

Escherichia Coli

Énoncé de l'activité

Une famille arrivée de Métropole se baigne à Nouméa, dans la baie de Sainte Marie. Le lendemain, le père tombe malade (vomissements, diarrhées).

Le médecin consulté écarte l'hypothèse de l'intoxication alimentaire et, suite à des analyses biologiques, on conclut à une pollution de l'eau de baignade due à la bactérie Escherichia Coli.

Le temps nécessaire au doublement des cellules de cette bactérie est de vingt minutes, ce qui signifie que toutes les 20 min une cellule se décompose en deux cellules, qui vont elles-mêmes se décomposer chacune en deux cellules et ainsi de suite...

On se place dans l'hypothèse d'une seule bactérie dans un litre d'eau de baignade au départ.

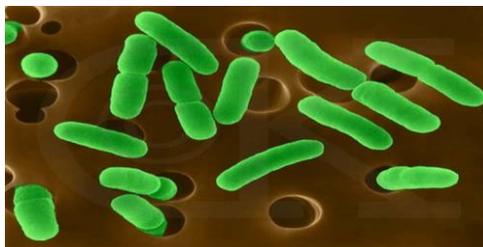
Au bout de combien de temps devient-il dangereux de se baigner à cause de cette bactérie ?

Les bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*) et les entérocoques sont présents naturellement dans les systèmes digestifs des animaux à sang chaud. Ils se retrouvent donc naturellement dans les eaux usées.

Ces bactéries constituent donc un bon indicateur de contamination fécale et donc de l'ensemble des microorganismes associés et éventuellement pathogènes pour la santé humaine (virus et bactéries). Ces bactéries, lorsqu'elles sont trop concentrées, peuvent poser des problèmes de santé aux baigneurs ou bien contaminer les organismes marins (les huîtres par exemple). Ces huîtres peuvent alors rendre malades les consommateurs.

Mesurer la concentration en *E. coli* dans l'eau de mer ou en rivière permet donc d'éviter ces problèmes sanitaires.

Lorsque les concentrations sont trop élevées, les autorités peuvent fermer les plages ou les rivières à la baignade et interdire la consommation des produits de la mer issus de la zone contaminée.



Pour obtenir ces indicateurs, il faut prélever de l'eau ou des coquillages en faisant très attention de ne pas contaminer les échantillons. Les méthodes pour obtenir les concentrations en *E. coli* et en entérocoques dans l'eau ou dans les coquillages font l'objet de normes (AFNOR, CEN ou ISO).

Les valeurs seuils présentées ci-contre dérivent directement de la réglementation européenne des eaux de baignade.

Valeur ponctuelle (nombre de bactéries/100 mL)	Bon	Moyen	Mauvais
Concentrations <i>E. coli</i>	< 100	100 - 2 000	> 2 000
Concentration entérocoques	< 100	> 100	

Les grilles sont fondées sur la qualité sanitaire vis-à-vis de la consommation humaine. Les valeurs seuils et les métriques fournies sont directement issues de la réglementation européenne portant sur la qualité sanitaire des zones de production conchylicoles (élevage et pêche).

	Nombre d' <i>E. Coli</i> dans 100 g de chair et liquide intervalvaire
Très bon	100 % de valeurs < 230
Bon	90 % des valeurs < 230 10 % des valeurs entre 230 et 1 000
Moyen	100 % des valeurs < 4 600

Fiche professeur

Niveau : 1^{ère}

Durée prévue : 1h

Type d'activité : découverte (début de séquence), en groupes, utilisant les TICE.

Objectifs du programme :

Capacités	Connaissances	Commentaires
Générer expérimentalement des suites numériques à l'aide d'un tableur.	Suites numériques : - notation indicielle ; - détermination de termes particuliers.	Un tableur permet d'explorer différentes suites numériques (arithmétiques, géométriques, autres).

Prérequis

Connaissances des fonctions de base d'un tableur.

Déroulement pédagogique chronologique

Distribuer les pages 1 et 2 aux élèves, sans l'annexe ci-dessous.

Vous pouvez leur fournir le fichier tableur : [escherichia coli.xlsx](#)

- o La feuille « élève_V1 » permet de trouver la solution directement par étirement des cellules.
- o La feuille « élève_V2 » nécessite de traduire de s'appropriier le texte « Le temps nécessaire au doublement des cellules de cette bactérie est de vingt minutes ».
- o La feuille « correction » est destinée à l'enseignant.

Si vous préférez, vous pouvez leur fournir un fichier GeoGebra, accompagné d'une fiche technique :

- o Le fichier « élève_V1 » permet de trouver la solution directement par étirement des cellules.
- o Le fichier « élève_V2 » nécessite de traduire de s'appropriier le texte « Le temps nécessaire au doublement des cellules de cette bactérie est de vingt minutes ».
- o Le fichier « correction » est destiné à l'enseignant.

Annexe pour l'enseignant

<p>Questions possibles, pour différencier à poser aux groupes, pour les aider, <i>si besoin est</i></p> <ol style="list-style-type: none">1) Quel est le seuil de dangerosité de cette bactérie ?2) Pour quel volume d'eau prélevée ce seuil est-il donné ?3) Quel est le volume d'eau prélevée ?4) Quel sera le seuil pour 1 L d'eau prélevée ?5) Proposez un outil et une méthode pour résoudre le problème.6) Résolvez le problème.7) Vérifiez votre réponse.8) Répondez à la question posée. <p>Prolongement possible : Réalisez la représentation graphique de cette suite pour vérifier la validité de la solution trouvée.</p>	<p>Les questions ci-contre sont destinées uniquement à l'enseignant.</p> <p>Le document à distribuer aux élèves est constitué des pages 1 et 2, <i>sans les questions de l'annexe.</i></p>
---	---

Synthèse

Intérêt du tableur pour générer des suites : rapidité, résolution de problèmes par comparaison de valeurs, détermination de termes particuliers sans connaître à priori les précédents.

Résolution expérimentale de l'activité

La concentration est considérée comme mauvaise au-delà de 2 000 bactéries pour 100 mL.

Comme on part d'un litre d'eau, on cherche au bout de combien de temps le nombre de bactéries atteindra 20 000.

En étirant les cellules du tableur, on observe qu'au-delà de 300 minutes, la population dépasse 20 000 bactéries.

Résolution mathématique de l'activité (au niveau Terminale)

On peut résoudre ce problème en utilisant une suite géométrique : $\begin{cases} u_1 = 1 \\ u_n = 2 u_{n-1} \end{cases}$, soit $u_n = 2^{n-1}$.

La solution mathématique est donc la solution de l'équation : $2^{n-1} > 20\,000$, soit $(n-1) \log(2) > \log(20\,000)$, d'où $n > 15,3$.

On obtient qu'à partir du 16^{ème} terme de la suite, soit 300 minutes, le nombre de bactéries rend l'eau dangereuse pour la baignade.

Grille de compétences

Compétences	Attendus de l'évaluation	Aide à l'évaluation	Appréciation du niveau d'acquisition		
			C	PC	NC
S'approprier	Compréhension de la situation.	L'enseignant vérifie : par groupe ou individuellement, oralement ou par écrit.			
	Repérer les informations utiles.	Informations à repérer : <ul style="list-style-type: none"> - La population double toutes les 20 minutes - 1 seule bactérie au départ dans 1 L d'eau - Existence d'un seuil discriminant - Seuil correct : 2 000 bactéries/100 mL 			
Analyser, raisonner	Méthode proposée.	On attend que la méthode utilisée soit expliquée par écrit.			
	Calcul du seuil.	Si l'élève propose une méthode « manuelle », le questionner sur les limites de cette méthode.			
		Si l'élève propose une méthode avec tableur, on attend qu'il explique pourquoi.			
Réaliser	<i>Expérimentation, conjecture.</i>	On attend un résultat sensé (ordre de grandeur correct, cohérence avec la méthode choisie) et argumenté.			
		Si l'élève choisit une méthode « manuelle », on fournit le fichier avec la consigne adéquate.			
		On récupère le fichier.			
		Si l'élève choisit une méthode avec tableur, on attend le fichier.			
Valider	Argumenter.	On attend la justification de la réponse par encadrement, comparaison avec le seuil.			
Communiquer	Réponse à la question.	La réponse est rédigée correctement et répond à la problématique.			
	Compte-rendu : <ul style="list-style-type: none"> - écrit, - oral. 	On attend une présentation orale des raisonnements et de la méthode présentée par écrit précédemment.			

C : réponses Conformées aux attendus ; **PC** : réponses Partiellement Conformées ; **NC** : réponses Non Conformées.