

EXPLOITER DES DONNÉES DE TESTS MÉDICAUX EN CLASSE

Cette ressource complète la ressource mathématique en proposant de nouveaux exemples de tests médicaux. Les enjeux de santé publique et de développement de l'esprit critique face, entre autres, à l'utilisation d'autotests peuvent ainsi être approfondis.

Lien vers la ressource mathématique « [Inférence bayésienne](#) »

Mots-clés :

Test médical, sensibilité, spécificité, faux positif, vrai positif, faux négatif, vrai négatif

Référence au programme

Thème 3 / sous-thème 3.5 L'intelligence artificielle / 3.5.5 L'inférence bayésienne

Savoirs

L'inférence bayésienne est une méthode de calcul de probabilités de causes à partir des probabilités de leurs effets. Elle est utilisée en apprentissage automatique pour modéliser des relations au sein de systèmes complexes, notamment en vue de prononcer un diagnostic (médical, industriel, détection de spam...). Cela permet de détecter une anomalie à partir d'un test imparfait.

Savoirs faire

À partir de données, par exemple issues d'un diagnostic médical fondé sur un test, produire un tableau de contingence afin de calculer des fréquences de faux positifs, faux négatifs, vrais positifs, vrais négatifs. En déduire le nombre de personnes malades suivant leur résultat au test.

Prérequis et limites

Les probabilités étant assimilées à des fréquences, il est possible de raisonner sur des tableaux à double entrée sans faire appel explicitement à la théorie des probabilités conditionnelles ni à la formule de Bayes.

Catégorie de ressource

- Données médicales utilisables avec les élèves issues de notices de test médicaux, en particulier des autotests disponibles en pharmacie sans ordonnance (dépistage d'une bactérie dans l'estomac, dépistage colorectal, détection d'un taux de cholestérol élevé, dépistage d'une carence en fer etc.).
- Données sur l'inférence bayésienne issues du chapitre 18 du livre « Mais qui a attrapé le bison de Higgs » et de l'article « Les probabilités conditionnelles (Bayes level 1) » du [blog de David Louapre](#) (chercheur en physique).

Document

Test de diagnostic rapide des angines : de l'importance du diagnostic médical associé



Lien vers la brochure « [Test de diagnostic rapide des angines : de l'importance du diagnostic médical associé](#) »

L'angine est une pathologie relativement fréquente qui touche environ 10 millions de personnes par an en France. Au maximum, seules 25% de ces angines seront des angines bactériennes (streptocoques) ce qui correspond donc à environ 2,5 millions de personnes par an. On peut donc estimer que la prévalence¹ de **l'angine bactérienne est environ 3,7% dans la population française** par an.

Avant l'arrivée des tests de diagnostic rapide (TDR) des angines à streptocoques du groupe A (SGA), la prise en charge des angines aiguës était une antibiothérapie systématique.

Le test de diagnostic rapide (TDR) permet de dépister la présence des streptocoques du groupe A à partir d'un prélèvement de gorge **chez des patients présentant des signes cliniques d'angine**. Ce test de diagnostic a été développé à la fin des années 1990 et, depuis 1999, est recommandé par l'ANSM² dans le but de lutter contre les résistances aux antibiotiques.

La mise en place de ces TDR a permis de diminuer de moitié la prescription des antibiotiques (Étude « *TEST'Angine* » réalisée en Bourgogne sur 700 médecins généralistes *entre 1999 et 2001*).

Retrouvez éducol sur



1. En épidémiologie, la prévalence désigne l'état de santé d'une population à un moment donné. La prévalence d'une maladie particulière représente ainsi le nombre de personnes atteintes par cette maladie à un instant donné. Elle s'exprime généralement en pourcentage.

2. ANSM Agence Nationale de Sécurité du Médicament

Les tests de diagnostic rapide des angines à SGA sont des techniques immunologiques de détection d'un antigène spécifique de la paroi de la bactérie streptococcique :

- la **sensibilité du test** (probabilité d'un résultat positif du test chez les sujets porteurs de la maladie) est **supérieure à 90% pour le test angine** ;
- la **spécificité du test** (probabilité d'un résultat négatif de test chez des patients dont le statut non malade est connu) est **supérieure à 95% pour le test angine**.

Sensibilité et spécificité expriment la capacité informative du test c'est-à-dire la capacité du test à catégoriser des patients. Les valeurs de la sensibilité et de la spécificité ont été calculées sur un échantillon dans lequel on connaissait à la fois le nombre de personnes malades, non malades, positives au test, négatives au test. De ce fait, elles doivent s'accompagner d'intervalle de confiance classiquement à 95%.

En pratique quotidienne de dépistage, la question qui se pose au médecin est d'évaluer chez une personne apparemment en bonne santé la probabilité qu'elle soit malade (ou non malade) en fonction du résultat positif (ou négatif) du test. Elle dépend des caractéristiques du test (sensibilité et spécificité) et de la probabilité que la personne ait la maladie, c'est-à-dire de la **prévalence de la maladie** dans la population considérée. La prévalence de la maladie est la probabilité a priori que la maladie soit présente chez une personne prise au hasard dans une population.

La question que l'on pourrait poser aux élèves pourrait être : « Quelle est la probabilité que je sois atteint d'une angine à SGA sachant que je viens d'être testé positif ».

On peut construire la figure suivante et le tableau de contingence correspondant, pour un échantillon de 10 000 personnes testées prises au hasard dans la population :

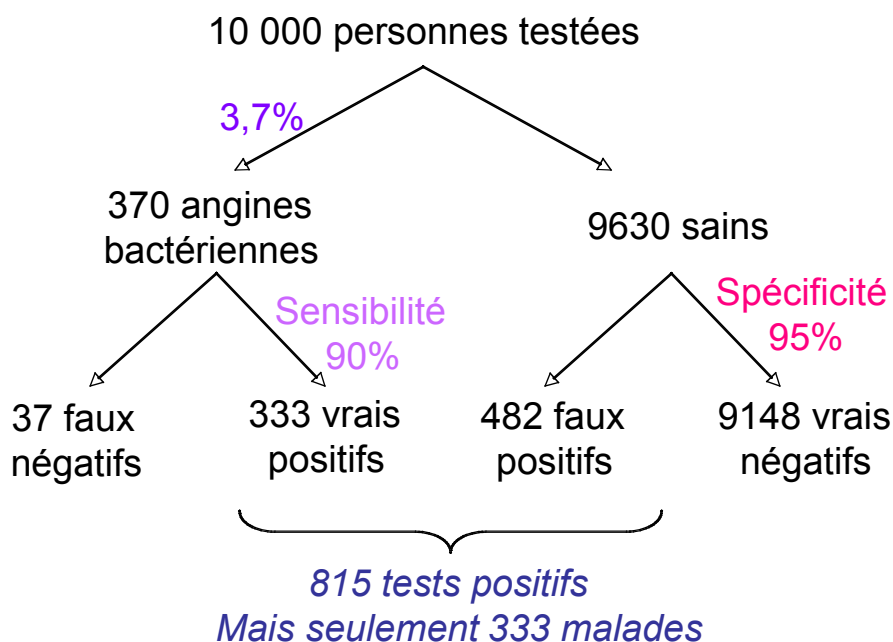


Tableau de contingence correspondant :

	Malades	Non malades = sains	Effectifs
Tests positifs	Vrais positifs : 333	Faux positifs : 482	n1 : 815
Tests négatifs	Faux négatifs : 37	Vrais négatifs : 9 148	n0 : 9 185
Effectifs	m1 : 370	m2 : 9 630	n = 10 000

On peut donc calculer la probabilité d'être véritablement malade quand on est testé positif, appelée valeur prédictive positive (VPP).

Cette valeur correspond au nombre de vrais positifs sur le total n1 de tests positifs, soit ici $VPP = 333 / 815 = 0,408$.

La probabilité d'être véritablement malade quand on est testé positif est donc d'un peu moins de 41% !

Mais les médecins ne font pas un test systématique à tous les patients qu'ils reçoivent !

Ce test n'est pratiqué qu'après un **examen médical** visant à rechercher les **symptômes cliniques** associés à l'angine. Ces symptômes permettent, pour le médecin, de calculer le **score de Mac Isaac**.

Fièvre > 38°C	= 1
Absence de toux	= 1
Adénopathies cervicales sensibles	= 1
Atteinte amygdalienne (<i>volume ou exsudat</i>)	= 1
Âge 15 à 44 ans	= 0
≥ 45 ans	= -1

Si le score de Mac Isaac est supérieur ou égal à 2, le diagnostic de l'angine est confirmé : la prévalence de l'angine bactérienne est donc maintenant de 25%.

Tableau de contingence correspondant

	Malades	Non malades = sains	Effectifs
Tests positifs	Vrais positifs : 2250	Faux positifs : 375	n1 : 2625
Tests négatifs	Faux négatifs : 250	Vrais négatifs : 7125	n0 : 7375
Effectifs	m1 : 2500	m2 : 7500	n = 10 000

Retrouvez éducol sur



Valeur prédictive positive (VPP)

VPP = nombre de vrais positifs / total n1 de tests positifs = **2250 / 2625 = 0,857**.

La probabilité d'être atteint d'une angine d'origine bactérienne pour une personne positive au test est donc de plus de 85 % quand le test se révèle positif après le diagnostic médical.

Dans tous les cas, plus la maladie aura une prévalence faible dans la population, plus la valeur prédictive positive sera faible. Pour une maladie rare, un test systématique de toute une population va donc fournir beaucoup de faux positifs, et donc potentiellement susciter beaucoup d'inquiétude.

Il faut donc associer à ces tests, les résultats d'un diagnostic médical, les **observations cliniques** faites par un médecin lors de l'auscultation, combiner ces résultats avec des **facteurs de risque** (âge, consommation d'une substance,...), ou bien compléter par des **tests complémentaires** (imagerie, biopsie,...) comme dans le cas d'un cancer ou d'un traumatisme crânien.

S'AUTO-TESTER : UNE FAUSSE BONNE IDÉE !

Exemple de l'auto-test d'intolérance au gluten

Il s'agit d'un test, accessible sans ordonnance, disponible en pharmacie ou sur internet pour s'auto-dépister la maladie cœliaque.

Cette maladie toucherait en France, au maximum, 1% de la population (bien que seulement 1 personne sur 1000 développe une forme symptomatique).

Données de la notice

« Test sérologique pour l'auto-dépistage de la maladie cœliaque »

Ce test fonctionne selon le principe de l'immunochromatographie : à partir d'une goutte de sang prise au bout du doigt, il permet de mettre en évidence la présence des anticorps anti-transglutaminase IgA.

Données de performance :

- **Sensibilité** : 95,7 %
- **Spécificité** : 97,1 %

L'étude de cette pratique de l'autotest, accessible facilement et pour un coût modique (une vingtaine d'euros environ) est un bon outil pour travailler l'esprit critique avec les élèves.

La question que l'on peut poser aux élèves pourrait être : « **Discuter de l'intérêt de réaliser ce test sans avis médical.** »

Tableau de contingence pour 20 000 personnes réalisant le test :

	Malades	Non malades = sains	Effectifs
Tests positifs	Vrais positifs : 191,4	Faux positifs : 574,2	n1 : 765,6
Tests négatifs	Faux négatifs : 8,6	Vrais négatifs : 19 225,8	n0 : 19 234,4
Effectifs	m1 : 200	m2 : 19 800	n = 20 000

Taux de faux positifs

Nombre de faux positifs / total n1 de tests positifs = $574,2 / 765,6 = 0,75$ soit **75% de tests qui sont de faux positifs !**

Valeur prédictive positive (VPP)

Nombre de vrais positifs / total n1 de tests positifs **VPP = $191,4 / 765,6 = 0,25$.**

La probabilité d'être véritablement malade quand on est testé positif est donc seulement de 25 % !

De nombreux documents mettent en garde contre ces auto-tests :

- l'IG Zöliakie, une organisation suisse de patients désapprouve clairement cet autotest.
« *Le diagnostic d'intolérance au gluten doit être réalisé par un allergologue et avec beaucoup de précautions, justement parce que tout indique, selon l'état actuel de nos connaissances scientifiques, que le seul traitement approprié reste la stricte alimentation sans gluten et à vie. Le vrai diagnostic de maladie coéliqua est complexe et comprend aussi bien divers tests sanguins qu'une recherche poussée des antécédents familiaux, une recherche de symptômes de carence et, souvent, une biopsie intestinale* » ;
- article « [Les autotests sous la loupe](#) ».

D'autres données à exploiter avec les élèves

Toutes les notices fournissent les données de spécificité, sensibilité et parfois de contingence

Test	Sensibilité	Spécificité	Contingence	VPP
Carence fer	97,56 %	96,92 %	3% des femmes en âge de procréer	49 %
Thyroïde	96,43 %	95,24 %	1,5 % population générale	24 %
Test sanguin thyroïde en laboratoire	95 %	99 %	1,5 % population générale	60 %
Test diagnostic rapide Paludisme	95 %	85 %	France : 0,1 %	0,6 %
			Afrique : 90 %	98 %

Retrouvez éducol sur



Bibliographie - sitographie

Mise au point mathématique sur l'inférence bayésienne

- Ressource mathématique « [Inférence bayésienne](#) »
- Article « [Les probabilités conditionnelles \(Bayes level 1\)](#) » du blog de David Louapre
- Référence au livre de David Louapre : « [Mais qui a attrapé le bison de Higgs](#) » - chez Flammarion
- « Les tests diagnostiques : ce dont on parle » par Claudine Schwartz

TDR Angine

- Données AMELI sur [sensibilité/spécificité](#)

Angine à streptocoque du groupe A ?

➤ **Pourquoi faire un TDR angine ?**

➤ **Aucun signe clinique ni symptôme ne sont spécifiques des angines à streptocoque bêta-hémolytique du groupe A (SGA). Complément indispensable de l'examen clinique, le TDR angine confirme l'étiologie à SGA. Il réduit le risque de passer à côté de cette angine bactérienne.**

Fiabilité du TDR angine : sensibilité > 90 %, spécificité > 95 %.

➤ **Utiliser les antibiotiques de manière ciblée, c'est préserver leur efficacité. Le TDR angine permet de réserver les antibiotiques aux angines à SGA et évite ainsi de prescrire ces médicaments inutilement.**

➤ **Pour quel patient ?***

Devant une angine érythémateuse ou érythémato-pultacée

Enfant ≤ 3 ans	Adulte + score de Mac Isaac ≤ 2
	Temp. > 38°C = +1
	Absence de toux = +1
	Adénopathies cervicales sensibles = +1
	Abcès érythémateux (exanthème) = +1
	Âge : 15 à 44 ans = +0
	> 45 ans = -1

➔ **TDR angine**

➔ **TDR négatif***
Angine non streptococcique A**
Pas d'antibiothérapie

➔ **TDR positif
Angine à SGA**
Antibiothérapie

Pas de nécessité de pratiquer un TDR angine, ni de traiter par antibiotiques chez :

- Enfant < 3 ans (angine à SGA rare, Rhumatisme Articulaire Aigu exceptionnel)
- Adulte + score de Mac Isaac < 2

* Huron, Antonin Reuz, Bover et al. Management of Acute Pharyngitis in Adults. Arch Intern Med 2009;169:640-644.
** HAS/AFSSA/Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé. Antibiotiques pour une prescription ciblée dans les infections respiratoires hautes de l'adulte et l'enfant. Recommandations, Octobre 2008.
*** Sans facteur de risque de RAA (Rhumatisme Articulaire Aigu), ce résultat ne justifie pas de contrôle supplémentaire systématique par culture, ni de traitement antibiotique.

➤ **Le TDR angine, un outil intégré à la consultation**

Au début de l'examen, devant des signes cliniques d'angine érythémateuse ou érythémato-pultacée :

- 1 Prélèvement**
- 2 Mise en contact du prélèvement avec les réactifs**
1 minute
- 3 Poursuite de la consultation en attendant le résultat**
5 minutes
Immersion du test
- 4 Lecture du résultat en fin de consultation**
Dans la plupart des cas, le TDR angine se révèle négatif car les angines sont d'origine virale dans :
- 75 à 90 % des cas chez l'adulte,
- 60 à 75 % chez l'enfant.

En quelques minutes, avec le TDR angine, vous contribuez à préserver l'efficacité des antibiotiques.

- Microbiologie DCEM1 Faculté Lyon Sud « Cours Bactériologie » [Bactériologie des angines](#)
- [Spécificité / sensibilité](#) – Société française de médecine d'urgence

Données sur les autotests

- [Différentes données](#) sur sensibilité / spécificité / prévalence pour les auto-tests
- Article « [Les auto-tests sous la loupe](#) »
- [Autotests-TROD - Rôle du pharmacien d'officine](#)

Pour aller plus loin sur l'inférence bayésienne

- Le [niveau 2](#) sur le blog de David Louapre
- Un livre de Gerd Gigerenzer : « [Penser le risque - apprendre à vivre dans l'incertitude](#) » chez Markus Haller Editions

Autre bibliographie utilisée pour la rédaction

- [Thèse de 2014 sur les tests TDR](#)