

RAISONNEMENT MEDICAL ARBRE DE DECISION

I. Histoire du raisonnement médical

- **La préhistoire : Magie et théurgie**

- ⇒ Suspicion d'actes thérapeutiques (trépanation)
- ⇒ La magie et la théurgie* fondement des croyances médicales.

*Invocation des dieux pour obtenir la guérison.

- **Les « temps historiques » : Médecine théurgique & écriture**

- ⇒ Apparition de l'écriture : Description de certaines maladies sur des papyrus.
- ⇒ Médecine théurgique (médecine babylonienne et Egyptienne)

- **La Grèce antique : Rationalité de la médecine, le raisonnement tout puissant**

- ⇒ Rationalité de la médecine avec Hippocrate → fin de l'influence théurgique, importance accordée à l'observation.
- ⇒ Etude de l'anatomie → début de compréhension rationnelle des phénomènes
- ⇒ Préoccupation morales de l'exercice → Serment d'Hippocrate
- ⇒ Le raisonnement prévaut sur la démonstration → « Peu importe les faits du moment qu'on raisonne bien »

- **Le siècle des lumières : Début de la médecine scientifique, fin des dogmes**

- ⇒ Emergence de la médecine scientifique
- ⇒ L'observation et l'analyse critique des phénomènes prévalent devant les dogmes.
- ⇒ L'observation et les expérimentations sont à l'origine du 1^{er} vaccin (contre la variole)

- **La révolution industrielle : Changement épistémologique**

- ⇒ Perfectionnement de la méthode anatomo-clinique, développement de la physiologie, de la médecine expérimentale, de la bactériologie → Changement épistémologique.

- **De nos jours : L'exercice efficace de la médecine « scientifique »**

- ⇒ Médecine scientifique : Principes rationnels, notions établies par la science médicale, bases scientifiques de l'élaboration des connaissances médicales et des actes médicaux.

- **Connaissances médicales : Application du raisonnement scientifique**

- ⇒ Science médicale, objectif 1^{er} → prise en charge des patients
 - ⇒ Science biologiques, objectif 1^{er} → Comprendre la biologie normale/déviante
- } Application du raisonnement scientifique

II. Notions d'épistémologie

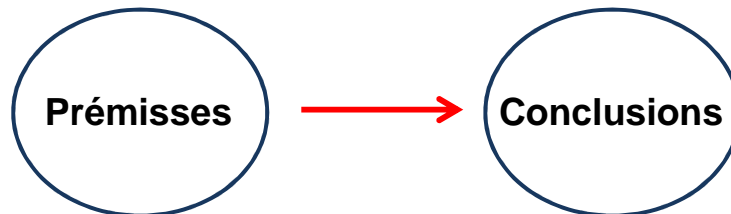
Epistémologie : Etude des sciences, c'est-à-dire des principes, des méthodes et des outils intellectuels utilisés dans les sciences.

A. Observation et description du réel

- **Données** : Ce qui est perçu immédiatement par l'observateur et indépendant de tout raisonnement
- **Donné** : Adjectif désignant aussi bien des faits brut des éléments qui parviendraient à la conscience
- **Mesure** : Quantification d'un phénomène.
- **Taxonomie** : Science des lois de la classification (création de catégories pour classer des êtres vivants par exemple)
- **Classification** :
 - ⇒ Action intellectuelle de distribuer par classe ou catégorie
 - ⇒ Résultat de cette action.
- **Catégorie** : Ensemble de personnes ou de choses de même nature.

- **Classe** : ensemble d'individus (ou d'objets) ayant des caractères communs
- **Classement** :
 - ⇒ Action concrète de ranger dans un certain ordre préalablement défini
 - ⇒ Façon dont un ensemble est rangé

B. Interprétation du réel, raisonnement



- **Inférence** ♥: Mode de raisonnement consistant à aller d'une idée admise initialement à une autre qui est acceptée en raison de leur connexion. Autrement dit, une inférence est un processus qui part d'une série de *prémisses* et aboutit à une *conclusion*.

Nota : L'inférence statistique est un ensemble de méthodes permettant de tirer des conclusions fiables pour une population à partir de données issues d'échantillons statistiques.

- **Raisonnement** : enchaînement d'énoncés ou de représentations, respectant des contraintes ou règles
- **Heuristique** : raccourci mental, généralement inconscient, utilisé pour aboutir à une inférence.

1. Raisonnement analogique ♥

« Les mêmes causes produisent les mêmes effets ».

⇒ Si A donne B avec un rapport B/A, et si C ressemble à A, → C donnera D selon le même rapport B/A

2. Raisonnement déductif ♥



- **Raisonnement déductif** ♥: Processus qui conduit, sur la base de prémisses (proposition évidente ou démontrée expérimentalement) à des conclusions qui en découlent rationnellement.
- **Syllogisme** ♥: Type de raisonnement déductif qui permet, à partir de 2 prémisses, de tirer une conclusion certaine.
Il existe 2 types de syllogisme :

⇒ **Le Modus Ponens (MP)** ♥: Fait progresser un raisonnement en déduisant ce qui est possible à partir de ce qui est connu. Si A implique B et si A est vrai, alors B est vrai.

Ex : La pluie mouille le sol. Il pleut → Donc le sol est mouillé. Ex : Tous les hommes sont mortel (prémisse majeure). Socrate est un homme (prémisse mineure) → Donc Socrate est mortel (conclusion).

⇒ **Le Modus Tollens (MT)** ♥: Si A implique B et si l'inverse de B est vrai, alors l'inverse de A est vrai.

Ex : La pluie mouille le sol. Le sol n'est pas mouillé → Donc il ne pleut pas. Ex : Le médicament X guérit tous les cancéreux. Un cancéreux ayant pris le médicament X est mort de sa maladie → Donc il est faux que le médicament X guérit tous les cancéreux.

- **Hypothèse** : Proposition servant de point de départ à un raisonnement admis à titre provisoire, et que l'on souhaite vérifier

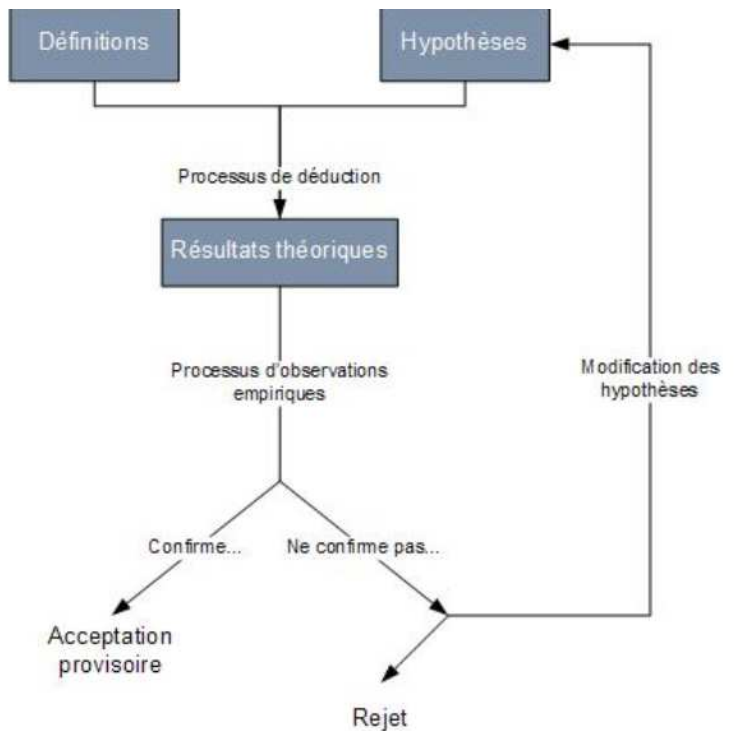
• **Raisonnement hypothético-déductif ♥:**

Raisonnement déductif de type Modus Tollens qui tire des conséquences dont la validité dépend de la validité de l'hypothèse.

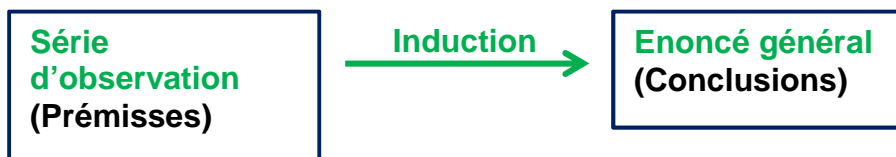
⇒ Le raisonnement hypothético-déductif est utilisé dans la démarche diagnostique. Il caractérise également la recherche en sciences expérimentales. Le principe de la démarche est de faire l'hypothèse d'une théorie et de prédire les résultats d'une observation du réel selon cette théorie. Ensuite, il s'agit d'observer le réel. Si les résultats ne sont pas compatibles avec la prédiction → l'hypothèse est fausse, c'est le Modus Tollens. En revanche, si les résultats sont compatibles, alors on ne pourra pas conclure sur la véracité de l'hypothèse. On l'admettra jusqu'à preuve du contraire.

• **Axiome** : principe évident, base d'un raisonnement

• **Postulat** : proposition servant de point de départ à un raisonnement. On ne cherche pas à le remettre en cause.



3. Raisonnement inductif ♥



• **Raisonnement inductif ♥:** Raisonnement qui va du particulier au général. Il part des prémisses constituées d'observations pour élaborer des lois qui sont la généralisation de la régularité des observations. Si A est observé un grand nombre de fois, et si A a toujours eu la propriété B, alors on peut conclure que A possède la propriété B.

Ex : Ceci est un corbeau et il est Noir. Cet autre oiseau est un corbeau et il est noir. Cet autre oiseau est un corbeau et il est noir → Tous les corbeaux sont noirs.

4. Différence entre INDUCTIF / DEDUCTIF ♥

Raisonnement DEDUCTIF ⇒ On part d'une loi générale pour déduire un phénomène particulier. La Conclusion découle d'une logique nécessaire. **Général → Particulier**

Raisonnement INDUCTIF ⇒ On part de phénomènes particuliers pour induire une loi générale. La conclusion est probable, mais absolument pas certaine. **Particulier → Général**

⇒ Dans le cas du raisonnement inductif, la certitude des conclusions ne peut jamais être aussi absolue que dans la déduction.

5. Raisonnement probabiliste

L'**incertitude** des conclusions tirées d'un raisonnement inductif **peut être quantifiée par une probabilité**

⇒ application du théorème de Bayes.

III. La décision

A. Définition et étape de la décision

Les médecins et autres professionnels de santé, doivent prendre des décisions comme par exemple choisir un test diagnostique, ou proposer un traitement. Les données recueillies sont souvent imprécises ou incomplètes. Pour cette raison, la chaîne de décision fait appel à l'expérience et aux connaissances des médecins, mais également aux probabilités.

1. Définition

On distingue 2 formes de décisions:

⇒ **La décision logique** : Elle est guidée par l'analyse déductive ou inductive de prémisses.

Exemple : Un patient présente les symptômes suivants à son médecin : douleur au niveau du point de Mac Burney, vomissements, constipation, température de 38 °C. La décision du médecin, est de procéder à une appendicectomie → La décision thérapeutique est prise par la déduction logique d'une appendicite au regard des symptômes.

⇒ **La décision affective** : Elle est guidée par nos préjugés, la pression sociale, la réaction passionnelle.

Exemple: Un médecin prescrit un traitement antibiotique à la demande de son patient, alors que ce dernier présente tous les signes d'une angine virale → La décision thérapeutique n'est pas logique, mais guidée par la « pression de prescription »

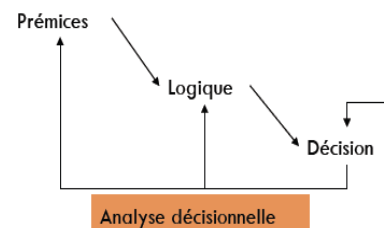
2. Etape de la décision médicale

1 ⇒ **Identifier le problème** décisionnel :

- Interpréter des données cliniques issues de l'observation du patient
- Sélectionner parmi ces données les informations significatives

2 ⇒ Structurer le problème décisionnel en **formulant des hypothèses de diagnostic** (par un raisonnement inductif ou déductif)

3 ⇒ **Choisir la solution** grâce à ses connaissances.



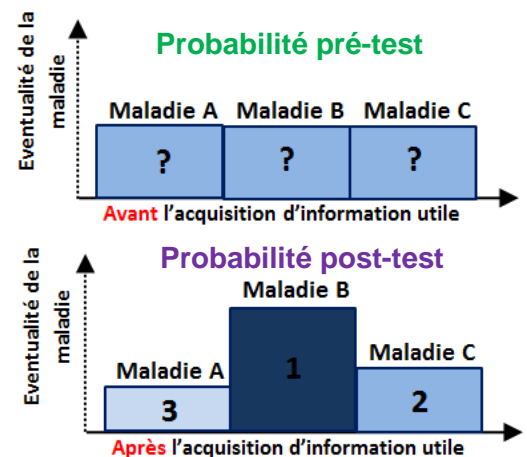
B. Décision et diagnostics

⇒ On génère dans un 1^{er} temps des hypothèses de diagnostic à partir de son expérience ou de ses connaissances.

⇒ On part ensuite d'hypothèses pour aboutir à un diagnostic → **mode de raisonnement hypothético-déductif**. On fait le choix du test diagnostique pour obtenir une information utile. (Voir l'exemple de l'ECG d'effort)

⇒ On intègre les données dans l'arbre de décision

⇒ On détermine la gravité de la pathologie diagnostiquée



1. Exemple de test diagnostique

Nota: La connaissance des paramètres mesurant la valeur informationnelle d'un test diagnostique étant nécessaire à la compréhension de la suite du cours, voici leur définition :

		Information sur la maladie	
		M (malade)	NM (non malade)
Résultat du Test	T+ (test positif)	VP (Vrai positif)	FP (Faux positif)
	T- (test négatif)	FN (Faux négatif)	VN (Vrai négatif)

⇒ **Sensibilité et Spécificité** : Paramètres « **intrinsèque** » du test. Ces deux paramètres permettent d'évaluer la valeur diagnostique d'un test **avant son utilisation**. La Se et la Sp **ne dépendent pas de la prévalence* de la maladie**. (*Prévalence : proportion de malade dans la population à un moment donné)

Paramètre	Définition	Estimation sur un échantillon
Sensibilité	Probabilité qu'un sujet soit positif au test sachant qu'il est réellement malade = $P(T+ / M)$	$Se = \frac{VP}{VP + FN}$
Spécificité	Probabilité qu'un sujet soit négatif au test sachant qu'il n'est pas malade = $P(T- / NM)$	$Sp = \frac{VN}{VN + FP}$

⇒ **Valeurs Prédictives Positives (VPP) et Négatives (VPN)** : Paramètres « **extrinsèques** » du test. La VPP est la capacité d'un test à prédire la présence d'une maladie. La VPN est la capacité d'un test à prédire l'absence de maladie. Ces 2 paramètres sont connus **après l'utilisation du test**. Il **dépendent de la prévalence de la maladie**, de la **Se** et de la **Sp**. Si Se ↗ alors la VPP ↗, et si Sp ↗ alors la VPN ↗.

Paramètre	Définition	Estimation sur un échantillon
Valeur Prédictive Positive	Probabilité qu'un sujet soit malade lorsque le résultat du test est positif = $P(M / T+)$	$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$
Valeur Prédictive Négative	Probabilité qu'un sujet ne soit pas malade lorsque le résultat du test est négatif = $P(NM / T-)$	$VPN = \frac{VN}{VN + FN}$

Exemple : Choix d'un examen : **L'ECG d'effort**.

Homme	Femme																																
<p>⇒ Si l'ECG révèle un décalage du « segment ST » (T+) → signe d'ischémie du myocarde (une partie du cœur n'est plus irriguée par le sang).</p> <p>⇒ Parmi les personnes (H/F) ayant une athérosclérose obstructive des coronaires (M) (un bouchon dans les artères du cœur), 75%* ont un ECG qui révèle un décalage du segment ST (T+), et révèle donc l'ischémie du myocarde. → Vrai Positif (VP). * Correspond à la Sensibilité du test !</p> <p>⇒ Parmi les hommes et les femmes ayant des coronaires normales (NM), 5% ont un ECG qui révèle un décalage du segment ST (T+) → Faux Positif (FP)</p>																																	
<p>On fait faire un ECG d'effort à 100 hommes :</p> <p><u>Signes particuliers</u> :</p> <p>⇒ Douleurs thoraciques</p> <p>⇒ Facteurs de risque d'athérosclérose coronaire</p> <p>Prévalence de la maladie : On connaît la probabilité à priori pour un homme ayant ces signes de présenter une athérosclérose coronaire = 80% → $80\% \times 100 = 80$ hommes sont malades (M) parmi les 100</p> <table><tr><th></th><th>Coronaires malades M</th><th>Coronaires saines NM</th><th>Total</th></tr><tr><td>ECG positif: T+</td><td>60 (VP)</td><td>1 (FP)</td><td>61 (T+)</td></tr><tr><td>ECG négatif: T-</td><td>20 (FN)</td><td>19 (VN)</td><td>39 (T-)</td></tr><tr><td>Total</td><td>80 (M)</td><td>20 (NM)</td><td>100</td></tr></table> <p>⇒ $20 \times 5\% = 1$ non malade (NM) sur les 20 est positif à l'ECG (T+) → FP</p> <p>⇒ Sensibilité du test = $VP / (VP + FN) = 60 / 80 = 75\%$</p> <p>⇒ Spécificité du test = $VN / (VN + FP) = 19 / 20 = 95\%$</p>		Coronaires malades M	Coronaires saines NM	Total	ECG positif: T+	60 (VP)	1 (FP)	61 (T+)	ECG négatif: T-	20 (FN)	19 (VN)	39 (T-)	Total	80 (M)	20 (NM)	100	<p>On fait faire un ECG d'effort à 100 Femmes :</p> <p><u>Signe particulier</u> :</p> <p>⇒ Douleurs thoraciques</p> <p>Prévalence de la maladie : On connaît la probabilité à priori pour une femme ayant ce signe de présenter une athérosclérose coronaire = 10% → $10\% \times 100 = 10$ femmes sont malades (M) parmi les 100</p> <table><tr><th></th><th>Coronaires malades M</th><th>Coronaires saines NM</th><th>Total</th></tr><tr><td>ECG positif: T+</td><td>7,5 (VP)</td><td>4,5 (FP)</td><td>12 (T+)</td></tr><tr><td>ECG négatif: T-</td><td>2,5 (FN)</td><td>85,5 (VN)</td><td>88 (T-)</td></tr><tr><td>Total</td><td>10 (M)</td><td>90 (NM)</td><td>100</td></tr></table> <p>⇒ $90 \times 5\% = 4,5$ non malade (NM) sur les 90 sont positifs à l'ECG (T+) → FP</p> <p>⇒ Sensibilité du test = $VP / (VP + FN) = 7,5 / 10 = 75\%$</p> <p>⇒ Spécificité du test = $VN / (VN + FP) = 85,5 / 90 = 95\%$</p>		Coronaires malades M	Coronaires saines NM	Total	ECG positif: T+	7,5 (VP)	4,5 (FP)	12 (T+)	ECG négatif: T-	2,5 (FN)	85,5 (VN)	88 (T-)	Total	10 (M)	90 (NM)	100
	Coronaires malades M	Coronaires saines NM	Total																														
ECG positif: T+	60 (VP)	1 (FP)	61 (T+)																														
ECG négatif: T-	20 (FN)	19 (VN)	39 (T-)																														
Total	80 (M)	20 (NM)	100																														
	Coronaires malades M	Coronaires saines NM	Total																														
ECG positif: T+	7,5 (VP)	4,5 (FP)	12 (T+)																														
ECG négatif: T-	2,5 (FN)	85,5 (VN)	88 (T-)																														
Total	10 (M)	90 (NM)	100																														

Homme	Femme
<p>⇒ VPP = $VP / (VP+FP) = 60/61 = 98,4\%$ → Si le test à épreuve d'effort est positif, alors il y a une probabilité de 98,4% pour le sujet d'avoir une maladie coronaire.</p> <p>⇒ VPN = $VN / (VN+FN) = 19/39 = 48,7\%$ → Si le test à une épreuve d'effort est négatif, il y a une probabilité de 48,7% pour que le sujet soit sain. Il y a donc une probabilité de 51,3% (1- 48,7%) pour que le sujet soit malade malgré un test négatif.</p>	<p>⇒ VPP = $VP / (VP+FP) = 7,5/12 = 62,5\%$ → Si le test à une épreuve d'effort est positif, alors il y a une probabilité de 62,5% pour le sujet d'avoir une maladie coronaire.</p> <p>⇒ VPN = $VN / (VN+FN) = 85,5/97 = 97\%$ → Si le test à une épreuve d'effort est négatif, alors il y a une probabilité de 97% pour que le sujet soit sain. Il y a donc une probabilité de 3% (1- 97%) pour que le sujet soit malade.</p>
<p>Analyse du test : Différence entre le test effectué sur les hommes et celui effectué chez les femmes :</p> <p>La prévalence de la maladie ≠ : Hommes p = 80% ≠ Femmes p = 10%</p> <p>La Sensibilité et la Spécificité du test =: Homme = Femme Se = 75% et Sp = 95% → Ce qui est logique puisque Se et Sp ne dépendent pas de la prévalence de la maladie.</p> <p>La VPP et la VPN du test ≠: Hommes VPP = 98,4% & VPN = 48,7% ≠ Femmes VPP= 62,5% & VPN= 97%</p> <p>⇒ Au regard de la VPP dans les deux tests, on associera un résultat positif de ce test à une maladie coronaire s' il s'agit d'un homme, mais une incertitude persistera s'il s'agit d'une femme.</p> <p>⇒ On déduit que la prévalence de la maladie influence grandement la capacité d'un test à prédire la maladie ou l'absence de maladie. Si p ↘ alors VPP ↘, mais VPN ↗ .</p> <p>Explication : La VPP des femmes est plus faible que chez les hommes car il y a moins de malade (p = 10% chez les femmes contre p = 80% chez les hommes). En effet, si « M » ↘, alors « VP » ↘ également car $VP = M \times Se = M \times 75\%$. Si VP ↘, alors « VPP » ↘ car $VPP = VP / (VP + FP)$!</p>	

2. La probabilité pré-test « a priori » et la probabilité post-test « a posteriori »

- **Probabilité pré-test** : Avant même d'avoir fait de test diagnostique, un médecin devant son patient à une idée de l'éventualité de sa maladie. Cette éventualité peut être quantifiée par une probabilité → La **probabilité pré-test**. Elle est donc définie a priori.

Nota : La probabilité pré-test peut être déterminée par les données d'expériences cliniques ou autres études épidémiologiques. La probabilité pré-test peut correspondre par exemple à la prévalence de la maladie dans la population. Exemple de l'ECG: → probabilité pré-test est de 80% pour les hommes et de 10% pour les femmes.

- **Probabilité post-test** : Le médecin connaît maintenant les résultats du test. Que le test soit positif ou négatif, il persiste une éventualité que le patient ait bien la maladie recherchée. Cette éventualité peut être quantifiée par une probabilité → La **probabilité post-test**. Elle est donc définie à posteriori.

Nota : La VPP est l'équivalent de la probabilité post-test de la maladie suite à un résultat positif.

Nous avons vu dans l'exemple de l'ECG d'effort, que la variation de la **prévalence de la maladie « p »** influençait la **VPP**, c'est-à-dire la capacité du test à prédire la maladie.

⇒ Nous déduisons donc que la **probabilité pré-test** influence la **probabilité post-test** !

⇒ La prise de décision nécessite donc de connaître la probabilité a priori (probabilité prétest) de la maladie chez la personne qui va subir le test.

3. Les ratios de vraisemblance « RV » (= Likelihood ratio « LR »)

L'intérêt d'un test diagnostique est donc de faire évoluer la probabilité qu'un patient ait la maladie recherchée. **Probabilité pré-test** → **Probabilité post-test** (↗ si test Positif, ↘ si test Négatif ... le plus souvent)

Les **ratios de vraisemblance** « **RV** » (ou *Likelihood ratio* « *LR* » in English) vont permettre de quantifier l'information apportée par le test diagnostique.

Ces ratios vont nous dire si le test a une grande capacité à faire évoluer la probabilité pré-test vers une probabilité post-test plus élevée si le test est positif, ou vers une probabilité post-test moins élevée si le test est négatif.

Si le test ne fait pas évoluer la probabilité pré-test, alors on considère que le test est sans valeur informationnelle → Le test est inutile.

On distingue 2 ratios de vraisemblance :

Ratio de vraisemblance TEST POSITIF (RV+)	Ratio de vraisemblance TEST NEGATIF (RV-)
<p>Le RV+ correspond au rapport de la probabilité que le test soit <u>positif chez les malades</u> (= Sensibilité) sur la probabilité que le test soit <u>positif chez les non malades</u> (= 1-Spécificité).</p> $RV+ = \frac{P(T+ M)}{P(T+ NM)} = \frac{Se}{1-Sp}$ <p>Si RV+ = 1 → $P(T+/M) = P(T+/NM)$. La probabilité prétest n'évolue pas → Probabilité pré-test = Probabilité post-test ⇒ Le test est inutile ! Il est sans valeur informationnelle (dans le cas où le test est positif)</p> <p>Si RV+ >> 1 → $P(T+/M) > P(T+/NM)$ → Probabilité post-test > Probabilité pré-test ⇒ $P(M/T+) >> P(M)$ (La probabilité d'être malade sachant que le test est positif est très <u>supérieure</u> à la prévalence de la maladie) ⇒ Le test est utile ! (dans le cas où le test est positif)</p> <p>Si RV+ > 10 → Augmentation significative de la probabilité post-test par rapport à la probabilité pré-test.</p>	<p>Le RV- correspond au rapport de la probabilité que le test soit <u>négatif chez les malades</u> (= 1-Sensibilité) sur la probabilité que le test soit <u>négatif chez les non malades</u> (= Spécificité).</p> $RV- = \frac{P(T- M)}{P(T- NM)} = \frac{1-Se}{Sp}$ <p>Si RV- = 1 → $P(T-/M) = P(T-/NM)$. La probabilité prétest n'évolue pas → Probabilité pré-test = Probabilité post-test ⇒ Le test est inutile ! Il est sans valeur informationnelle (dans le cas où le test est négatif)</p> <p>Si RV- << 1 → $P(T-/M) < P(T-/NM)$ → Probabilité post-test < Probabilité pré-test ⇒ $P(M/T-) << P(M)$ (La probabilité d'être malade sachant que le test est négatif est très <u>inférieure</u> à la prévalence de la maladie) ⇒ Le test est utile ! (dans le cas où le test est négatif)</p> <p>Si RV- < 0,1 → Diminution significative de la probabilité post-test par rapport à la probabilité pré-test.</p>
<p>Exemple de l'ECG d'effort :</p> $RV+ = \frac{Se}{1-Sp} = \frac{75\%}{5\%} = 15$ <p>RV+ > 10 → Le test va augmenter la probabilité pré-test de façon <u>significative</u>. (La probabilité d'être malade passe de 80% à 98,4% chez les hommes et de 10% à 62,5% chez les femmes)</p>	<p>Exemple de l'ECG d'effort :</p> $RV- = \frac{1-Se}{Sp} = \frac{25\%}{95\%} = 0,26$ <p>RV- < 1 → Le test va diminuer la probabilité pré-test. (La probabilité d'être malade passe de 80% à 51,3% chez les hommes et de 10% à 3% chez les femmes)</p>

4. Le nomogramme

Il permet d'interpréter graphiquement les résultats des tests diagnostiques. Il permet de visualiser en un coup d'oeil la capacité du test à prédire la maladie (T+) ou l'absence de maladie (T-).

Description du nomogramme ci-dessous avec l'exemple de l'ECG d'effort :

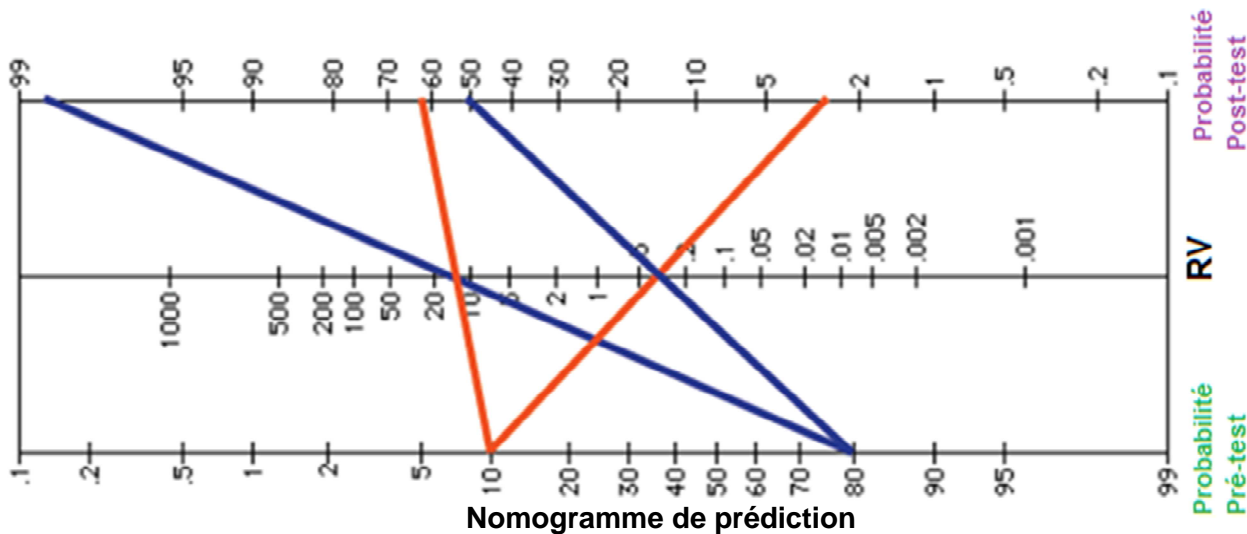
⇒ La graduation « **probabilité pré-test** » :

- **Courbes bleues (homme)** ⇒ prévalence de la maladie dans le **groupe homme** (80%)
- **Courbes rouges (femme)** ⇒ prévalence de la maladie dans le **groupe femme** (10%)

⇒ La graduation « **RV** » ou **ratio de vraisemblance**: RV+ et RV- sont les mêmes pour les hommes et pour les femmes puisque la sensibilité et la spécificité sont identiques pour les deux tests.

- **Courbes bleues** ⇒ RV+ = 15 et RV- = 0,26
- **Courbes rouges** ⇒ RV+ = 15 et RV- = 0,26

- ⇒ La graduation « **probabilité post-test** » : Elle est **déterminée graphiquement** par le tracé d'une droite qui part de la probabilité pré-test, passe par le ratio de vraisemblance RV+ ou RV-, et coupe la graduation post-test → **Valeur de la probabilité post-test = VPP** (pour le test positif) et **1 - VPN** (pour le test négatif)
- **Courbes bleues** ⇒ Probabilité post-test : **T+ ~ 98%** (= VPP test ECG); **T- ~ 51%** (= 1 - VPN test ECG)
 - **Courbes rouges** ⇒ Probabilité post-test : **T+ ~ 62%** (= VPP test ECG); **T- ~ 3%** (= 1 - VPN test ECG)



C. Décision thérapeutiques

1. Critère d'un essai thérapeutique comparatif

Pour démontrer le rapport de « causalité » entre l'application d'un traitement et le résultat obtenu, un **essai thérapeutique comparatif** est nécessaire. Cet essai doit respecter certains critères, entre autres :

- ⇒ La **population étudiée** doit **présenter la maladie selon des critères précis**.
- ⇒ La **population** doit être **représentative** (= sélectionnée uniformément d'un point de vue géographique) pour pouvoir extrapoler les résultats partout ailleurs.
- ⇒ La répartition des traitements (Nouveau traitement / placebo) doit se faire par **Randomisation** (= TAS)
- ⇒ **Jugement en double insu** (= double aveugle, ni le patient ni le médecin n'ont connaissance du traitement administré au patient) ou triple insu
- ⇒ **Faible nombre de perdus de vue**
- ⇒ Un **nombre de sujet suffisant** pour que l'essai soit suffisamment puissant.

2. Quantification de l'effet du traitement

Si le traitement est validé à l'issue de l'essai thérapeutique, il faut dès lors quantifier son efficacité grâce à certains **indices**. Illustrons cette notion par l'exemple suivant:

Groupe	Effectif	Evènement	Risque
Traitement étudié	$n_1 = 250$	$x_1 = 21$	$r_1 = 0,08$
Traitement de contrôle	$n_0 = 246$	$x_0 = 36$	$r_0 = 0,15$

- ⇒ **Risque $r_0 = \frac{x_0}{n_0} = \frac{36}{246} = 0,15$** : La fréquence de la survenue de l'évènement (ex : décès) dans le groupe « traitement de contrôle » est de 0,15
- ⇒ **Risque $r_1 = \frac{x_1}{n_1} = \frac{21}{250} = 0,08$** : La fréquence de la survenue de l'évènement (ex : décès) dans le groupe « traitement étudié » est de 0,08

⇒ **Risque Relatif (RR)** : $RR = \frac{r_1}{r_0} = \frac{0,08}{0,15} = 0,53$. Le risque de décéder avec le traitement étudié est égal à 0,53 fois le risque de décéder avec le traitement de contrôle. On a donc environ 2 fois moins de risque de décéder avec le traitement étudié.

⇒ **Réduction du Risque Relatif (RRR)** : $RRR = (1 - RR) \times 100\% = (1 - 0,53) \times 100\% = 47\%$. Le traitement étudié réduit donc le risque de décès de 47%.

⇒ **Différence des Risques (DR)** : $DR = r_1 - r_0 = 0,08 - 0,15 = -0,07 = -7\%$. Le traitement étudié évite la survenue de 7 décès pour 100 patients traités par rapport au traitement de contrôle.

Nota : Dans le cas présent, l'événement étant le décès du patient, on peut dire :

Si $DR = 0$ → Le traitement étudié a une **efficacité similaire** au traitement de contrôle.

Si $DR > 0$ → Le traitement étudié est **moins efficace** que le traitement de contrôle.

Si $DR < 0$ → Le traitement étudié est **plus efficace** que le traitement de contrôle.

⇒ **Nombre Nécessaire à Traiter (NNT)** : $NNT = \frac{1}{DR} = \frac{1}{|r_1 - r_0|} = \frac{1}{0,07} = 14$. Il faut en moyenne traiter 14 patients pour voir 1 décès évité.

Tableau récapitulatif des différents indices:

Groupe	Effectif	Evènement	Risque	RR	RRR	DR	NNT
Traitement étudié	n_1	x_1	$r_1 = \frac{x_1}{n_1}$	$\frac{r_1}{r_0}$	$(1 - RR) \times 100\%$	$r_1 - r_0$	$\frac{1}{ r_1 - r_0 }$
Traitement de contrôle	n_0	x_0	$r_0 = \frac{x_0}{n_0}$				

ATTENTION : Si on souhaite comparer les bénéfices absolus de différents traitements, il faut que les risques de base (r_0) soient identiques. Exemple :

Groupe	NNT observé dans l'essai	RR	r_0	NNT standardisé pour $r_0 = 10\%$
Essai A (Traitement A)	35	0,81	0,15	52
Essai B (Traitement B)	53	0,69	0,06	32

A première vue, si on regarde le NNT de chaque essai, le traitement A semble le plus efficace, car il faut traiter seulement 35 patients pour qu'un décès soit évité contre 53 pour le traitement B.

Seulement les risques liés aux traitements A et B (respectivement r_A et r_B) n'ont pas été comparés au même risque de base r_0 . Il faut donc comparer r_A et r_B à un risque r_0 standard, commun aux deux essais, pour ensuite comparer les résultats de l'essai A à ceux de l'essai B.

Le NNT obtenu est « standardisé », on constate que le traitement B est plus efficace que le traitement A.

IV. L'aide à la décision : l'arbre de décision

Dans le cadre de l'exercice de son métier, le médecin a donc besoin d'outils pour l'aider à analyser les différents choix de décision. L'analyse de la décision utilise des graphiques appelés **arbres de décision**.

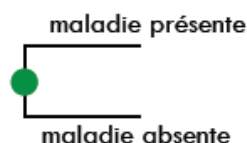
L'arbre de décision représente tous les scénarios possibles à partir d'une décision ⇒ Ce sont les branches de l'arbre.

Les nœuds de l'arbre représentent :

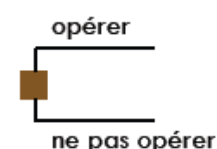
⇒ Des choix (carré)

⇒ Des éventualités (rond).

Nœuds d'Éventualité



Nœuds de Décision



⇒ Chaque scénario aboutit à un résultat qualifié d' « Utilité », pouvant aller du pire « décès » au meilleurs « guérison ». A ces résultats, sont attribués des scores arbitraires allant de 0 (décès) à 1 (guérison totale).

⇒ Chaque nœud est au départ de plusieurs autres branches. A chacune de ces branches est attribuée une probabilité.

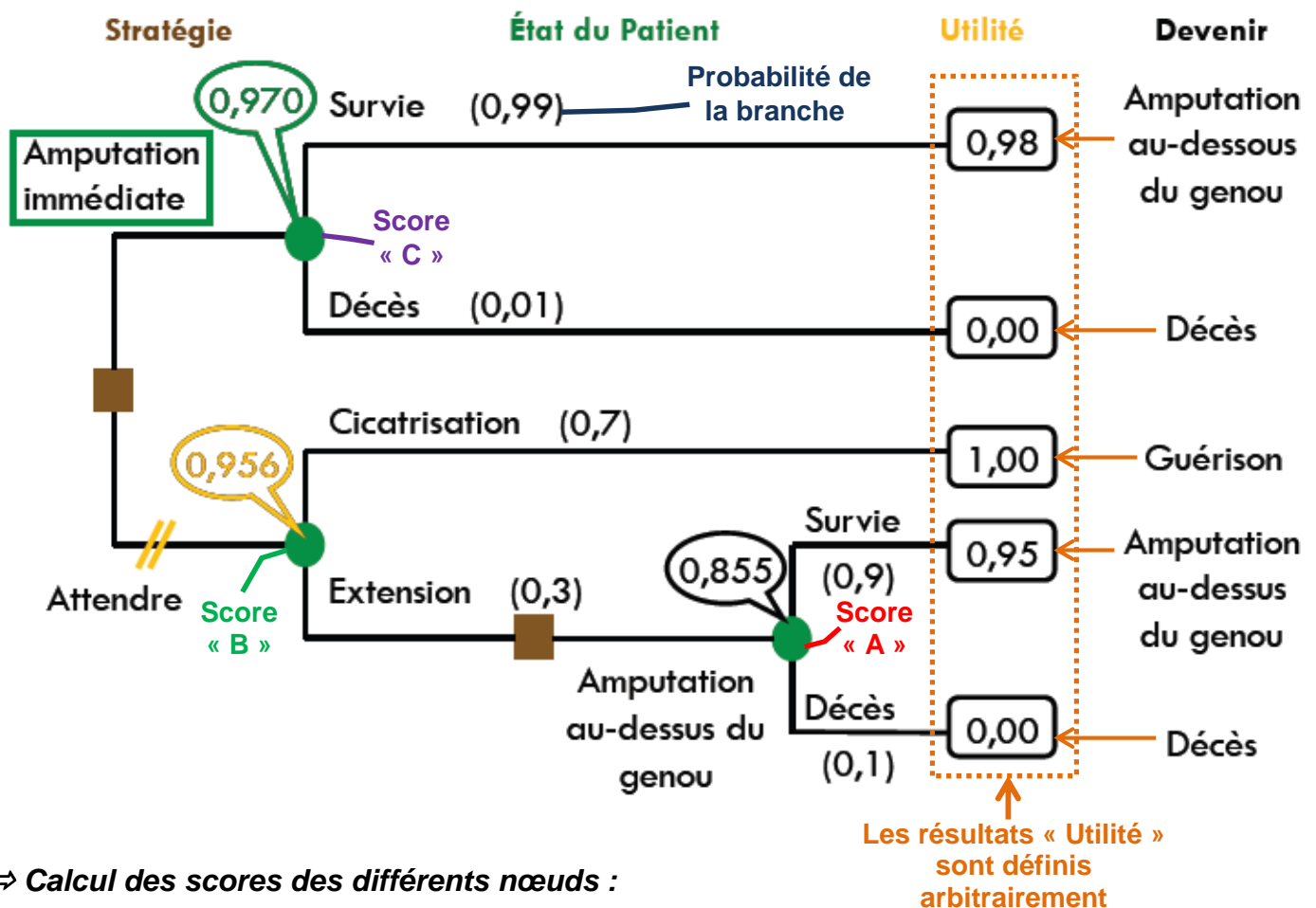
⇒ Pour chaque décision de stratégie, un score est calculé qui tient compte des probabilités de chaque scénario qui en découle, ainsi que des résultats finaux de ces scénarios → C'est le **score d'utilité**

⇒ La stratégie pour laquelle le **score d'utilité** est le plus élevé sera retenue.

Illustration par un exemple concret :

Une personne diabétique souffre d'une infection au pied gauche pouvant entrainer une gangrène. Il y a 2 stratégies thérapeutiques :

- ⇒ L'amputation immédiate au-dessous du genou
- ⇒ Attendre et traiter médicalement → risque d'entrainer une amputation plus importante ou le décès



⇒ Calcul des scores des différents nœuds :

$$\text{Score « A »} = 0,9 \times 0,95 + 0,1 \times 0,00 = 0,855$$

$$\text{Score « B »} = (0,9 \times 0,95 + 0,1 \times 0,00) \times 0,3 + 0,7 \times 1,00 = 0,855 \times 0,3 + 0,7 \times 1,00 = 0,956$$

$$\text{Score « C »} = 0,99 \times 0,98 + 0,01 \times 0,00 = 0,970$$

Score « C » > Score « B » ⇒ La stratégie choisie sera celle de l'amputation immédiate !