de placement : Automatique (sélective)' and a dropdown menu. Below that, there is a label 'Nombre d'agents de ce type au démarrage : 80' and a text input field containing the number '80'. At the bottom, there are two buttons: 'Appliquer' and 'Annuler la modification'.

Aide : réaliser l'antibiogramme

On cherche à tester deux hypothèses :

- 1) L'antibiotique a été mal conservé et est défectueux.
- 2) Les bactéries du patient sont résistantes à l'antibiotique.

On dispose de bactéries prélevées sur le patient, de staphylocoques dorés et de l'antibiotique de l'hôpital.

Pour tester l'hypothèse 1 : il faut mettre en contact l'antibiotique avec les staphylocoques dorés.

Si l'antibiotique est efficace, les staphylocoques dorés seront tués.

Si l'antibiotique est défectueux, les staphylocoques dorés survivront.

Pour tester l'hypothèse 2 : il faut mettre en contact l'antibiotique avec les bactéries prélevées sur le patient.

Si les bactéries du patient sont sensibles à l'antibiotique, elles seront tuées.

Si les bactéries du patient sont résistantes à l'antibiotique, elles survivront.

Aide : interpréter l'antibiogramme

Les géloses contiennent un indicateur coloré permettant d'indiquer la présence de bactéries :

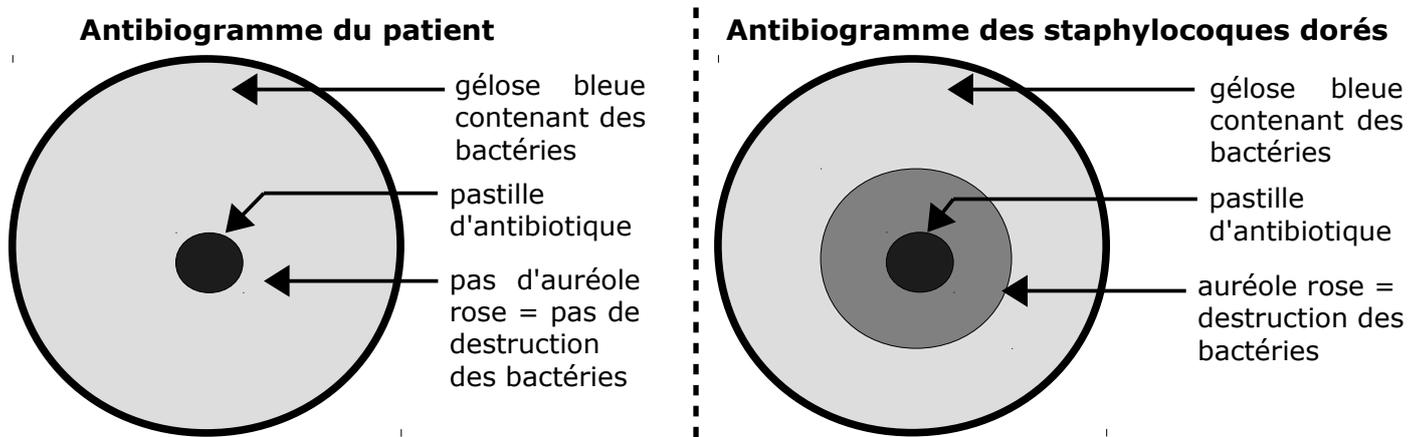
- la gélose sans bactérie est rose,
- la gélose contenant de nombreuses bactéries est bleue.

Donc, si l'antibiotique tue les bactéries, la gélose deviendra rose autour de la pastille imprégnée du médicament. Si l'antibiotique est inefficace, la gélose restera bleue.

Correction :

1/2)

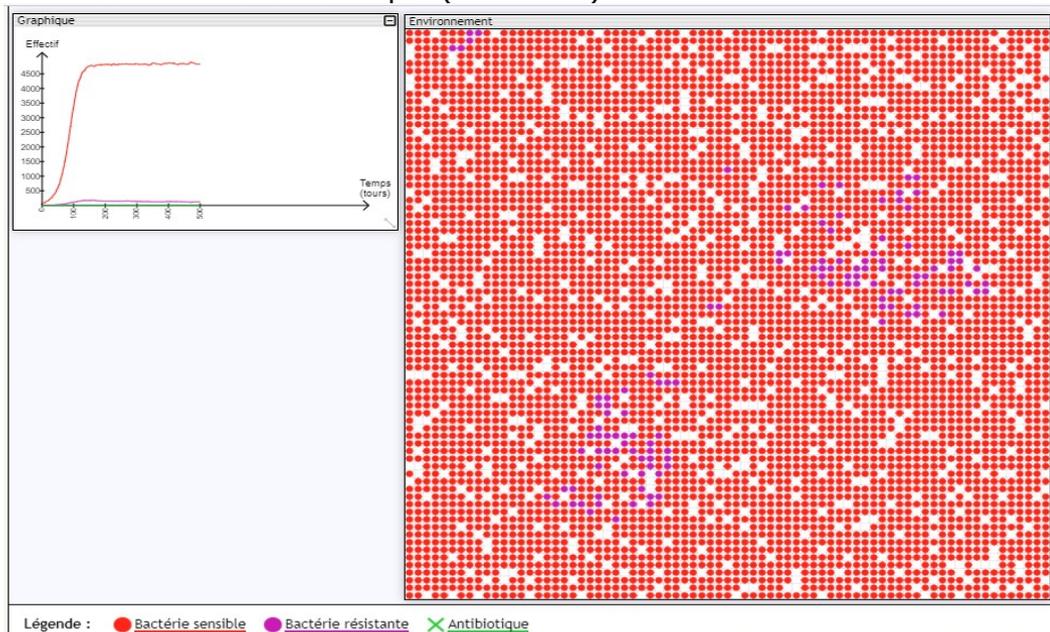
On observe (document 2) que les bactéries du patient ont l'aspect des staphylocoques dorés. On observe (document 1) que l'antibiotique de l'hôpital tue les bactéries staphylocoques dorés mais ne tue pas les bactéries du patient.



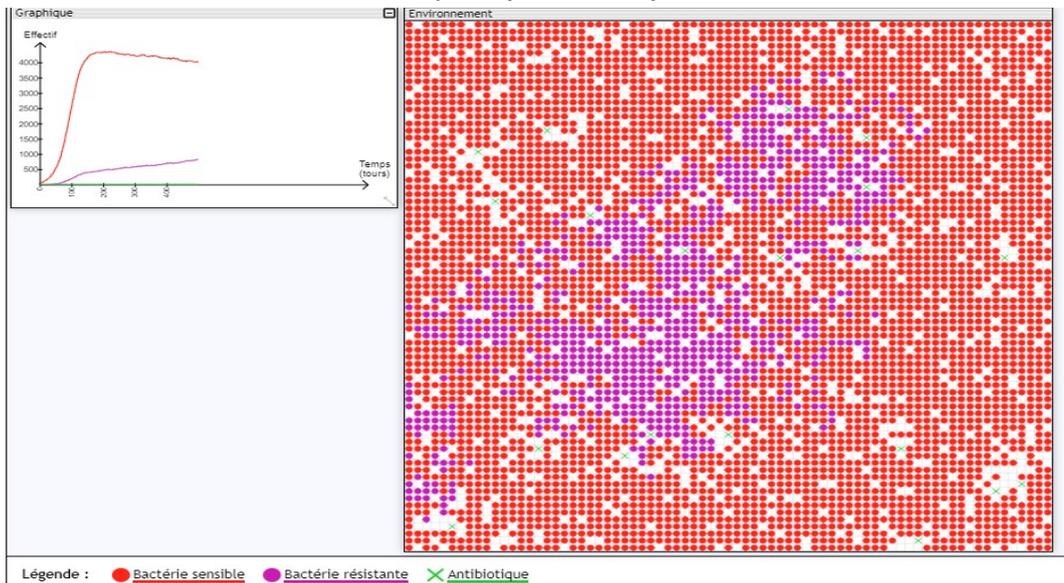
On en déduit que le médecin n'a pas fait d'erreur de diagnostic car le patient avait bien des staphylocoques dorés. L'antibiotique est efficace pour tuer des staphylocoques dorés mais n'a pas eu d'effet sur les bactéries du patient. L'hôpital n'est pas responsable du décès du patient, celui-ci était infecté par des bactéries résistant au traitement.

2/2)

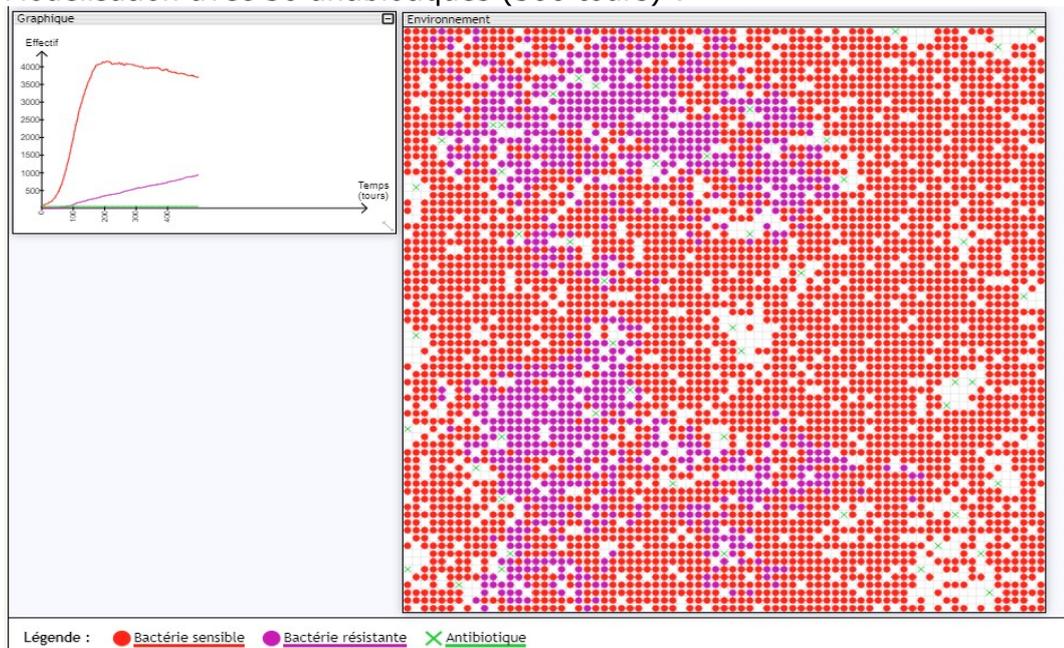
Modélisation sans antibiotique (500 tours) :



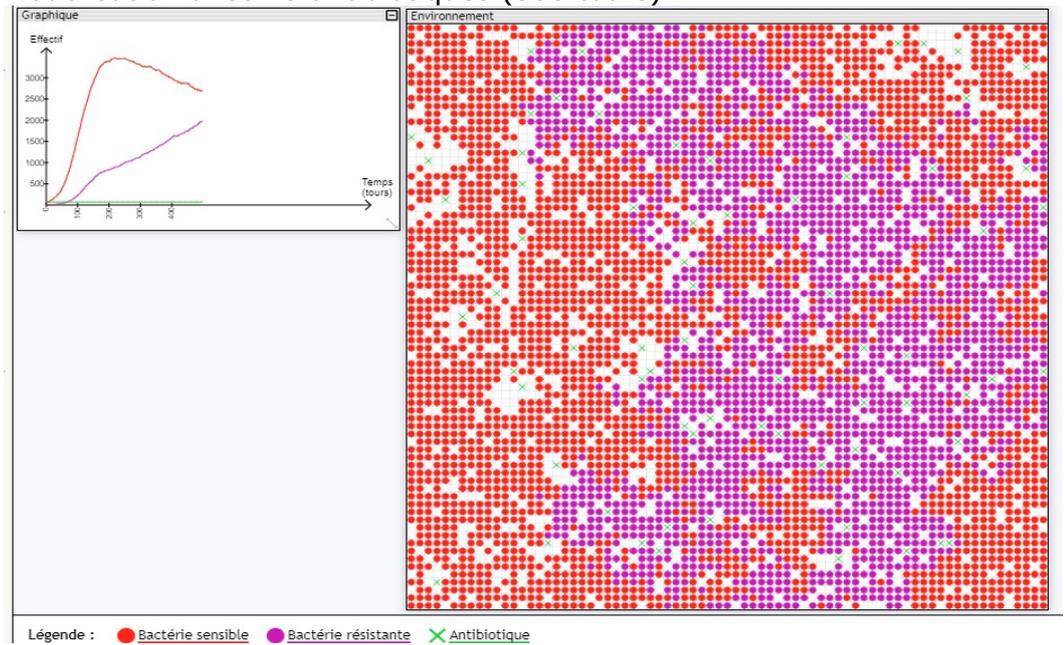
Modélisation avec 20 antibiotiques (500 tours) :



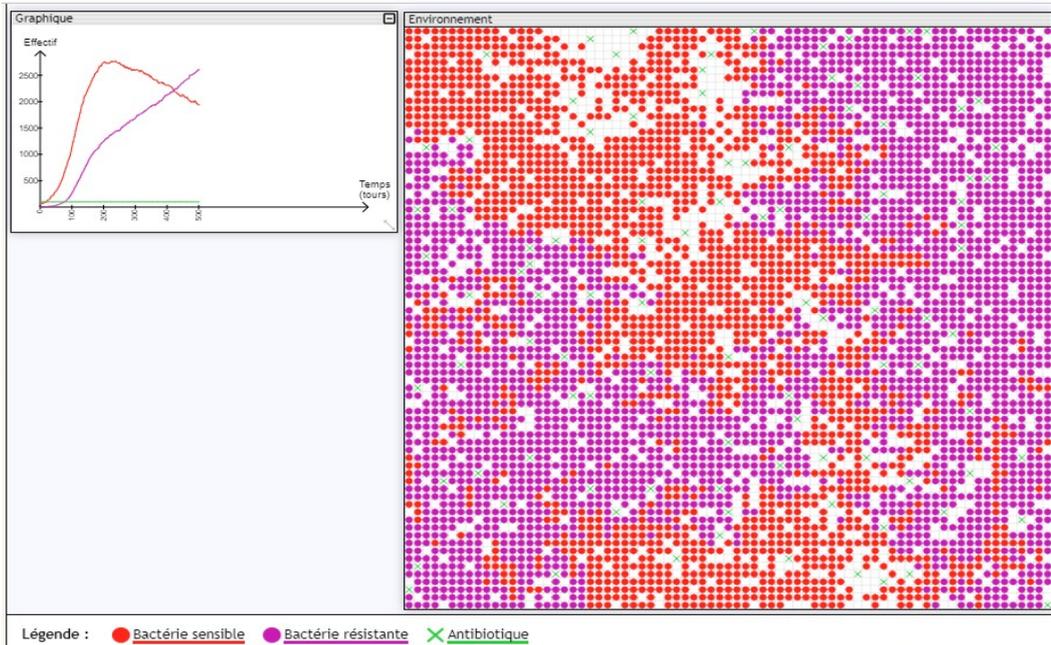
Modélisation avec 50 antibiotiques (500 tours) :



Modélisation avec 70 antibiotiques (500 tours) :



Modélisation avec 100 antibiotiques (500 tours) :



On observe (document 1) que certains pays sont confrontés à des milliers de cas de bactéries résistant à tous les antibiotiques connus.

On observe (documents 1 et 2) que les pays ayant le plus de malades souffrant de bactéries résistantes sont ceux qui utilisent le plus d'antibiotiques.

On observe (document 3) que dans un milieu ne contenant pas d'antibiotique, les bactéries résistantes restent très rares. Plus le milieu contient d'antibiotique, plus la fréquence des bactéries résistantes augmentent.

On en déduit que l'utilisation massive des antibiotiques tue les bactéries sensibles mais pas les bactéries résistantes qui deviennent de plus en plus fréquentes. La probabilité d'être contaminé par des bactéries résistantes augmente et les médecins ne peuvent pas soigner efficacement ces patients.

On observe (document 4) que les découvertes d'antibiotiques sont de moins en moins nombreuses.

On ne peut pas compter sur la découverte de nouveaux antibiotiques pour tuer les bactéries résistantes aux antibiotiques actuels car les découvertes sont trop rares et incertaines.

On recommande à la ministre d'inciter les médecins à utiliser les antibiotiques uniquement quand c'est nécessaire et de continuer les messages de prévention auprès de la population. Il est impossible de détruire définitivement les bactéries résistantes, les mutations apparaissant par hasard, mais ces mesures permettront de limiter leur propagation et de diminuer les risques qu'un autre patient ne puisse être sauvé par les médecins.