



Certificat Exécutif Santé Publique et Epidémiologie appliquée

Module 6 : Biostatistique et methodes quantitatives

Elaboré par : Pr. RACHID Mounir
mouhalf@gmail.com



Corrigé des exercices

Module 3 : Surveillance & gestion intégrée des épidémies, urgences et crises sanitaires



EXERCICE D'APPLICATION:

ANALYSE D'UNE DÉFINITION DE CAS "POSSIBLE" (COVID-19) SELON LES 4 PILIERS

Consigne : Pour chaque situation (1 à 4), déterminez quels piliers sont respectés , justifiez votre réponse.

Un cas probable de COVID-19 sera évoqué devant l'une des 4 situations suivantes :

1. Toute personne présentant une infection respiratoire aiguë (IRA);

Et

Ayant voyagé ou séjourné dans un pays enregistrant une transmission communautaire ou locale, dans les 14 jours précédant l'apparition des symptômes;

Ou

Était en contact avec un cas confirmé, deux jours avant et pendant que ce dernier était symptomatique;

2. Toute personne hospitalisée pour pneumonie non expliquée et, ayant voyagé ou séjourné à l'étranger, dans les 14 jours précédant l'apparition des symptômes.

3. Tout professionnel de santé exerçant dans un hôpital ou laboratoire (avec cas COVID-19), qui présente une pneumonie sans signes en faveur d'autres étiologies.

4. Toute survenue de cas groupés d'infection [respiratoire aiguë].

EXERCICE D'APPLICATION : ANALYSE D'UNE DÉFINITION DE CAS "POSSIBLE" (COVID-19) SELON LES 4 PILIERS

Consigne : Pour chaque situation (1 à 4), déterminez quels piliers sont respectés et justifiez brièvement votre réponse.

DÉFINITION DE CAS POSSIBLE DE COVID-19 À ANALYSER

Un cas possible de COVID-19 sera évoqué devant l'une des 4 situations suivantes :

1. Toute personne présentant une **infection respiratoire aiguë (IRA)**;

Et Ayant **voyagé** ou séjourné dans un **pays enregistrant une transmission communautaire ou locale**, dans les **14 jours** précédant l'apparition des symptômes;

Ou Était en **contact avec un cas confirmé**, deux jours avant et pendant que ce dernier était symptomatique;

2. Toute personne **hospitalisée pour pneumonie non expliquée** et, ayant **voyagé ou séjourné à l'étranger**, dans les 14 jours précédant l'apparition des symptômes.

3. Tout **professionnel de santé** exerçant dans un **hôpital ou laboratoire** (avec cas COVID-19), qui présente une **pneumonie sans signes** en faveur d'autres étiologies.

4. Toute survenue de **cas groupés d'infection** [respiratoire aiguë].

VOTRE ANALYSE : COCHEZ LES PILIERS RESPECTÉS & JUSTIFIEZ

SITUATION	 PILIER CLINIQUE (Quoi)	 PILIER TEMPS (Quand)	 PILIER LIEU/EXPOSITION (Où)	 PILIER PERSONNE (Qui)	JUSTIFICATION SUCCINCTE
SITUATION 1	☒ IRA	☒ 14j ☒ 2j avant	☒ Pays transmission ☒ Contact	☒ Toute personne	Complet : Clinique (IRA), Temps (délais précis), Lieu (voyage/contact), Personne (population générale).
SITUATION 2	☒ Pneumonie hosp.	☒ 14j	☒ Voyage étranger	☒ Hospitalisée	Cible cas sévères : Clinique grave (pneumonie hosp.), Temps (incubation), Lieu (voyage).
SITUATION 3	☒ Pneumonie	☐ Non précisé	☒ Hôpital/Labo	☒ Professionnel de santé	Population à risque : Personnel de santé en lieu exposé (hôpital/labo) avec pneumonie. Délai non spécifié.
SITUATION 4	☒ Infection	☐ Non précisé	☒ Impliqué par "groupés"	☒ Impliqué par "groupés"	Détection de Cluster : "Cas groupés" implique lieu/exposition commune. Temps non défini.

Exercice 1 : Analyse de scénario (Le Choléra)

Contexte : Dans une zone périurbaine, plusieurs patients se présentent au centre de santé avec une diarrhée aqueuse profuse ("eau de riz"). L'enquête révèle que la plupart utilisent l'eau d'un puits non protégé situé à proximité d'une fosse septique défectueuse.

Consigne : Identifiez les 6 maillons de la chaîne pour ce scénario.

Agent Infectieux : _____

Réservoir : _____

Porte de Sortie : _____

Mode de Transmission : _____

Porte d'Entrée : _____

Hôte Susceptible : _____

Exercice 1 : Analyse de scénario (Le Choléra)

Correction de la Chaîne de Transmission

- Agent Infectieux : *Vibrio cholerae* (la bactérie).
- Réservoir : L'Homme malade ou le porteur sain (réservoir principal), ainsi que l'Environnement (l'eau contaminée du puits).
- Porte de Sortie : La voie digestive (plus précisément les selles/matières fécales et les vomissements).
- Mode de Transmission : Transmission indirecte (par l'intermédiaire de l'eau de boisson souillée ou d'aliments contaminés). On parle aussi de péril fécal.
- Porte d'Entrée : La voie orale (ingestion de l'eau ou d'aliments contaminés).
- Hôte Susceptible : Toute personne consommant l'eau du puits, en particulier les individus fragiles (enfants, personnes souffrant de malnutrition ou ayant une faible acidité gastrique).

Exercice 2 : Stratégie de Riposte (Le Paludisme)

Contexte : Vous travaillez sur un programme de lutte contre le paludisme. On vous demande de justifier l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) et de la pulvérisation intra-domiciliaire (PID).

Consigne :

1. Quel maillon de la chaîne ces interventions ciblent-elles prioritairement ?
2. Si vous deviez agir sur le maillon "Hôte Susceptible", quelle intervention (actuellement en déploiement dans certains pays d'Afrique) proposeriez-vous ?



Certificat Exécutif Santé Publique et Epidémiologie appliquée

Module 6 : Biostatistique et methodes quantitatives

Elaboré par : Pr. RACHID Mounir
mouhalf@gmail.com



Exercice 2 : Stratégie de Riposte (Le Paludisme)

1. Maillon ciblé par les moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) et de la pulvérisation intra-domiciliaire (PID)

Ces interventions ciblent prioritairement le Vecteur.

Le paludisme n'est pas transmis directement d'homme à homme, mais par l'intermédiaire du moustique Anophèle. Les moustiquaires (MII) et les pulvérisations (PID) créent une barrière physique et chimique qui empêche le vecteur de transporter l'agent infectieux (Plasmodium) du réservoir vers l'hôte.

2. Intervention sur le maillon "Hôte Susceptible"

Pour agir directement sur l'hôte afin de réduire sa vulnérabilité, l'intervention phare actuellement en déploiement est la Vaccination.

On peut également citer la Chimioprévention du paludisme saisonnier (CPS), qui consiste à donner des médicaments préventifs aux enfants pendant la saison des hautes transmissions pour les "immuniser" chimiquement.

Biostatistique

Est un ensemble d'instruments scientifiques par lesquels on recherche à expliquer certains phénomènes. Elle se compose de méthodes permettant de recueillir, de classer, de présenter et d'analyser des observations relatives à ces phénomènes pour en tirer ensuite des conclusions et prendre des décisions.

En biologie, la statistique est un ensemble de méthodes visant à décrire, à résumer et à interpréter des phénomènes dont le caractère essentiel est la variabilité.

NOTIONS DE BASE

-La population correspond à l'ensemble des individus sur lequel porte l'étude ou la prévision, (il est généralement difficile de l'étudier dans sa totalité).

-L'échantillon représente la fraction de cette population qui est réellement observée ou étudiée.

-Le recensement : qui consiste généralement en un recueil d'informations auprès de tous les individus d'une population

NOTIONS DE BASE (SUITE)

1. Les ensembles étudiés sont appelés **population**.
2. Les éléments de la population sont appelés **individus** ou **unités statistiques**.
3. Un sous ensemble de la population est un **échantillon**
4. Les critères étudiés constituent des **variable** ; et un **variable** permet de déterminer une partition de la population.

Exemple :

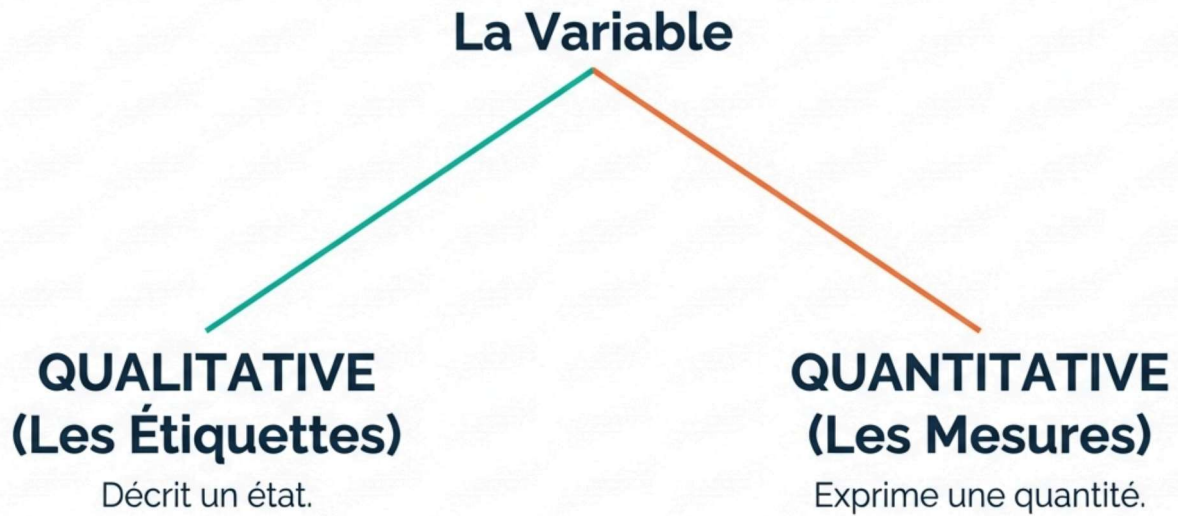
Population : l'ensemble des tous les employés d'une usine.

Individu : chaque employé de l'usine.

Variable : le salaire, l'état matrimonial, le nombre d'enfants,... etc.

Les modalités du variable : marié, célibataire, divorcé et veuf sont les modalités de l'état matrimonial.

Une variable est un objet statistique dans lequel se rangent toutes les valeurs obtenues auprès de tous les enquêtés pour une même information.



La première question de l'épidémiologiste est toujours :
"Quelle est la nature de ma variable ?"

Variables Qualitatives : Les Étiquettes



Binaires (Le Cœur de l'Urgence)

Oui / Non. Exemples : Malade, Décédé, Vacciné, Exposition.
Note : C'est la variable reine des taux d'attaque et de la mortalité.



Nominales (Les Catégories)

Plusieurs choix sans ordre hiérarchique.
Exemples : Profession, Quartier de résidence, Symptômes.



Ordinales (La Nuance)

Des étiquettes avec un ordre naturel.
Exemple : Sévérité (Faible < Moyen < Fort). Utile pour le triage.

Variables Quantitatives : Les Mesures

Concept : On peut additionner, diviser et calculer des moyennes.



Discrètes (Le Comptage)

Nombres entiers (finis). On compte des unités indivisibles.

Exemples : Nombre d'enfants par foyer, nombre de jours d'hospitalisation.



Continues (La Précision)

Peuvent prendre une infinité de valeurs (virgules).

Exemples : Température (38,5°C), Poids, Charge virale.



Outil spécifique : On utilise souvent les centiles pour diviser ces distributions en 100 parties égales.

Outils de Navigation : Ne plus jamais hésiter

$\bar{X}$

Le Test de la Moyenne

Question : La moyenne a-t-elle un sens ?

A

B

Moyenne d'âge ?

Moyenne des codes postaux ?



Quantitatif



Qualitatif

%

Le Test du Pourcentage

Si vous dites "20% des patients sont..." vous parlez d'une étiquette (Sexe, Maladie). → **Qualitatif**.

Si vous dites "La moyenne est de..." vous parlez d'une mesure.
→ **Quantitatif**.

Exercice : Le Tri Rapide

Classez ces variables en 30 secondes.

1. Taux de glycémie
2. Statut matrimonial
3. Nombre d'enfants
4. Résultat test PCR (+/-)
5. Sévérité (Faible/Moyen/Fort)

Exercice : Le Tri Rapide

Classez ces variables en 30 secondes.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Taux de glycémie | Quantitative Continue (Mesure) |
| 2. Statut matrimonial | Qualitative Nominale (Catégorie) |
| 3. Nombre d'enfants | Quantitative Discrète (Comptage entier) |
| 4. Résultat test PCR (+/-) | Qualitative Binaire (Oui/Non) |
| 5. Sévérité (Faible/Moyen/Fort) |  Attention ! Qualitative Ordinale (Étiquette avec ordre) |

Choisir la bonne Visualisation

1	Si la variable est Qualitative	Diagramme en secteurs (Camembert)		Diagramme en barres	
2	Si la variable est Quantitative Discrète	Diagramme en bâtons (Graphe bâton)			
3	Si la variable est Quantitative Continue	Histogramme		Graphe des centiles	

Le Super-Pouvoir de l'Épidémiologiste

La Transformation de Variable

Âge (Quantitatif)

34
12
67
4
45

Catégorisation

Ordinal



Enfants
(<15)

Adultes
(15-65)

Seniors
(>65)

Permet de calculer un **Taux d'Attaque Spécifique** : Les enfants ont-ils été plus touchés que les adultes ?

Mesurer l'Association : Y a-t-il un lien ?

Comparer les exposés (E+) et les non-exposés (E-).

Risque Relatif (RR)

Cohorte / Prospective

$$RR = R_1 / R_0$$

Si $RR > 1$, l'exposition est un facteur de risque.

Odds Ratio (OR)

Cas-Témoins / Rétrospective

	E+	E-	Totals
M+	E+M+ 184	E-M+ 680	1000
M-	E+M- 816	E-M- 9320	10000

Usage : Quand la maladie est rare.
L'OR est une approximation du RR.

Les Terrains d'Enquête



Enquêtes Descriptives

Objectif : Décrire l'état sanitaire (Qui ? Où ? Quand ?).
Génère des hypothèses.



Enquêtes Transversales

Calcul de la Prévalence.
"Photographie" à un instant donné.



Enquêtes Longitudinales (Cohorte)

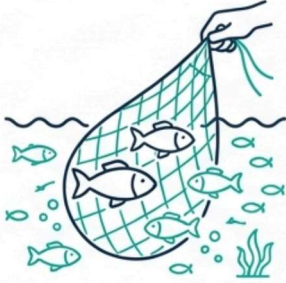
Suivi dans le temps.
Permet de calculer l'Incidence et le Risque Relatif.



Enquêtes Étiologiques

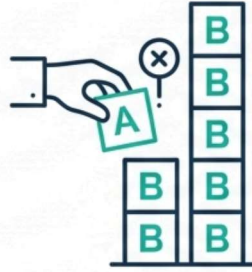
Identifier les causes (Facteurs de risque).

Les Pièges : Validité et Biais



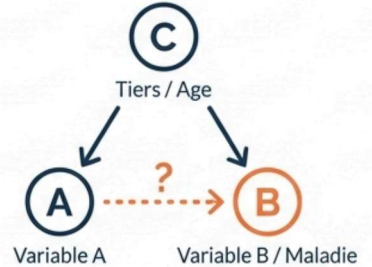
Biais de Sélection

L'échantillon ne représente pas la population cible (ex: Cas hospitaliers uniquement).



Biais de Classement

Erreur dans la mesure de la variable (Faux positifs / Faux négatifs). Peut être différentiel ou non-différentiel.



Facteurs de Confusion

Une variable tierce qui masque ou crée une fausse association (ex: l'âge dans une étude sur la mortalité).

Statistiques en Épidémiologie : Les Pièges du Terrain

Introduction : Pourquoi l'épidémiologie de terrain est 'spéciale'

La Théorie



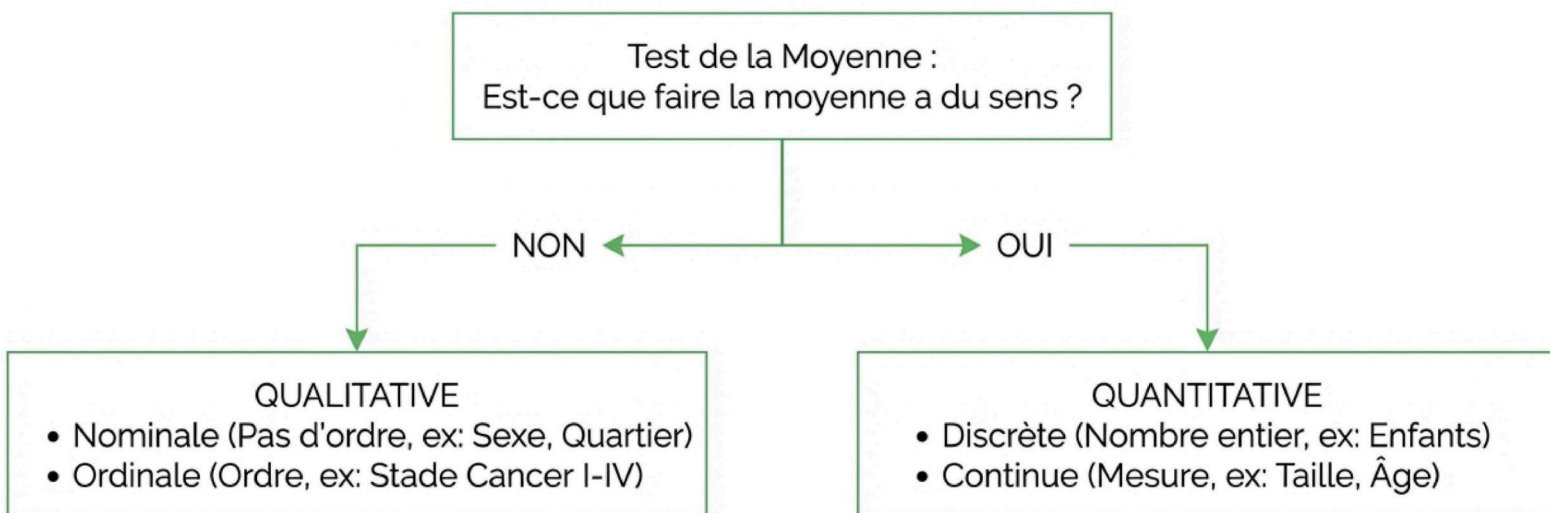
- **Enjeu** : Chercher une loi générale universelle.
- **Donnée** : Propre, contrôlée, académique.
- **But** : Publier un papier.

La Réalité (Terrain)



- **Enjeu** : Stopper une transmission.
- **Donnée** : Incomplète, 'sale', urgente.
- **But** : L'Action (fermer une source, vacciner).

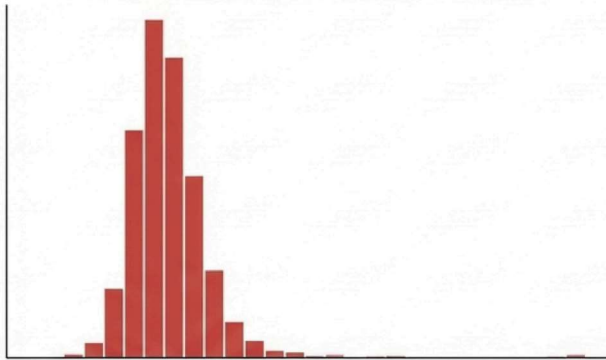
À FAIRE : Connaître ses variables avant de calculer



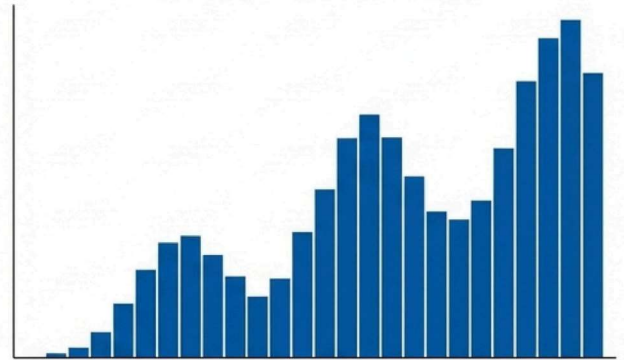
À NE PAS FAIRE : Ignorer la Courbe Épidémique

La forme de la courbe révèle le mode de transmission.

Source Ponctuelle
(ex: Intoxication alimentaire)



Propagation
(ex: Grippe, COVID)



Le Piège : Calculer une **p-value** avant même de
de **visualiser la distribution temporelle**.

À FAIRE : Respecter la Triade Épidémiologique



TEMPS

Quand les symptômes
ont-ils débuté ?
(Courbe épidémique)



LIEU

Où habitent les cas ?
Où ont-ils mangé ?
(Cartographie)

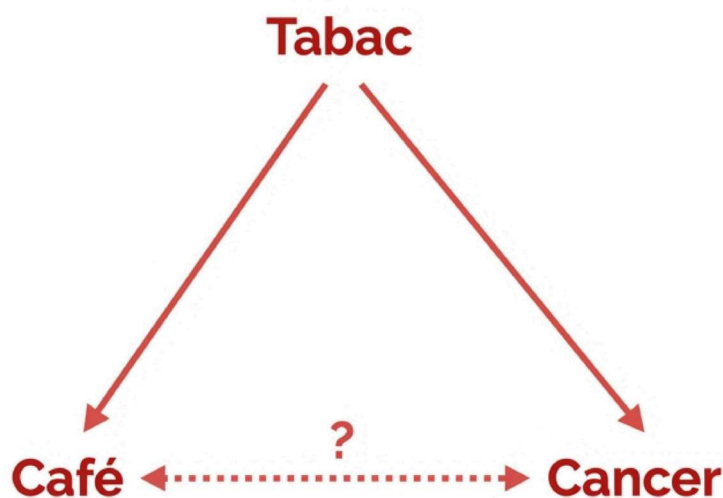


PERSONNE

Qui est touché ?
(Âge, Sexe, Profession)

Objectif : Créer le 'portrait-robot' de l'épidémie avant de chercher les causes.

À NE PAS FAIRE : Confondre Corrélation et Causalité



****Le Facteur de Confusion****

L'association entre Café et Cancer est factice. C'est le Tabac qui est la cause réelle.

Solution : Stratifier l'analyse par fumeur / non-fumeur.

À FAIRE : Choisir le bon indicateur (RR vs OR)

Étude de Cohorte (Suivi)	 Vers le futur	RR (Risque Relatif) On calcule l'incidence.
Étude Cas-Témoins	 Vers le passé/Rétrospectif	OR (Odds Ratio) On ne peut pas calculer d'incidence.

Règle : Ne mélangez pas les deux dans votre rapport.

À NE PAS FAIRE : Se fier uniquement à la P-Value

La précision est plus importante que la significativité.



$P < 0.05$ mais IC très large = Peu précis



IC étroit = Résultat précis

- La p-value dépend de la taille de l'échantillon.
- Un Intervalle de Confiance (IC) géant signifie que l'étude est non-concluante, même si $p < 0.05$.

À FAIRE : Nettoyer ses données rigoureusement

Avant

Statut
Marié
marie
MARIE
Divorcé

Après

Statut
Marié
Marié
Marié
Divorcé

- Harmoniser les textes (Majuscules/Accents).
- Recoder les variables continues en classes.
- Astuce : Utilisez Excel ou l'IA pour nettoyer avant d'importer dans OpenEpi.

À NE PAS FAIRE : Négliger les petits effectifs

	Groupe A	Groupe B
Événement +	50	40
Événement -	100	2

Le Piège du Chi-2

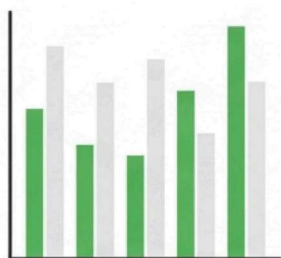
Si une case a un effectif théorique < 5 , le test Chi-2 est faux.

La Solution

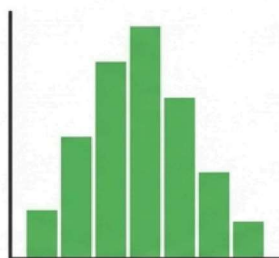
Utilisez le **Test Exact de Fisher**.

À FAIRE : Visualiser pour convaincre

Un graphique vaut mille tableaux.



Barres : Pour comparer des catégories (Qualitatif).



Histogramme : Pour une distribution continue (Quantitatif).



Carte : Pour l'approche géographique.

Les décideurs ont besoin de voir la tendance immédiatement.

À NE PAS FAIRE : Oublier le Dénominateur

Dakar



50 Cas



Tunisie



10 Cas

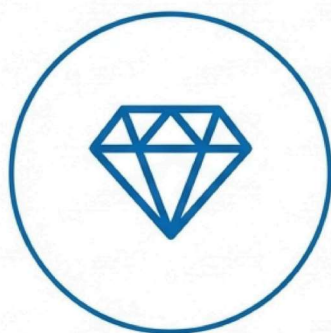


Dakar (1 million hab) -> Taux faible.

Tunisie (10 000 hab) -> **Taux Élevé !**

**Toujours raisonner en TAUX (Incidence/100 000),
jamais en nombres absolus.**

Conclusion : Les 3 Commandements



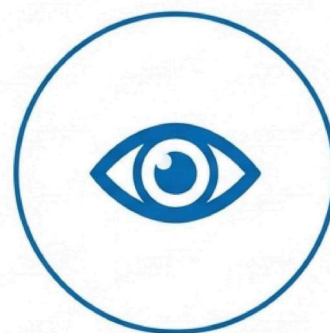
1. Qualité > Complexité

Des données propres valent mieux qu'un modèle complexe.



2. Maîtriser le 2x2

RR et OR sont la base de l'enquête.



3. Le Contexte est Roi

L'observation terrain prime sur la p-value.

Atelier pratique

