

Valeur Informationnelle d'un Signe

Introduction

Lorsque l'on fait un diagnostic, que l'on cherche à savoir si le patient est malade, il faut se poser différentes questions :

- Le patient est-il vraiment malade ?
- Quelle est la probabilité qu'il soit malade avant/après le test diagnostique ?

Les tests diagnostiques vont nous permettre de répondre à ces questions. Cependant, une part d'incertitude va toujours persister ... (comme pour tout en médecine).

I. LES SOURCES D'INFORMATIONS

Il existe deux sources d'informations :

Le gold standard : test de référence dont le résultat est **sûr**, sépare les malades et les non malades.

Le test : celui-ci ne donne pas un résultat sûr à 100%. Il en existe différents types.

- **binaire** : présence ou absence (*Ex : présence ou non de tumeur*)
- **ordinal** : utilisation d'un score (*Ex : échelle de 1, 2, 3, 4, 5 ...*)
- **quantitatif** : le test donne une valeur mesurée (*Ex : dosage de glycémie*)

➡ Les tests **ordinaux et quantitatifs** peuvent être transformés en tests **binaires** avec la mise en place d'un **seuil**

➡ Bien que le gold standard soit 100% fiable, **il n'est pas toujours** utilisé pour diverses raisons (coût, acceptabilité ...)

Paramètres de mesure d'un test diagnostique

I. TERMINOLOGIE

Pour évaluer l'efficacité d'un test diagnostique, on soumet des sujets au **gold standard** et au **test à évaluer**. Cela va nous permettre de séparer les **malades** des **non-malades** (M et NM), ainsi que les **positifs** des **négatifs** au test (T+ et T-). On obtiens alors un tableau semblable à celui-ci :

		Statut réel du malade (gold standard)	
		M	NM
Résultat du test	T+	VP	FP
	T-	FN	VN

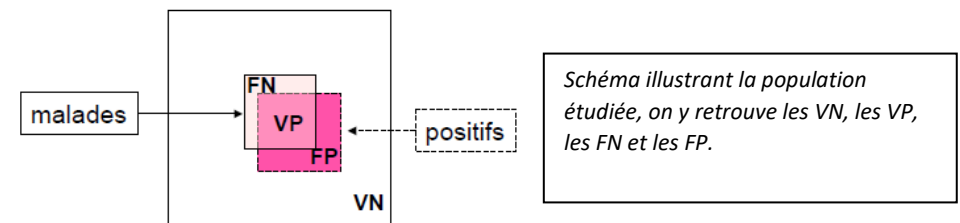
Ce tableau représente les résultats de l'étude diagnostique, on retrouve :

- une **diagonale principale**, avec les vrais positifs (VP) et vrais négatifs (VN)
- une **diagonale secondaire**, avec faux positifs (FP) et faux négatifs (FN)

Les **faux positifs** sont les personnes dont le test est **positif**, alors qu'il devrait être négatif (= personnes saines diagnostiquées malades).

Les **faux négatifs** sont les personnes dont le test est **négatif**, alors qu'il devrait être positif (= malades diagnostiqués non malades).

Et inversement pour les **vrais positifs** et les **vrais négatifs** ! (pas besoin d'apprendre par cœur : le nom à lui seul explique tout ;))



II. SENSIBILITÉ ET SPÉCIFICITÉ D'UN TEST

La **sensibilité** d'un test est la probabilité qu'un sujet soit **positif** en sachant qu'il est **malade**, soit $P(T+ | M)$. C'est la capacité d'un test à détecter la maladie.

$$\longrightarrow Se = P(T+ | M) = \frac{P(T+ \cap M)}{P(M)} = \frac{VP}{VP+FN}$$

La **spécificité** d'un test est la probabilité qu'un sujet soit **négatif** en sachant qu'il n'est **pas malade**, soit $P(T- | NM)$. C'est la capacité d'un test à ne pas alerter à tort les non malades.

$$\longrightarrow Sp = P(T- | NM) = \frac{P(T- \cap NM)}{P(NM)} = \frac{VN}{VN+FP}$$

(Un conseil pour ces formules : essayez de les réciter avec des mots ! Par exemple : « La sensibilité est égale à la probabilité d'être positif ET malade, divisé par la probabilité d'être malade », c'est plus facile je trouve)

Quelques propriétés importantes à comprendre :

- Si un test a une **sensibilité** de 100%, tous les malades sont correctement identifiés, il n'y a **aucun faux négatif**.
- Si un test a une **spécificité** de 100%, tous les non malades sont correctement identifiés, il n'y a **aucun faux positif**.
- Spécificité et sensibilité sont comprises entre **0 et 1**, exprimées en %
- Les deux évoluent **en sens inverse** (si l'une augmente, l'autre diminue), mais la somme des deux n'est pas forcément égale à 1 !!

Ainsi, la spécificité et la sensibilité vont varier en sens inverse en fonction du seuil que l'on pose. *Par exemple, pour un test de glycémie nous indiquant si on est diabétique, on peut mettre le seuil « d'alerte » à 1 g / L de glucose dans le sang, à 1.5 g / L ...*

Dans quels cas doit-on donc privilégier la Se ou la Sp ? Vous le saurez juste là !

Privilégier la sensibilité :

Si l'on privilégie **la sensibilité**, le nombre de **faux négatifs va être diminué** (les malades sont correctement identifiés, $P(T+ | M)$ tend vers 1).

↳ on veut une bonne Se lorsqu'il est **grave d'avoir des faux négatifs**.

Ex : lors d'un test du VIH avant une transfusion, un FN est grave (risque de contamination)

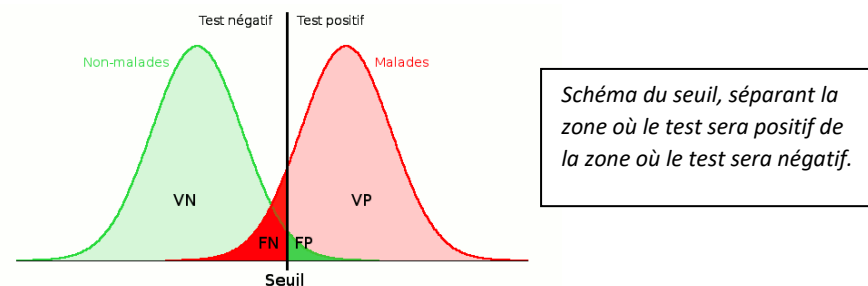
Privilégier la spécificité :

Si l'on privilégie **la spécificité**, le nombre de **faux positifs va être diminué** (les non-malades sont correctement identifiés, $P(T- | NM)$ tend vers 1).

↳ on veut une bonne Sp lorsqu'il est **grave d'avoir des faux positifs**.

Ex : lors d'un test pré-natal, un FP est grave (interruption possible de grossesse)

➡ Il est ainsi important de choisir **un bon seuil** entre Se et Sp, afin que le test soit équilibré, et que les actes qui en découlent soient justifiés (ne pas intervenir si il n'y a rien, ou au contraire intervenir si la personne est malade ...).



III. LA VALEUR PRÉDICTIVE POSITIVE ET NÉGATIVE

Ces deux valeurs, abrégées respectivement **VPP** et **VPN**, sont deux autres paramètres permettant **d'évaluer un test diagnostic**.

- la VPP représente la probabilité que la personne soit **malade**, en sachant que le test est **positif** → une VPP de 100% signifie que toutes les personnes positives sont malades.
- la VPN représente la probabilité que la personne soit **non-malade**, en sachant que le test est **négatif** → une VPN de 100% indique que toutes les personnes négatives sont non malades.

Voici donc comment calculer la VPP et la VPN, sur le même principe que la sensibilité et la spécificité :

$$\longrightarrow \text{VPP} = P(M | T+) = \frac{P(M \cap T+)}{P(T+)} = \frac{VP}{VP+FP}$$

$$\longrightarrow \text{VPN} = P(NM | T-) = \frac{P(NM \cap T-)}{P(T-)} = \frac{VN}{VN+FN}$$

(encore une fois, ce sont des probabilités conditionnelles, et si vous les récitez avec des mots, ça devrait avoir plus de sens !)

ATTENTION ! Contrairement à la Se et la Sp, la VPP et la VPN sont deux valeurs qui vont **varier** en fonction de la **prévalence** de la maladie (pourcentage de la population atteinte).

Détermination des VPP et VPN à partir du théorème de Bayes :

Jusque-là, les échantillons de sujets soumis aux tests étaient **représentatifs** de la **population générale** (choisis par tirage au sort). Mais il arrive parfois que, pour évaluer un test diagnostic, on prélève **deux échantillons différents** : un représentatif de la population **malade**, et un représentatif de la population **saine**.

Dans ce cas, on ne peut plus calculer la VPP et la VPN comme avant, pourquoi ... ?

➡ Car, on le rappelle, VPP et VPN sont **dépendantes de la prévalence**, or, ces deux échantillons **ne sont pas représentatifs** de la prévalence réelle de la maladie !

Cependant, **Se** et **Sp** peuvent toujours être calculés normalement (ils sont, eux, indépendants de la prévalence)

Voici les deux démonstrations donnant les formules de la VPP et VPN dans ce cas (accrochez-vous) :

$$\text{VPP} = P(M | T+) =$$

$$\frac{P(M \cap T+)}{P(T+)} = \frac{P(T+ \cap M)}{P(T+ \cap M) + P(T+ \cap NM)} = \boxed{\frac{P(T+|M) * P(M)}{P(T+|M) * P(M) + P(T+|NM) * P(NM)}}$$

Dans la formule encadrée, $P(T+|M)$ est la **sensibilité**, $P(M)$ est la **prévalence**, $P(T+|NM)$ est **1-Spécificité** et $P(NM)$ est **1-prévalence**.

$$\text{VPN} = P(NM | T-) =$$

$$\frac{P(NM \cap T-)}{P(T-)} = \frac{P(T- \cap NM)}{P(T- \cap NM) + P(T- \cap M)} = \boxed{\frac{P(T-|NM) * P(NM)}{P(T-|NM) * P(NM) + P(T-|M) * P(M)}}$$

Dans la formule encadrée, $P(T-|NM)$ est la **spécificité**, $P(M)$ est la **prévalence**, $P(T-|M)$ est **1-Sensibilité** et $P(NM)$ est **1-prévalence**.

Ex : Soit un test diagnostic de dépistage du cancer du sein avec une Se de 0.8 et une Sp de 0.6. La prévalence du cancer du sein est de 10%. Calculer la VPP et la VPN de ce test.

$$\text{VPP} = \frac{P(T+|M) * P(M)}{P(T+|M) * P(M) + P(T+|NM) * P(NM)} = \frac{0.8 * 0.1}{0.8 * 0.1 + 0.4 * 0.9} = 0.18$$

$$\text{VPN} = \frac{P(T-|NM) * P(NM)}{P(T-|NM) * P(NM) + P(T-|M) * P(M)} = \frac{0.6 * 0.9}{0.6 * 0.9 + 0.2 * 0.1} = 0.96$$

IV. QUALITES INTRINSEQUE ET EXTRINSEQUE D'UN TEST

Comme on a pu le voir, la Se et la Sp sont **indépendantes de la prévalence**, ce sont donc des qualités **intrinsèques** au test (elles sont toujours les mêmes pour un même test).

La VPP et la VPN, quant à elles, sont **variables en fonction de la prévalence** de la maladie, ce sont donc des qualités **extrinsèques** (=opérationnelles) au test (elles varient pour un même test).

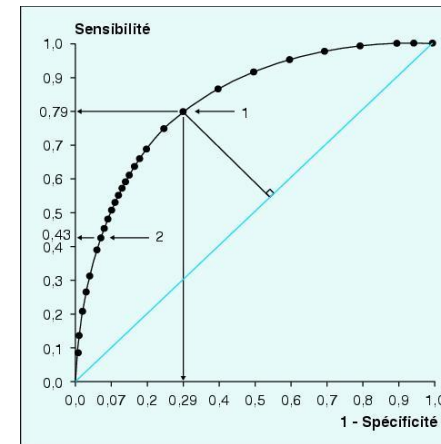
Les Courbes ROC

I. UTILITE DES COURBES ROC

Tous les tests que l'on voit depuis tout à l'heure utilisent une **valeur seuil** qui va permettre de séparer les malades des non malades (rappelez-vous de l'exemple du test de glycémie).

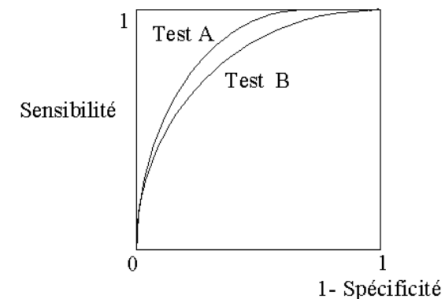
- les courbes ROC sont utilisées pour étudier les variations de Se et de Sp d'un test à **différentes valeurs seuils**
- elles permettent de visualiser cela et déterminer **la valeur seuil optimale** pour un test

II. UTILISATION D'UNE COURBE ROC



- Les points représentent la Se et 1-Sp pour chaque seuil testé
- le seuil optimal correspond au point le plus proche du coin supérieur gauche
- plus la courbe est étirée vers le coin et loin de la diagonale, plus le test sera discriminant (et donc efficace)
- Attention !! En abscisse on a 1-Sp !!

III. COMPARAISON DE DEUX COURBES ROC



Ici, la courbe du test A se trouve plus vers le coin supérieur gauche que la courbe B, ainsi, le test A est plus efficace que le test B.