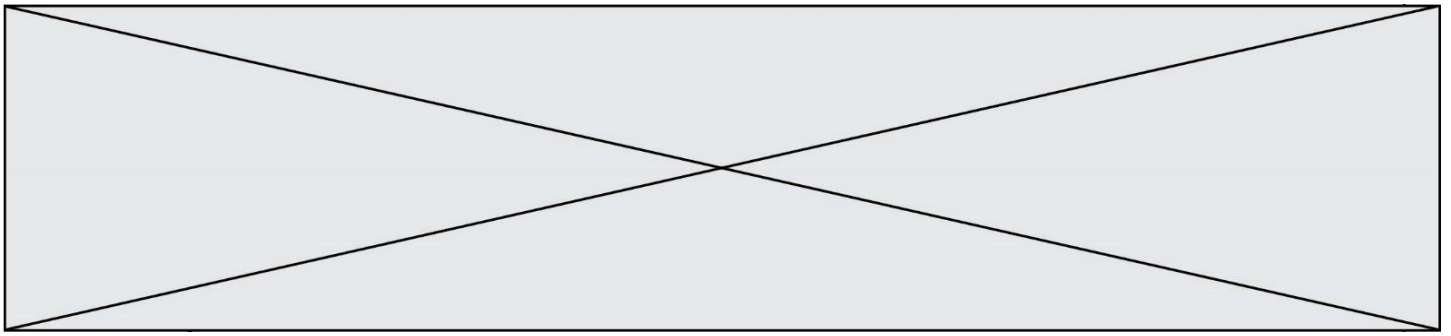




Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

L'inférence bayésienne au service de la médecine

Sur 10 points

Dans le domaine médical, il est possible d'estimer la probabilité qu'une personne soit atteinte d'une maladie à partir d'un test fondé sur les symptômes de cette maladie (effets de la maladie). Cette estimation se fonde sur le principe de l'inférence bayésienne, qui permet de calculer la probabilité qu'un événement se produise à condition qu'un autre événement se soit réalisé.

Dans cet exercice, nous allons étudier la pertinence d'un test sanguin permettant de détecter la pathologie d'une embolie pulmonaire.

Document 1 – L'embolie pulmonaire, une pathologie cardio-vasculaire

L'embolie pulmonaire est l'obstruction partielle ou totale, en général, par un caillot de sang, d'une artère pulmonaire ou de l'une de ses branches. Le sang ne peut donc plus circuler. Elle provoque un essoufflement, l'augmentation du rythme cardiaque, des douleurs thoraciques, et dans les cas les plus graves, une chute de tension voire une mort subite.

Le diagnostic nécessite différents examens coûteux comme l'imagerie médicale des poumons, du thorax et un électrocardiogramme parfois difficile à interpréter.

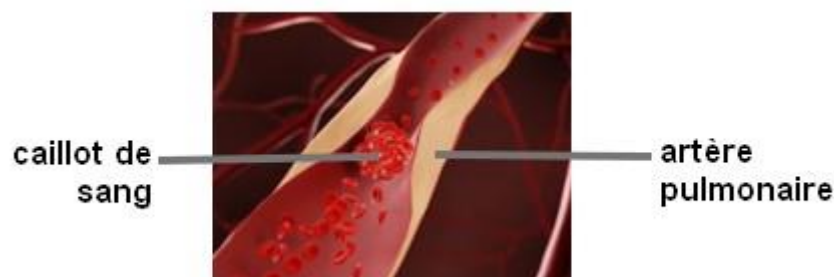


Figure 1 – Schéma d'une artère avec embolie pulmonaire

Source : <https://www.santemagazine.fr/sante/maladies/maladies-appareil-circulatoire/quest-ce-quun-trhombus-comment-prevenir-ce-caillot-sanguin-1041812>

Document 2 – Test sanguin et résultats

Par une prise de sang, il est possible de doser la quantité d'une molécule appelée D-dimère, présente dans le sang lorsque l'organisme arrive à se débarrasser d'un caillot sanguin. Plus la concentration est importante, plus il y a de caillots qui peuvent potentiellement entraîner une embolie.



Ce test est rapide et moins invasif que d'autres examens plus complexes à mettre en place.

Le test a été réalisé sur un échantillon de 2898 patients qui seraient susceptibles de contracter cette pathologie. 1154 sont diagnostiqués comme malades.

Source : <https://www.portailvasculaire.fr/le-seuil-des-d-dimeres-ajuste-lage-pour-eliminer-embolie-pulmonaire-letude-adjust-pe>

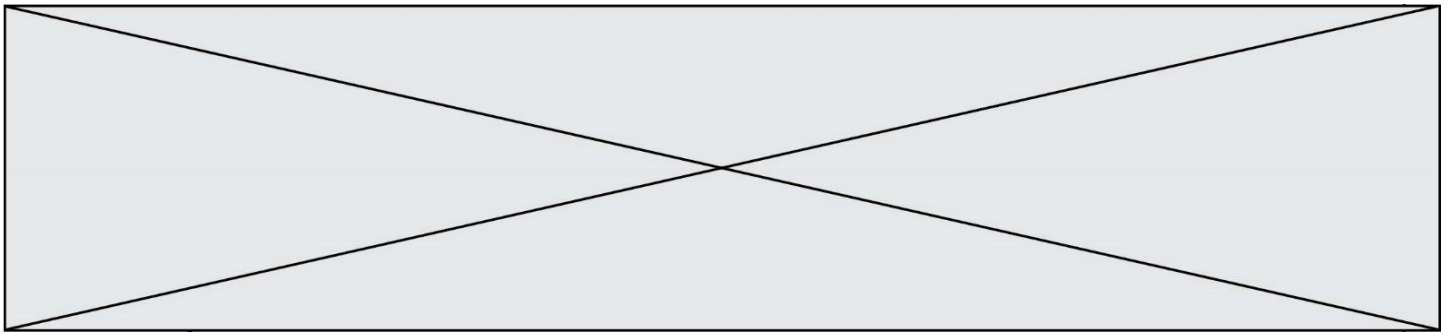
Ci-dessous les résultats des analyses :

Concentration en D-dimères (en ng.mL ⁻¹)	Nombre de patients malades	Nombre de patients non malades
6-249	0	316
250-499	4	501
500-999	144	180
1000-1999	156	93
2000-3999	552	50
4000-10600	888	14

Partie 1 – Traitement des résultats

Afin d'analyser les résultats obtenus, on fixera la valeur seuil de la concentration en D-dimères à partir de laquelle on peut considérer le patient comme malade à 500 ng.L⁻¹.

- 1- Justifier l'intérêt de mettre en place un test sanguin pour faire le diagnostic de l'embolie pulmonaire.



- 2- Recopier sur la copie les termes proposés dans le tableau ci-dessous et les associer aux bonnes définitions.

Termes	Définitions à associer au bon terme
Vrais positifs (VP)	Malade avec test positif
Faux positifs (FP)	Malade avec test négatif
Faux négatifs (FN)	Non malade avec test positif
Vrais négatifs (VN)	Non malade avec test négatif

- 3- Indiquer les conséquences, pour le patient, que peuvent entraîner soit l'obtention d'un faux positif soit un faux négatif.
- 4- Reproduire et compléter le tableau de contingence suivant, qui représente simultanément les résultats au test et les diagnostics à partir des données fournies dans le document 2.

Diagnostic			
	Malade	Non malade	Total
Positif	Vrai positif (VP) =	Faux positifs (FP) =	2077
Négatif	Faux négatifs (FN) =	Vrai négatifs (VN) =	821
Total			2898

Test (valeur seuil de 500 ng.L⁻¹)

- 5- Connaissant le nombre de tests positifs, calculer la probabilité d'obtenir un vrai positif notée $p(VP)$.
- 6- Rappeler le sens de cette probabilité et interpréter la valeur obtenue. En déduire si cette information est suffisante pour justifier l'emploi du test sanguin dans le cadre de la détection d'embolie pulmonaire.
- 7- La probabilité précédente est aussi appelée « valeur prédictive du test ». Expliquer en quoi cette probabilité se fonde sur le principe de l'inférence bayésienne.



(Les numéros figurent sur la convocation.)

Partie 2 – Caractéristiques du test

Document 3 – Évaluation de l'efficacité du test

Afin d'évaluer l'efficacité d'un test, on peut s'appuyer sur deux autres variables :

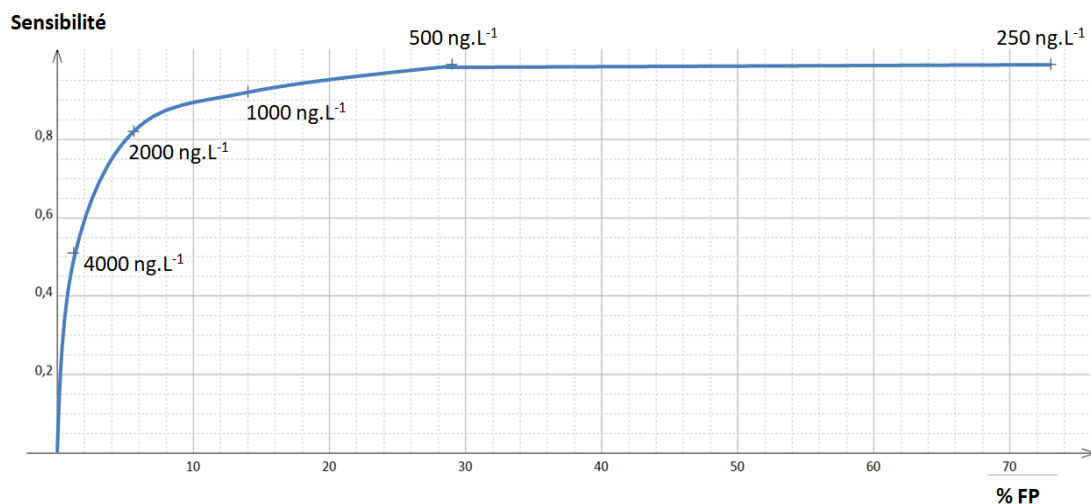
- La sensibilité notée S_e : il s'agit de connaître la probabilité que le test soit positif lorsqu'il est censé l'être pour les malades atteints de la pathologie.

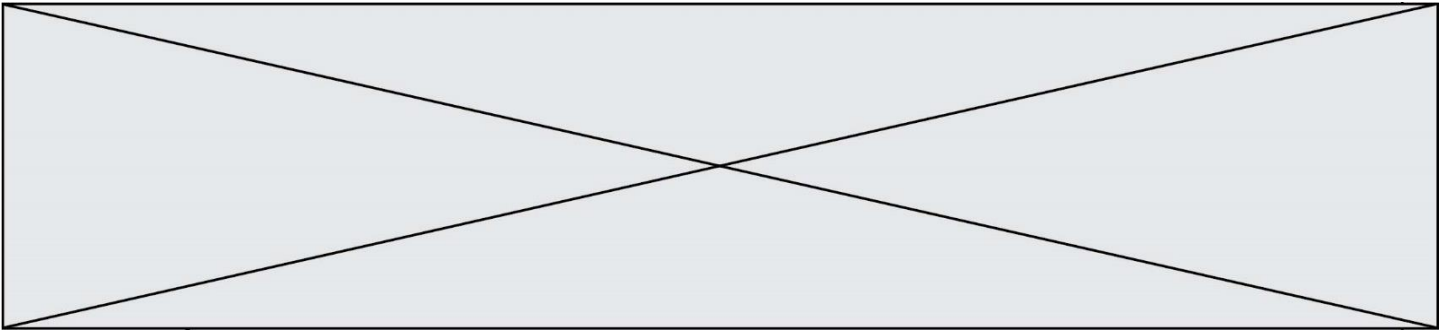
$$\text{Sensibilité} = \frac{\text{nombre de VP}}{\text{nombre de VP} + \text{nombre de FN}}$$

- Le pourcentage de tests donnant un faux positif (%FP) parmi les personnes non-malades.

Document 4 – Courbe ROC du dosage sanguin

Dans un deuxième temps, les résultats sont analysés avec des valeurs seuil différentes. On construit alors la courbe « ROC » appelée également caractéristique de performance d'un test. Elle montre les progrès réalisés dans le traitement des résultats du test lorsque les valeurs seuil varient.





- 8-** Par une lecture graphique, déterminer la sensibilité et le pourcentage de tests faux positifs, noté %FP, pour la valeur seuil 500 ng.L⁻¹. Indiquer si le pourcentage de faux positifs est cohérent avec les indications portées dans le tableau de contingence en justifiant votre réponse.
- 9-** À partir du document 4, choisir puis recopier la proposition qui permet de choisir la valeur seuil la plus pertinente possible.
- Sensibilité faible et %FP faible.
 - Sensibilité forte et %FP faible.
 - Sensibilité faible et %FP forte.
 - Sensibilité forte et %FP forte.
- 10-** Discuter de la pertinence du test sanguin mis en œuvre au regard de la valeur seuil, de la taille de l'échantillon, du traitement des résultats et des pourcentages précédemment calculés.