



République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة باجي مختار عنابة

Université Badji Mokhtar ANNABA

**Faculté des Sciences
Département de Biologie**



MODULE : ÉCO-EPIDEMIOLOGIE

**Pour les étudiants du master II, spécialité
« Biodiversité et environnement »**

**Préparé et enseigné par :
Dr. DRAIDI KHALIL
MCA. Département de Biologie**

Année Universitaire 2023-2024

SOMMAIRE

CHAPITRE	1	GENERALITE SUR L'EPIDEMIOLOGIE	4
		Introduction	4
	1	Historique	4
	1.1.	Les origines	4
	1.2.	Développements récents en épidémiologie	4
	2.	Gestion de la sante au niveau du district	4
	2.1.	Qu'est-ce qu'un district ?	4
	2.2.	Direction de la sante du district	4
	2.3.	Sources de l'information sanitaire	5
	2.3.1.	Informations générales	5
	2.3.2.	Population	5
	2.3.3.	Etat de santé, types de morbidité et mortalité	5
	2.3.4.	Services de sante	5
	2.3.5.	Programmes de santé du district	6
	2.4.	Diagnostic de l'état de santé d'une communauté	6
	2.5.	Résumé des responsabilités de la Direction de la sante du district en matière d'épidémiologie et de planification	7
CHAPITRE	2	CAUSALITE EN EPIDEMIOLOGIE	7
		L'essentiel	7
	1.	La notion de cause	7
	1.1.	Cause	7
	1.2.	Cause et effet	7
	1.3.	Suffisante ou nécessaire	7
	1.4.	Facteurs multiples	8
	1.5.	Suffisante et nécessaire	8
	2.	Démarche causale	8
	2.1.	Cause unique et causes multiples	8
	2.2.	Facteurs étiologiques	9
	2.3.	Interaction	9
	2.4.	Hiérarchie des causes	9
	2.5.	Imputation causale	9
	3.	Étude de la causalité	10
	3.1.	Relation temporelle	10
	3.2.	Plausibilité biologique	10
	3.3.	Cohérence des résultats	11
	3.4.	Force de l'association	11
	3.5.	Relation dose-réponse	11
	3.6.	Réversibilité de l'association	11
	3.7.	Jugement de causalité	12
CHAPITRE	3	PRINCIPES DE L'EPIDEMIOLOGIE	12
	1.	Définition et approches	13
	2.	Quelques paramètres épidémiologiques	13
	2.1.	L'incidence	13
	2.2.	La prévalence	13
	2.3.	Effectifs et taux	14
	2.4.	Patients, épisodes ou consultations ?	14
	2.5.	Définition d'un cas	14
	3.	Comment mesurer la santé et la maladie	14
	3.1.	Maladie	15

	3.2.	La Santé	15
	4.	Mesures de la fréquence d'une maladie	15
	4.1.	Population à risque	15
	4.2.	Portée	15
	4.3.	Population du district	15
	4.3.1.	Population totale	15
	4.3.2.	Densité de population	16
	4.3.3.	Taux démographiques	16
	4.3.4.	Le taux brut de natalité (TBN)	16
	4.3.5.	Accroissement de la population	16
	5.	Mortalité	16
	5.1.	Limite des certificats de décès	16
	5.2.	Autopsie verbale	17
	5.3.	Taux de mortalité	17
	5.4.	Taux de mortalité par âge	17
	5.5.	Mortalité proportionnelle	17
	5.6.	Mortalité infantile	17
	5.7.	Taux de mortalité maternelle	18
	5.8.	Espérance de vie	18
	6.	Morbidité	18
	6.1.	Comparaisons portant sur la survenue des maladies	18
	6.2.	Comparaisons en valeur absolue	18
	6.2.1.	Différence de risque	18
	6.2.2.	Fraction attribuable (chez les exposés)	19
	6.2.3.	Risque attribuable dans la population	19
	6.3.	Comparaisons en valeur relative	19
	6.3.1.	Risque relatif	19
CHAPITRE	4	<i>TYPES D'ETUDES EN EPIDEMIOLOGIE</i>	19
		L'essentiel	19
		Observations et expériences	20
	1.	Études d'observation	20
	1.2.	Études descriptives	20
	1.2.1.	Études écologiques	20
	1.2.2.	Études transversales	20
	1.2.3.	Études cas-témoins	21
	1.2.4.	Études de cohorte	22
	1.2.5.	Études de cohorte historiques	22
	2.	Épidémiologie expérimentale	22
	2.1.	Essais contrôlés randomisés	23
	2.2.	Essais sur le terrain	23
	2.3.	Essais en communauté	23
	2.4.	Limite des essais en communauté	24
CHAPITRE	5	<i>EPIDEMIOLOGIE MALADIES TRANSMISSIBLES</i>	24
		Introduction	24
	1.	Définitions	24
	2.	Les germes pathogènes	24
	2.1.	virus	25
	2.2.	Bactérie	25
	2.3.	Parasite	25
	3.	Pouvoirs pathogène et épidémiogène	26
	4.	Le réservoir du germe	26

4.1.	L'homme réservoir	26
4.2.	L'animal réservoir	26
4.3.	Le milieu extérieur	27
5.	Les mécanismes de la transmission	27
5.1.	La bio-écologie vectorielle	27
5.2.	Les rapports entre le vecteur et le germe	27
5.3.	Les interrelations entre le vecteur et l'homme	28
	REFERENCE	29

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Tableau	1	Facteurs de présomption causale	11
Figure	1	Structure d'une étude cas-témoins	22
Figure	2	Structure d'une étude de cohorte.	23
Figure	3	Organisation d'un essai contrôlé randomisé	24

CHAPITRE 1 : GENERALITE SUR L'EPIDEMIOLOGIE

Introduction

L'épidémiologie par son atout majeur d'étudier les relations entre environnement et la santé à un niveau globale, est l'une des importantes disciplines qui contribuent aux progrès des connaissances en santé environnementale et en santé au travail. Cette discipline dans sa globalisation repose sur deux « dimension » (Bouyer et al., 2003). En premier lieu, les résultats des études épidémiologiques portent sur des groupes de sujet, définis par exemple par leur exposition à telle condition environnementale ou de travail. Ce niveau d'analyse permet de dégager des moyennes et des tendances stables que l'observation individuelle ne rend pas perceptible en raison de la variabilité

importante entre les individus, qu'elle soit d'origine « biologique » ou qu'elle résulte de condition d'exposition variable. Le second niveau de globalisation situe au sein de l'individu lui-même. L'épidémiologie ne cherche pas à étudier ni à définir les mécanismes d'action des expositions sur l'organisme humain (Bouyer et al., 2003). Elle mesure leur effet »intégratif « par la survenue de pathologie ou, de façon plus générale, d'évènement de santé. C'est le côté « boîte noire » de l'épidémiologie qui a été beaucoup débattu (Savitz, 1994 ; Skrabanek, 1994), et dont on voit bien les limites, mais aussi les avantages puisque à la fois il masque la connaissance des mécanismes biologiques fins et la rend non indispensable à la progression des connaissances des effets de l'environnement sur l'homme (Bouyer et al., 2003).

1. Historique**1.1. Les origines**

L'épidémiologie tire son origine de l'idée exprimée pour la première fois il y a plus de 2000 ans par Hippocrate, selon laquelle les facteurs environnementaux peuvent influencer sur la survenue de la maladie. Pourtant, il a fallu attendre le XIXe siècle pour qu'on se mette réellement à mesurer la répartition d'une maladie dans des groupes de population donnés. Outre que ces travaux ont marqué la véritable naissance de l'épidémiologie, ils figurent parmi les réussites les plus spectaculaires de cette discipline. La découverte de John Snow, qui s'est aperçu que le risque de choléra à Londres était associé à la consommation de l'eau que distribuait une certaine société, en est un exemple bien connu ; fait ressortir le regroupement des cas. Les études épidémiologiques de Snow n'ont constitué qu'un aspect d'une très vaste série d'investigations s'intéressant aux processus physiques, chimiques, biologiques, sociologiques et politiques connexes (Johansen et al 2003).

1.2. Développements récents en épidémiologie

Sous sa forme moderne, l'épidémiologie est une discipline relativement neuve qui se sert de méthodes quantitatives pour étudier les maladies dans les populations humaines et éclairer les efforts de prévention et de lutte. Par exemple, Richard Doll et Andrew Hill ont étudié les rapports entre tabagisme et cancer du poumon au début des années 1950 (Doll et al., 1964). Leurs travaux avaient été précédés par des études expérimentales sur la cancérogénicité des goudrons du tabac et par des observations cliniques évoquant l'existence d'un lien entre l'usage du tabac et d'autres facteurs éventuels et le cancer du poumon. Grâce aux études de cohorte à long terme, ils ont pu établir l'association entre cigarette et cancer du poumon.

La cohorte des médecins britanniques a également montré une diminution progressive des taux de mortalité chez les non-fumeurs au cours des décennies suivantes. Les médecins de sexe masculin nés entre 1900 et 1930 qui fumaient la cigarette sont décédés en moyenne 10 ans plus tôt que les

non-fumeurs (Doll et al., 2004)..

2. Gestion de la sante au niveau du district

2.1. Qu'est-ce qu'un district ?

Le district est, au niveau de l'administration régionale, l'unité la plus périphérique dotée de pouvoirs et de responsabilités étendues. Sa nomination se diffère d'une région à l'autre ; arwraja en Ethiopie, bloc en Inde, comte en Chine, district au Kenya et en Malaisie, cercle au Mali, gun en République de Corée, kabupaten en Indonésie, municipalité au Brésil, sharestan dans la République islamique d'Iran et upazilla au Bangladesh.

L'administration du district est située d'habitude dans la ville principale ou se trouvent concentrés les bureaux des principaux ministères concernés par les affaires locorégionales en matière de santé, d'agriculture, d'éducation, d'affaires sociales et de développement communautaire. Le district est le point de rencontre naturel entre activités « montantes », planification et organisation communautaires et activités "descendantes", planification et développement gouvernemental. Il est l'endroit par excellence où peuvent être conciliés les besoins communautaires et les priorités nationales.

Le district est le niveau privilégié de la gestion des soins de santé primaires (SSP). Idéalement, toutes les activités liées à la santé existant dans le district devraient constituer une sorte de **système de santé de district**.

2.2. Direction de la sante du district

La Direction de la santé du district (DSD) comprend classiquement un directeur ou médecin-chef, un(e) infirmier(ère) (de santé publique), un administrateur, ainsi que d'autres agents dont l'activité est dévolue à la nutrition, à l'hygiène, au développement communautaire.

Les services de santé vont des agents de santé communautaire jusqu'à l'hôpital. L'hôpital de district peut être le principal centre de traitement ; on le considère couramment comme de premier niveau recours. Outre l'organisation des services de santé, la DSD collabore avec les autorités locales et les ONG ; elle est le lien avec les représentants et les organisations communautaires. Elle coordonne les différents secteurs d'activité.

Il peut être utile de diviser les responsabilités en quatre secteurs principaux :

- La planification de la santé au niveau du district, comprenant la participation communautaire, la collaboration avec les autorités locales et la coordination intersectorielle.
- L'administration sanitaire du district, et la direction de tous les programmes de santé communautaire.
- La formation et la supervision des personnels de santé.
- Les soins hospitaliers et ambulatoires.

2.3. Sources de l'information sanitaire

Une bonne connaissance de la population du district et du nombre de personnes « à risque » représente le point de départ de l'information en matière de santé.

Les informations sanitaires proviennent de sources variées. Dans certains pays, le ministère de la santé dispose des informations concernant chaque district ; dans d'autres, les informations existent mais elles sont dispersées dans différents services ; dans d'autres pays, l'essentiel de l'information en particulier cartes, recensements et statistiques démographiques n'existe pas sous une forme utilisable au niveau du district, de telle sorte que la DSD devra recueillir ses propres informations.

Les méthodes utilisées pour recueillir les informations varient beaucoup d'un pays à l'autre. Tous ont, en principe, un système pour rassembler les données obtenues par les SSP qui sont ensuite colligées au niveau du district puis transmises au ministre de la santé. Ce système usuel d'information sera plus ou moins développé et plus ou moins fiable selon les pays.

Les informations sanitaires peuvent également être recueillies dans le cadre d'un système de surveillance mis en place par la DSD pour une maladie ou un problème de santé donnée, à partir des rapports et analyses des épidémies, d'investigations particulières ou d'enquêtes. Les informations dont peut avoir besoin la DSD ;

2.3.1. Informations générales

- L'histoire du district, ses caractéristiques physiques et climatiques, l'organisation sociale, le développement économique, la répartition de la population par genre d'activité et l'organisation gouvernementale locale.
- La distribution géographique des villages et des villes, les routes principales et les éléments importants du relief tels que rivières et montagnes.

2.3.2. Population

La taille de la population du district, sa répartition par âge et par sexe, sa distribution géographique, ses mouvements migratoires et son taux d'accroissement.

2.3.3. Etat de santé, types de morbidité et mortalité

- Les **indicateurs** démographiques de natalité et de fécondité, les **taux** de mortalité globale et spécifiques : mamelle, néonatale, infantile.
- Les **causes** fréquentes de morbidité, de mortalité et les maladies épidémiques.
- Les **facteurs** importants **sous-jacents** aux problèmes de santé tels que ressources alimentaires, habitat, approvisionnement en eau et évacuation des excréta.

2.3.4. Services de santé

- L'importance et la répartition des équipements, du personnel et des programmes de santé.
- L'adéquation de la gestion, du support logistique, de l'approvisionnement.

2.3.5. Programmes de santé du district

- Grossesse : soins pré-, per- et post-natals.
- Nutrition : surveillance de la croissance et malnutrition.
- Vaccinations : Programme élargi de vaccination
- Hygiène : approvisionnement en eau, évacuation des excréta.
- Lutte contre les maladies transmissibles : dépistage et activités de lutte.

2.4. Diagnostic de l'état de santé d'une communauté

En santé communautaire, on a recours à l'épidémiologie pour examiner l'ensemble de la population et sélectionner les indicateurs diagnostiques les plus aptes à décrire et expliquer les problèmes de santé existant dans le district. Il est alors nécessaire de faire un diagnostic communautaire et décider quels programmes seront les plus aptes à améliorer l'état de santé de la population.

Le clinicien peut demander divers examens de laboratoire après avoir fait un examen préliminaire basé sur l'interrogatoire et l'examen clinique. De la même façon, la DSD peut avoir recours à des enquêtes spéciales afin d'obtenir plus d'informations épidémiologiques que celles fournies par le système usuel d'informations sanitaires.

Cependant il existe une différence fondamentale entre ces deux approches habituellement, le clinicien voit le patient une fois la maladie déclarée et le traitement prescrit n'empêche guère la survenue de nouveaux cas et ne contribue pas à supprimer les problèmes sous-jacents à la maladie. En revanche, l'épidémiologiste essaie de comprendre *pourquoi* la maladie survient à tel ou tel endroit et *comment* elle peut être prévenue. L'aptitude à utiliser l'approche *épidémiologique* est ainsi l'une des compétences fondamentales requise pour tous les personnels de santé travaillant sur des programmes destinés à combattre les maladies et améliorer l'état de santé de la communauté.

2.5. Résumé des responsabilités de la Direction de la santé du district en matière d'épidémiologie et de planification

Bien que les responsabilités de la DSD varient d'un pays à l'autre, celle-ci sera obligatoirement impliquée dans la planification des soins de santé primaires (SSP) sous ses aspects promotionnel, préventif ou curatif. Dans ce but, la DSD a besoin d'information ; elle aura donc pour tâche de recueillir les informations sanitaires et de les utiliser pour son travail.

Pour entrer dans le processus de la planification dont le point de départ se situe au niveau de la population du district, l'équipe sanitaire devra recourir à l'épidémiologie pour les tâches suivantes en partant de la population du district ;

- Définir des groupes de population en fonction de l'âge, du sexe et de la localisation géographique
- Evaluer les problèmes de santé et les causes principales de morbidité et mortalité.
- Recueillir les données au moyen du système usuel, de la surveillance, de l'étude des épidémies et des enquêtes.
- Produire des informations par l'analyse des données.
- Evaluer l'état de santé de la population générale et des groupes à risque.
- Définir les priorités.
- Utiliser l'information sanitaire pour choisir les stratégies.
- Améliorer les programmes de santé.
- Estimer le gain en accessibilité et couverture sanitaire.
- Définir l'efficacité des programmes de santé en termes de réduction des problèmes de santé, de la morbidité et de la mortalité.
- Déterminer les changements survenant dans l'état de santé de la population du district.

CHAPITRE 2 : CAUSALITE EN EPIDEMIOLOGIE

L'essentiel

L'étude de la causalité des maladies et des traumatismes est fondamentale en épidémiologie. Il y a rarement une cause unique à un événement de santé donné. On peut établir une hiérarchie des facteurs en cause en allant des facteurs les plus proches jusqu'aux facteurs socio-économiques les plus lointains. Les critères de jugement des preuves de causalité sont les suivants : relation dans le temps, plausibilité, cohérence, solidité, relation dose-réponse, réversibilité et conception de l'étude.

1. La notion de cause

Connaître les causes d'une maladie est important pour pouvoir agir préventivement, mais aussi pour poser le bon diagnostic et mettre en œuvre le traitement approprié. En épidémiologie, la notion de cause donne lieu à de vives controverses. Le processus par lequel l'on procède à des déductions causales – remonter des faits observés aux causes présumées – est un thème majeur de la philosophie générale des sciences et la notion de cause a des significations diverses selon le contexte.

1.1. Cause : tout ce qui peut être renfermé dans l'idée ou la perception d'un processus arrivant en conséquence d'un autre processus (Bertrand, 1909).

1.2. Cause et effet : sont deux termes corrélatifs, indiquant deux choses capables d'être distinguées, deux phases ou aspects de la réalité, qui sont dans un rapport l'un avec l'autre tel que, dès que le premier cesse d'exister, le second vient à l'existence immédiatement après, et que, dès que le second vient à l'existence, le premier a cessé immédiatement avant (Bertrand, 1909).

1.3. Suffisante ou nécessaire

La cause d'une maladie ou d'un traumatisme est un événement, une affection, une caractéristique ou une combinaison de ces différents facteurs qui jouent un rôle important dans la survenue de cet événement de santé. Sur le plan logique, la cause doit précéder son résultat. **Une cause est qualifiée de suffisante lorsqu'elle provoque ou déclenche inévitablement un événement et de nécessaire si l'événement est impossible en son absence.** Certaines maladies sont entièrement dues à des facteurs génétiques présents chez l'individu, alors que d'autres causes de maladie interagissent avec des facteurs génétiques pour rendre certains individus plus vulnérables que les autres. On utilise souvent le terme de causes environnementales pour distinguer ces autres causes. L'attention a été attirée sur le fait¹ qu'il y a presque toujours des composantes génétiques et environnementales dans chaque mécanisme causal.

1.4. Facteurs multiples

Une cause suffisante ne consiste généralement pas en un facteur isolé, mais comprend souvent plusieurs composantes (causalité multifactorielle). En général, il n'est pas indispensable d'identifier toutes les composantes d'une cause suffisante avant de pouvoir mener une prévention efficace, car il suffit d'éliminer l'une des composantes pour perturber l'action des autres et exercer un effet

préventif. Par exemple, l'usage de la cigarette n'est qu'une des composantes de la cause suffisante du cancer du poumon puisque le tabagisme ne suffit pas à déterminer cette maladie : certaines personnes fument pendant 50 ans sans en être atteintes. D'autres facteurs, inconnus pour la plupart, interviennent et il se peut que des facteurs génétiques jouent un rôle. Pourtant, l'arrêt du tabac réduit considérablement le nombre de cas de cancer du poumon dans une population même si les autres composantes ne sont pas modifiées.

1.5. Suffisante et nécessaire

Chaque cause suffisante a une cause nécessaire parmi ces composantes. Par exemple, dans l'étude d'une flambée de toxi-infection alimentaire collective, on peut s'apercevoir que du poulet en salade et un dessert à la crème étaient tous deux une cause suffisante de diarrhée à salmonelles. Quant à l'ingestion de salmonelles, c'est une cause nécessaire de cette affection. De même, il existe différentes composantes dans l'étiologie de la tuberculose, mais l'infection par *Mycobacterium tuberculosis* est une cause nécessaire. Cependant, il est fréquent qu'un facteur causal ne soit par lui-même ni nécessaire ni suffisant : c'est le cas du tabagisme pour les accidents vasculaires cérébraux.

2. Démarche causale

Une étude causale doit être élaborée à partir d'un modèle planifié et structuré. Les stratégies de prévention doivent souvent viser simultanément plusieurs facteurs. En outre, les causes peuvent être liées à un cheminement causal dans lequel un facteur conduit au suivant jusqu'à ce qu'au bout du compte le germe pathogène en question soit présent dans l'organe endommagé ; on pourrait également parler de hiérarchie des causes. Il est souvent possible de faire des progrès importants en matière de prévention en ne s'attaquant qu'aux causes plus éloignées ou situées « en amont ». C'est ainsi qu'on a pu prévenir les cas de choléra des décennies avant que le germe responsable – sans parler de son mécanisme d'action – ait été identifié. Mais il est intéressant de noter que, dès 1854, John Snow avait eu l'idée qu'un micro-organisme vivant était l'agent du choléra.

2.1. Cause unique et causes multiples

De multiples causes sont généralement à l'œuvre et un même facteur – par exemple le tabagisme – peut être la cause de nombreuses maladies. En outre, il arrive que le germe causal disparaisse une fois la maladie installée et soit donc impossible à mettre en évidence chez le malade.

2.2. Facteurs étiologiques

Quatre types de facteurs jouent un rôle dans l'étiologie de la maladie, qui est parfois tous nécessaires, mais rarement suffisants, pour déterminer une maladie ou un état particulier :

- **Les facteurs de prédisposition**, tels que l'âge, le sexe ou des traits génétiques particuliers, qui peuvent faire que le système immunitaire fonctionne moins bien ou que le métabolisme d'une substance chimique toxique soit ralenti. Une maladie antérieure peut également créer un état de sensibilité à un agent pathogène.
- **Les facteurs favorisants** (ou défavorisants), tels qu'un faible revenu, une alimentation médiocre, de mauvaises conditions de logement et des soins médicaux insuffisants, qui peuvent favoriser l'apparition d'une maladie. Inversement, les circonstances qui favorisent

le rétablissement après une maladie ou le maintien d'une bonne santé peuvent également être qualifiés de facteurs favorisants. Les déterminants sociaux et économiques de la santé sont tout aussi importants que les facteurs déclenchant de la maladie pour la conception des stratégies de prévention.

- **Les facteurs déclenchant**, tels que l'exposition à un agent pathogène spécifique, qui peuvent être associés à l'apparition d'une maladie.
- **Les facteurs renforçant**, tels qu'une exposition répétée, des conditions environnementales ou un travail inhabituellement pénible, qui peuvent aggraver une maladie ou un traumatisme avéré.

Le terme « facteur de risque » est couramment utilisé pour décrire les facteurs qui sont associés positivement au risque de contracter une maladie mais ne suffisent pas à la provoquer. Cette notion s'est avérée utile dans plusieurs programmes pratiques de prévention. Certains facteurs de risque (comme le tabagisme) sont associés à plusieurs maladies, et certaines maladies (comme les cardiopathies coronariennes) sont associées à plusieurs facteurs de risque.

2.3. Interaction

L'effet simultané de deux ou plusieurs causes est souvent supérieur à la somme de leurs effets individuels. Ce phénomène, appelé interaction, est illustré par le cancer du poumon dont le risque est particulièrement élevé chez les fumeurs qui sont en même temps exposés à la poussière d'amiante.

2.4. Hiérarchie des causes

La multiplicité des causes et des facteurs de risque peut souvent être présentée sous la forme d'une hiérarchie des causes, dans laquelle certaines sont les causes proximales ou plus immédiates (facteurs déclenchant) et d'autres sont des causes distales ou indirectes (facteurs favorisants). La fumée du tabac que l'on inhale est une cause proximale de cancer du poumon, tandis que le niveau socio-économique faible est une cause distale qui est associée aux habitudes tabagiques et donc indirectement au cancer du poumon.

2.5. Imputation causale

Le processus consistant à rechercher la possibilité que les associations observées soient causales est désigné sous le nom d'inférence causale ; elle suppose qu'on respecte des règles et qu'on porte des jugements de causalité, ce qui peut être difficile et prêter à controverse. Certains ont prétendu que l'inférence causale devrait être limitée à la mesure d'un effet plutôt, qu'utilisée comme un processus permettant de décider si un effet est présent ou non, guidé par divers critères. Avant de chercher à établir s'il est ou non possible qu'une association soit causale, il faut exclure d'autres explications telles que le hasard, l'existence d'un biais ou la présence de facteurs de confusion.

3. Étude de la causalité

Une approche systématique visant à rechercher la nature d'une association a été adoptée par le Surgeon General des États-Unis d'Amérique pour démontrer que la cigarette était responsable du cancer du poumon (Smoking and health 1964). La méthode a été perfectionnée par Hill (Hill 1965). C'est sur cette base qu'une série de « facteurs de présomption causale » a été établie, figurant

dans l'ordre des questions que doit se poser l'épidémiologiste pour se prononcer sur une cause de maladie et qui sont présentés dans le Tableau.

Tableau.1. Facteurs de présomption causale

Relation temporelle	La cause précède-t-elle l'effet ? (point essentiel)
Plausibilité biologique	L'association est-elle compatible avec ce que l'on sait par ailleurs ? (mécanisme d'action, résultat de l'expérimentation animale)
Cohérence des résultats	A-t-on obtenu des résultats analogues dans d'autres études ?
Force de l'association	Quelle est la force de l'association entre cause et effet ? (risque relatif)
Relation dose-réponse	L'intensification de l'exposition à la cause possible se traduit-elle par une aggravation de l'effet ?
Réversibilité de l'association	L'élimination de la cause possible entraîne-t-elle la réduction du risque de maladie ?
Conception de l'étude	Les observations en faveur d'une relation causale proviennent-elles d'une étude bien conçue ?
Jugement de causalité	Sur combien d'éléments d'appréciation repose la conclusion ?

3.1. Relation temporelle

La relation temporelle est capitale, la cause doit précéder l'effet. Cette succession dans le temps est en général évidente, encore que des difficultés puissent se poser dans les études cas-témoins et les études transversales lorsque les mesures de la cause possible et de l'effet associé sont effectuées simultanément. Lorsque la cause consiste en une exposition susceptible d'être plus ou moins importante, il est indispensable que l'exposition ait atteint un certain niveau avant que la maladie survienne pour qu'existe une relation temporelle correcte. La répétition des mesures de l'exposition dans le temps et dans l'espace peut rendre les observations plus probantes.

3.2. Plausibilité biologique

La plausibilité biologique est la proposition d'une association causale (une relation entre une cause présumée et un résultat) qui est cohérente avec les connaissances biologiques et médicales existantes. Une association est plausible et a donc des chances accrues d'être de nature causale lorsqu'elle est compatible avec ce que l'on sait par ailleurs. C'est le cas, par exemple, quand des expériences de laboratoire ont montré comment l'exposition au facteur considéré pouvait entraîner des altérations associées à l'effet mesuré. Mais la plausibilité biologique est toute relative et des associations apparemment peu plausibles se sont finalement révélées de nature causale.

3.3. Cohérence des résultats

Il y a cohérence lorsque plusieurs études donnent le même résultat. Ce critère est particulièrement important lorsque les études ne sont pas toutes du même type et sont menées dans des contextes

différents, car la probabilité pour que la même "erreur" soit commise dans toutes ces études est alors réduite au minimum. Toutefois, le manque de cohérence n'exclut pas une association causale, car il arrive que des différences dans l'intensité de l'exposition et d'autres conditions atténuent l'efficacité du facteur causal dans certaines études. En outre, lorsqu'on interprète les résultats de plusieurs études, il faut accorder davantage de crédit à celles qui sont les mieux conçues.

3.4. Force de l'association

Lorsque l'association entre une cause possible et l'effet constaté est forte, à en juger par la valeur du rapport des risques (risque relatif), elle est davantage susceptible d'être de nature causale qu'une association faible, qui peut être modifiée par des biais ou des facteurs de confusion. On peut considérer que l'association est forte dès que le risque relatif dépasse 2. Par exemple, le risque d'infarctus aigu du myocarde est environ deux fois plus élevé chez les fumeurs de cigarettes que chez les non-fumeurs. Le risque de cancer du poumon est également accru chez les premiers, mais dans une proportion de quatre à vingt fois selon les études. Toutefois, les associations aussi fortes sont rares en épidémiologie.

Le fait qu'une association soit faible n'exclut pas la possibilité qu'elle soit de nature causale ; la force d'une association dépend en effet de la prévalence relative des autres causes possibles.

3.5. Relation dose-réponse

Il existe une relation dose-réponse lorsque les variations de niveau d'une cause éventuelle s'accompagnent de variations de la prévalence ou de l'incidence de l'effet correspondant.

Lorsqu'une étude non biaisée fait apparaître une relation dose-réponse indiscutable, il y a de fortes raisons de croire à l'existence d'une relation causale entre l'exposition et la maladie.

La relation dose-réponse qui apparaît pour la consommation de fruits et légumes et le risque relatif de cardiopathie ischémique, qui s'inscrit à l'inverse de celle montrée pour la pression sanguine est un exemple de la façon dont la situation socio-économique peut jouer un rôle dans les événements de santé. Les enquêtes effectuées au Royaume-Uni ont montré une forte relation entre le niveau de revenu et la consommation de fruits et légumes.

3.6. Réversibilité de l'association

Quand l'élimination d'une cause possible se traduit par une baisse du risque de maladie, la probabilité augmente pour que l'association soit de nature causale. Par exemple, le risque de cancer du poumon diminue chez ceux qui renoncent à la cigarette, par comparaison avec ceux qui continuent de fumer. Cette observation augmente la probabilité pour que le tabagisme à la cigarette soit une cause de cancer pulmonaire. Si la cause entraîne rapidement des altérations irréversibles qui sont ultérieurement à l'origine de la maladie, qu'il y ait ou non persistance de l'exposition, alors la réversibilité ne peut pas être un critère de causalité.

3.7. Jugement de causalité

Il n'existe malheureusement aucun critère qui permette d'affirmer ou d'infirmer à coup sûr la nature causale d'une association. L'inférence causale est en générale assortie de réserves et le jugement

doit être porté sur la base des observations disponibles : une incertitude demeure toujours. Les résultats sont souvent contradictoires et la prise de décisions exige que l'on attribue des pondérations aux différents critères. De tous les aspects exposés précédemment, la relation temporelle correcte est essentielle ; une fois celle-ci établie, la priorité doit être ensuite accordée à la plausibilité, à la cohérence et à l'existence d'une relation dose-réponse. La probabilité pour qu'une association soit causale augmente lorsque plusieurs types d'observations conduisent à la même conclusion. Lorsque des relations de cause à effet ont déjà été établies, des études écologiques bien conçues, et en particulier des études chronologiques, peuvent être très utiles pour quantifier les effets.

CHAPITRE 3 : PRINCIPES DE L'ÉPIDÉMIOLOGIE

1. Définition et approches

L'épidémiologie peut être considérée comme l'étude de la répartition des problèmes relatifs à la santé et à la maladie ainsi que leurs déterminants dans les populations humaines. L'objet de l'épidémiologie est de recueillir, interpréter et utiliser l'information en vue de promouvoir la santé et réduire la maladie. Les concepts épidémiologiques de base sont avant tout pratiques et utiles non seulement pour les membres de la Direction de la santé du district mais aussi pour tous les agents de santé.

L'épidémiologie touche à l'information : l'information nécessaire à la planification, la gestion et l'évaluation de toutes les activités requises pour promouvoir la santé et prévenir aussi bien que combattre la maladie. On peut obtenir les données nécessaires à cette information en posant une série de questions clefs.

Quel	est le problème de santé ou la maladie, quelles sont ses manifestations, ses caractéristiques ?
Qui	est affecté : âge, sexe, classe sociale, groupe ethnique, profession, hérédité, habitudes personnelles des individus touchés ?
Où	le problème se situe-t-il, du point de vue du lieu de résidence, du lieu d'exposition et de la distribution géographique ?
Quand	apparaît-il, en termes de jours, mois, saisons ou années ?
Comment	le problème de santé survient-il, est-il associé à des conditions spécifiques, agents, vecteurs, sources d'infection, groupes à risque ou autres facteurs susceptibles d'intervenir
Pourquoi	apparaît-il, quelles sont les raisons et les causes de sa survenue et de sa persistance ?
Alors, quelles	interventions ont-elles résulté de cette information et quelle a été leur efficacité ? L'état de santé s'en est-il trouvé amélioré ?

2. Quelques paramètres épidémiologiques

2.1. L'incidence

Mesure le nombre de nouveaux cas, épisodes ou évènements survenant au cours d'une période de temps définie, semaine, mois, année. L'incidence est la mesure de base de la fréquence et elle est le meilleur indicateur de l'augmentation, la diminution ou la stabilité d'un phénomène. Elle est par conséquent la mesure de choix pour évaluer l'efficacité des programmes de santé. C'est aussi la mesure qu'on utilise dans les systèmes de surveillance et pour analyser l'usage que font les gens des services de santé.

L'incidence (I) se calcule au moyen de la formule suivante :

$$I = \frac{\text{Nombre d'événements nouveaux au cours d'une période donnée}}{\text{Nombre de personnes exposées au risque au cours de cette période}} (\times 10^n)$$

2.2. La prévalence

Mesure le nombre total de cas, épisodes ou évènements existant à un moment donné, généralement à une date particulière. La prévalence peut être plus compliquée à interpréter que l'incidence car elle comprend le nombre de personnes ayant contracté la maladie antérieurement et qui sont encore malades à présent. C'est une combinaison entre l'incidence d'un phénomène et sa durée.

La prévalence (P) d'une maladie se calcule au moyen de la formule suivante :

$$P = \frac{\text{Nombre de personnes présentant la maladie à un moment donné}}{\text{Effectif de la population à risque au même moment}} (\times 10^n)$$

2.3. Effectifs et taux

Incidence et prévalence sont utilisées pour rapporter l'information sanitaire et peuvent être exprimées par des nombres entiers ou par des taux calculés.

Les données immédiatement disponibles sont exprimées en nombres absolus ou effectifs. Elles sont utilisées, en particulier en cas d'épidémie, lorsque l'observation est limitée dans le temps et l'espace et que la structure de la population peut être considérée comme stable.

Lorsqu'on considère les tendances sur une période de temps, ou que l'on compare la fréquence des maladies entre des sous-groupes ou des communautés, l'utilisation du nombre total de cas peut conduire à des conclusions non valables. La taille de la population et sa structure par âge et par sexe doivent aussi être prises en considération avant de pouvoir comparer les groupes, et l'information devrait alors être exprimée en termes **de taux d'incidence ou de prévalence**.

Lorsqu'on calcule les taux, il existe une relation entre les évènements ou les cas et la population qui les a engendrés. On parle de **population exposée au risque** ; elle fait référence au groupe de personnes qui peuvent potentiellement contracter la maladie et contribuer ainsi au nombre total de cas. Cette "population" peut, par exemple, représenter la population totale du district ou d'une de ses parties ou les personnes appartenant à un groupe d'âge donné.

Le nombre de cas (calculé en comptant les personnes, les épisodes ou les consultations) est appelé **numérateur** et la population totale **dénominateur**. Toutes les personnes constituant le dénominateur doivent être, par définition, exposées au risque d'appartenir également au numérateur. Chaque taux est rattaché à une période de temps ou à une date qui devrait toujours être indiquée.

2.4. Patients, épisodes ou consultations ?

Il est extrêmement important d'indiquer clairement si les cas sont constitués par des personnes (patients), des épisodes ou des consultations. Avec certaines maladies comme le paludisme ou la diarrhée, une personne peut présenter plusieurs épisodes dans l'année et peut consulter deux ou trois fois pour chaque épisode. Ainsi, une seule personne est malade bien qu'elle présente plusieurs épisodes successifs et qu'elle consulte plusieurs fois pour chaque épisode. De même, un patient tuberculeux peut n'avoir présenté qu'un épisode clinique et représenter un cas tout en ayant consulté 12 fois dans l'année.

Que faut-il compter - des patients, des épisodes ou des consultations ?

S'il faut estimer la proportion de la population atteinte par une maladie chronique (prévalence), on devra compter le nombre total de personnes malades. Pour évaluer l'efficacité d'un programme de lutte contre le paludisme, on aura besoin de données concernant le nombre de nouveaux épisodes (incidence) survenus généralement en un an. Si l'on étudie l'utilisation des services de santé, le nombre de consultations, aussi bien nouvelles que répétées, sera nécessaire.

2.5. Définition d'un cas

Un ensemble de critères uniformes utilisés pour définir une maladie qui exige une surveillance sanitaire. Cependant avant d'utiliser les mesures d'incidence ou de prévalence, il est essentiel de définir clairement ce qu'on entend par **cas**, afin d'éviter tout malentendu ou confusion. Par exemple, une personne vivant dans une zone de paludisme endémique et présentant fièvre, céphalées et douleurs articulaires peut être considérée comme un cas de paludisme et traitée comme tel. **Par contre le ministère de la santé ne le considèrera probablement comme cas certain que s'il est confirmé par un frottis positif.**

Pour surmonter ces problèmes il est de pratique courante pour certaines maladies d'établir des critères diagnostiques et de classer les cas en différents groupes correspondant à possible, probable et certain. Néanmoins, il faudra encore savoir si les symptômes ne sont pas dus à une autre maladie, en particulier chez les enfants vivant dans une zone où le paludisme est endémique.

3. Comment mesurer la santé et la maladie

3.1. Maladie

Généralement, la maladie se définit comme une entité opposée à la santé, dont l'effet négatif est dû à une altération ou à un déséquilibre d'un système, Altération des organes et/ou fonctionnelle de l'état de Santé.

3.2. La Santé

La définition la plus ambitieuse de la santé est celle qu'a proposée l'OMS en 1948 : « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité (Constitution of the World Health Organization. 1946).

4. Mesures de la fréquence d'une maladie

Plusieurs mesures de la fréquence d'une maladie reposent sur les notions fondamentales de prévalence et d'incidence. Malheureusement, les épidémiologistes ne sont pas encore entièrement tombés d'accord sur les définitions des termes utilisés dans ce domaine.

4.1. Population à risque

Peut être définie sur la base de facteurs démographiques, géographiques ou environnementaux. Un facteur important dans le calcul des paramètres exprimant la fréquence d'une maladie est la bonne estimation du nombre de personnes étudiées. L'idéal serait que ce nombre ne comprenne que les personnes potentiellement susceptibles de contracter les maladies étudiées, qui peut être définie sur la base de facteurs démographiques, géographiques ou environnementaux. Par exemple, les accidents du travail ne concernent que les gens qui travaillent,

4.2. Portée

En épidémiologie, l'objet d'une étude est une population humaine, qui peut être définie par son contexte géographique ou tout autre élément ; par exemple, on étudiera un groupe bien défini de malades hospitalisés ou d'ouvriers d'usine. Une population souvent visée en épidémiologie est celle d'une région ou d'un pays déterminé à un moment donné. À partir de cette base, on peut définir des sous-groupes en fonction du sexe, de la classe d'âge ou de l'appartenance ethnique, etc. La structure des populations étant variable selon les régions géographiques et les époques, l'analyse épidémiologique doit en tenir compte.

4.3. Population du district

4.3.1. Population totale

La plupart des pays effectuent un recensement de population au niveau national tous les dix ans environ. L'information est collectée par des enquêteurs qui visitent chaque domicile connu dans leur petite zone de recensement et s'enquière des personnes vivant dans le foyer un jour donné. Les chiffres des différentes zones s'additionnent pour donner un chiffre total pour le district. Les chiffres correspondant aux différents districts sont ensuite totalisés pour donner les chiffres nationaux,

4.3.2. Densité de population

Elle s'exprime généralement par le nombre moyen de personnes par kilomètre carré (km²). La densité peut varier grandement d'un district à l'autre. Les migrations représentent un facteur important dans les régions où la densité de population augmente ou diminue rapidement.

Une connaissance de la densité et de la distribution de la population d'un district est évidemment importante pour la planification des services de santé, en particulier les nouveaux dispensaires et centres de santé, et pour l'évaluation de l'accessibilité et de la couverture des différents programmes sanitaires.

4.3.3. Taux démographiques

4.3.4. Le taux brut de natalité (TBN) : Est d'habitude estimée sur la base du recensement ou d'enquêtes démographiques particulières ; il est donné par la formule :

$TBN = \frac{\text{total des naissances en un an}}{\text{population totale à mi-année (tous âges, même année)}} \times 1000$

4.3.5. Accroissement de la population : Au niveau du district, l'accroissement de la population dépend de l'équilibre entre le nombre de naissances et de personnes immigrantes d'une part, et le nombre de décès et de personnes émigrantes d'autre part. Plus rarement, on peut observer une diminution de la population d'un district, mais c'est d'habitude dû à un phénomène de migration et non à un excès de décès par **rapport aux naissances**.

Le taux d'accroissement naturel, qui exclut les migrations, se situe généralement entre 1 et 3 % par an dans beaucoup de pays en développement et se calcule comme suit :

Taux d'accroissement naturel = **TBN** moins **TBM**.

5. Mortalité

Les épidémiologistes commencent souvent l'étude de la situation sanitaire d'une population par l'examen des données recueillies systématiquement. Dans de nombreux pays à revenu élevé, les décès et leur cause sont consignés sur un certificat de décès normalisé, qui comporte en outre l'indication de l'âge, du sexe, de la date de naissance et du lieu de résidence du défunt. La Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes (CIM) offre des lignes directrices sur la façon de classer les décès (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 1992). Les méthodes de classification sont régulièrement révisées pour tenir compte de l'apparition de nouvelles entités morbides et de l'évolution des définitions de cas.

5.1. Limite des certificats de décès

Les épidémiologistes se reposent beaucoup sur les statistiques de la mortalité pour évaluer la charge de morbidité et analyser l'évolution des maladies dans le temps. Sachant que les données tirées des statistiques de la mortalité sont sujettes à diverses sources d'erreurs mais, d'un point de vue épidémiologique, fournissent souvent des informations précieuses sur les tendances observées dans la situation sanitaire d'une population. L'utilité des données dépend de nombreux facteurs, notamment du soin apporté à remplir complètement les certificats de décès et de l'exactitude des causes sous-jacentes de décès indiquées, surtout chez les personnes âgées chez qui l'on pratique rarement une autopsie (Shibuya 2006).

5.2. Autopsie verbale

L'autopsie verbale est une méthode indirecte de vérification de la cause biomédicale du décès à partir d'informations relatives aux signes, symptômes et circonstances précédant le décès obtenues auprès de la famille de la personne décédée. Dans de nombreux pays à revenu faible et intermédiaire, l'autopsie verbale est la seule méthode permettant d'obtenir des estimations de la répartition des causes de décès. Les autopsies verbales sont principalement utilisées dans le contexte de la surveillance démographique et des systèmes d'enregistrement par échantillonnage. La diversité des outils et des méthodes employés rend difficile la comparaison des données relatives aux causes de décès d'un endroit à l'autre au cours du temps (Soleman et al., 2006).

5.3. Taux de mortalité

Pour tous les décès ou pour une cause donnée de décès, le taux de mortalité (ou taux brut de mortalité) se calcule au moyen de la formule suivante :

$$\text{Taux brut de mortalité} = \frac{\text{Nombre de décès au cours d'une période donnée}}{\text{Nombre de personnes exposées au risque de décès au cours de la même période}} (\times 10^n)$$

Ce taux a pour principal inconvénient de ne pas tenir compte du fait que le risque de décès varie en fonction de l'âge, du sexe, de la race, de la classe socio-économique et d'autres facteurs. Il n'est en général pas indiqué de l'employer pour comparer différentes périodes ou régions géographiques.

5.4. Taux de mortalité par âge

Les taux de mortalité peuvent être calculés pour des groupes particuliers d'une population, définis par l'âge, la race, le sexe, la profession ou la situation géographique, ou pour des causes de décès particulières. Par exemple, la formule ci-dessous donne un taux par âge et par sexe.

$$\frac{\text{Nombre total de décès survenant dans une tranche d'âge et pour un sexe déterminé dans une zone et pendant une période donnée}}{\text{Effectif total estimé de la tranche d'âge et du sexe considérés dans la même zone et pendant la même période}} (\times 10^n)$$

5.5. Mortalité proportionnelle

Il arrive que dans une population la mortalité soit exprimée au moyen d'un taux de mortalité proportionnelle qui est en réalité un rapport, à savoir celui du nombre de décès imputables à une cause particulière sur un total de 100 ou de 1000 décès survenus au cours de la même période. Ce taux ne reflète pas pour les membres de la population considérée le risque de contracter la maladie ou de succomber à ses suites.

5.6. Mortalité infantile

Le taux de mortalité infantile est couramment employé comme indicateur du niveau de santé dans une communauté. Il mesure le taux de mortalité chez les enfants de moins d'un an, le dénominateur étant le nombre de naissances vivantes survenues au cours de la même année.

Le taux de mortalité infantile se calcule au moyen de la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité infantile} = \frac{\text{Nombre de décès d'enfants âgés de moins d'un an survenus en un an}}{\text{Nombre de naissances vivantes au cours de la même année}} \times 1000$$

5.7. Taux de mortalité maternelle

Le taux de mortalité maternelle fait référence au risque qu'ont les mères de mourir de causes associées à la naissance des enfants, aux complications de la grossesse ou de l'accouchement.

Le taux de mortalité maternelle est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité maternelle} = \frac{\text{Nombre de décès maternels dans une région géographique déterminée au cours d'une année donnée}}{\text{Nombre de naissances vivantes survenues dans la population de la région géographique en question au cours de la même année}} (\times 10^3)$$

5.8. Espérance de vie

L'espérance de vie est un autre paramètre synthétique fréquemment utilisé pour mesurer la situation sanitaire d'une population. Par définition, l'espérance de vie est égale au nombre moyen d'années qu'un sujet ayant atteint un âge donné peut encore espérer vivre si les taux de mortalité restent stables. Il n'est pas toujours facile d'expliquer les différences d'espérances de vie qu'on observe d'un pays à l'autre ; la situation peut apparaître sous un jour différent selon le paramètre utilisé.

6. Morbidité

Les taux de mortalité sont particulièrement utiles pour l'étude des maladies à fort taux de létalité. Cependant, ce dernier est faible pour de nombreuses maladies, dont la plupart des maladies. En pareil cas, les données sur la morbidité (maladies) sont plus utiles que les taux de mortalité. Les statistiques de morbidité sont souvent utiles pour élucider les raisons de tendances particulières observées dans la mortalité.

6.1. Comparaisons portant sur la survenue des maladies

Mesurer la survenue des maladies ou d'autres états de santé constitue la première étape du processus épidémiologique. La suivante est de comparer la survenue de la maladie dans deux ou plusieurs groupes de personnes qui diffèrent par leur exposition. Un sujet peut être exposé ou non au facteur étudié. Un groupe de sujets non exposés sert souvent de groupe de référence. Les sujets exposés peuvent l'être de façon inégale tant sur le plan de la durée que sur celui du degré d'exposition. L'exposition totale à un facteur déterminé est appelée « dose ».

On peut alors comparer les modes de survenue de la maladie afin de calculer le risque qu'un effet donné sur la santé résulte d'une exposition donnée. Les comparaisons peuvent se faire en valeur absolue ou en valeur relative ; les paramètres mesurés reflètent la force de l'association entre exposition et résultat.

6.2. Comparaisons en valeur absolue

6.2.1. Différence de risque

La différence de risque, également appelée risque excédentaire, correspond à la différence des taux de survenue dans les groupes exposés et les groupes non exposés de la population. C'est une mesure utile de l'étendue du problème de santé publique provoqué par l'exposition considérée.

Lorsque l'on compare deux ou plusieurs groupes, il est important qu'ils soient aussi semblables que possible en dehors du facteur analysé.

6.2.2. Fraction attribuable (chez les exposés)

La fraction attribuable (chez les exposés), ou fraction étiologique (chez les exposés), est la proportion de l'ensemble des cas qui peut être attribuée à une exposition particulière. On peut déterminer la fraction attribuable (FA) en divisant la différence des risques (ou attribuable) par l'incidence dans la population exposée.

Lorsqu'on pense que la cause d'une maladie donnée réside dans une exposition particulière, la fraction attribuable représente la proportion de la maladie qui serait évitée dans la population

considérée si l'exposition cessait.

6.2.3. Risque attribuable dans la population

Le risque attribuable dans la population correspond à l'incidence d'une maladie dans une population associée (ou attribuée) à l'exposition à un facteur de risque. C'est une mesure utile qui permet de déterminer l'importance relative des expositions dans l'ensemble de la population. C'est en proportion la diminution du taux d'incidence de l'événement que l'on obtiendrait dans toute la population si l'exposition était éliminée.

Le risque attribuable dans la population peut être estimé au moyen de la formule Suivant :

$$RAp = \frac{I_p - I_u}{I_p}$$

dans laquelle

- I_p = incidence de la maladie dans toute la population et
- I_u = incidence de la maladie chez les non-exposés.

6.3. Comparaisons en valeur relative

6.3.1. Risque relatif

Le risque relatif (également appelé rapport des risques) est égal au rapport des probabilités de survenue d'une maladie chez les exposés et chez les non-exposés.

Le risque relatif est un meilleur indicateur de la force d'une association que la différence des risques puisque, contrairement à cette dernière, il est lié à l'ampleur du taux d'incidence de départ et est exprimé par rapport à un taux de survenue de référence.

On se sert du risque relatif pour évaluer la probabilité pour qu'une association observée soit de nature causale.

CHAPITRE 4 : TYPES D'ETUDES EN EPIDEMIOLOGIE

L'essentiel

- Le choix du type d'étude approprié est une étape décisive de l'investigation épidémiologique.
- Chaque type d'étude présente des points forts et des points faibles.
- Les épidémiologistes doivent examiner toutes les sources de biais et de confusion et s'efforcer de les réduire.
- Comme dans les autres sciences, les questions éthiques sont importantes en épidémiologie.

Observations et expériences

On peut distinguer deux catégories d'études épidémiologiques selon qu'elles sont tournées vers l'observation ou l'expérimentation.

1. Études d'observation

Les études d'observation laissent le champ libre à la nature : l'investigateur fait des mesures mais n'intervient pas. Ces études comportent deux catégories, dites descriptives et analytiques

- Dans une **étude descriptive** on se borne à décrire la survenue d'une maladie dans une population ; c'est souvent la première étape d'une investigation épidémiologique.
- Une **étude analytique** va plus loin puisqu'elle comporte l'analyse des relations entre l'état de santé et d'autres variables.

1.2. Études descriptives

Une description simple de l'état de santé d'une communauté, sur la base de données recueillies systématiquement ou au moyen d'enquêtes spéciales, constitue souvent le point de départ d'une investigation épidémiologique. Dans de nombreux pays, ce genre d'étude relève d'un centre national des statistiques de santé. Dans les études purement descriptives, on n'essaie pas d'analyser les liens entre exposition et effet. En général, ces études sont basées sur les statistiques de mortalité et portent sur la mortalité en fonction de l'âge, du sexe ou de l'appartenance ethnique au cours de périodes déterminées ou dans divers pays.

1.2.1. Études écologiques

Les études écologiques prennent en considération les variations géographiques ou temporelles des maladies ce qui conduit naturellement à vouloir mettre en relation des variations concomitantes des fréquences d'exposition à des facteurs de risque potentiels obtenues collectivement sur les mêmes populations. Il s'agit d'études de corrélation écologique ou études écologiques. Le terme « écologique » est employé ici par opposition à l'individuel, pour signifier le fait que les unités statistiques de ces études ne sont pas des individus mais des populations.

1.2.2. Études transversales

Dans les enquêtes transversales, l'échantillon est issu de l'ensemble de la population sans être sélectionné sur l'exposition (comme dans les enquêtes de cohorte) ni sur la maladie (comme dans les enquêtes cas-témoins). Les sujets inclus dans l'étude sont tous ceux qui sont présents au moment de l'enquête, et on mesure classiquement l'exposition ou l'état de santé à ce même moment. Ainsi définies, elles ont principalement un objectif descriptif visant à évaluer la fréquence d'une exposition ou d'une maladie ou la distribution d'un paramètre de santé. Elles représentent l'équivalent d'un sondage rigoureusement et scientifiquement construit, ou de l'instantané.

1.2.3. Études cas-témoins

Les enquêtes cas-témoins cherchent à mettre en évidence un lien entre exposition et pathologie, dans ce type d'enquête, plusieurs facteurs d'exposition et une seule pathologie sont étudiés.

Le principe

Dans ce type d'étude, le choix de la population est fait sur la base de la maladie elle-même ; on part d'une population de malades pour étudier un ou plusieurs facteur(s) potentiellement en cause. On apparie donc, à la population de malades, une population témoin ayant les mêmes caractéristiques générales que la population atteinte, à l'exception de la maladie étudiée.

Les deux groupes des malades et des témoins non malades sont étudiés grâce à des questionnaires et des données biologiques. L'objectif est d'analyser un certain nombre de caractéristiques qui ont

pu potentiellement influencer la survenue de cette maladie.

Ces études sont adaptées s'il existe déjà des soupçons quant à un facteur de risque, si la maladie est rare ou s'il existe un temps très long entre l'exposition au risque

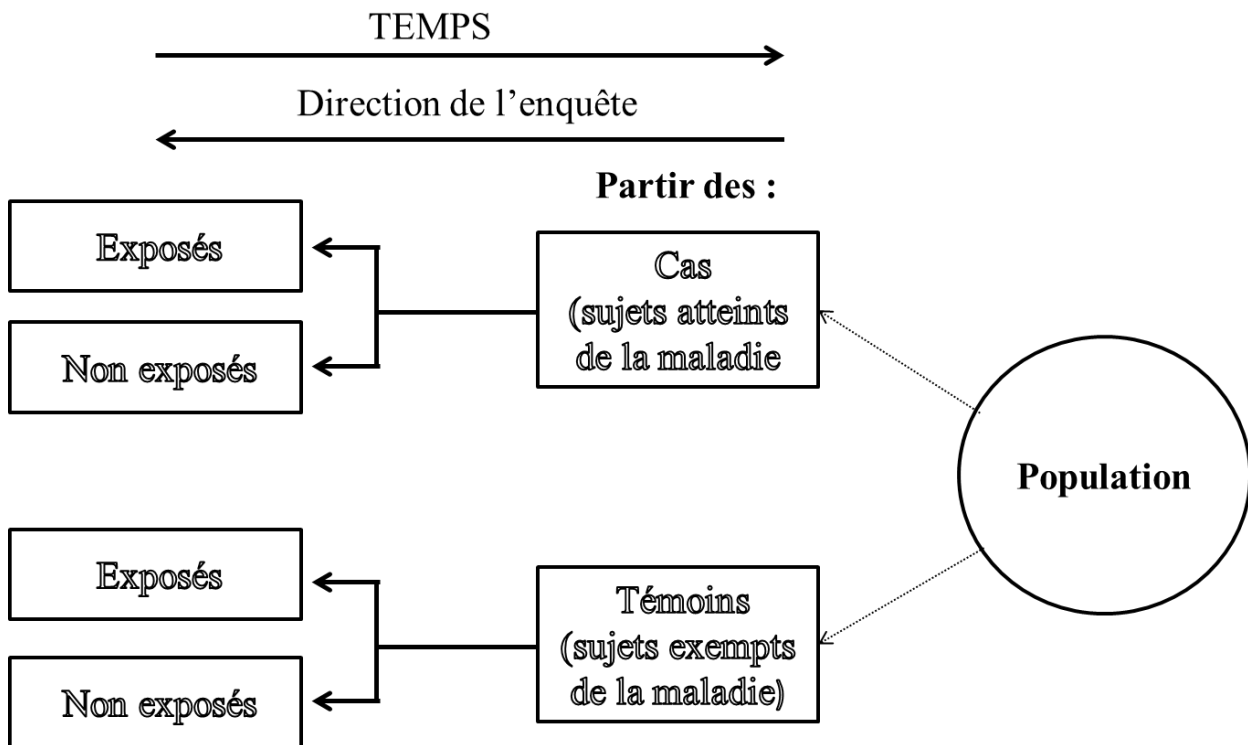


Figure. 1. Structure d'une étude cas-témoins

1.2.4. Études de cohorte

Les études de cohortes consistent à suivre une population dans le temps. En particulier, les études de type « exposés / non-exposés » visent à observer la survenue ou non d'une pathologie en fonction d'un facteur d'exposition. Elles permettent de définir l'effet de l'exposition, et d'estimer le risque qu'une personne développe la maladie si elle est confrontée à cette exposition.

Le principe

La population étudiée est constituée d'individus exempts de la maladie étudiée. Elle est divisée en deux groupes : celui des individus exposés au facteur de risque étudié et celui des individus non exposés.

Après une certaine durée, pouvant aller jusqu'à plusieurs années, le nombre de malades et de non malades est déterminé dans chacun des deux groupes.

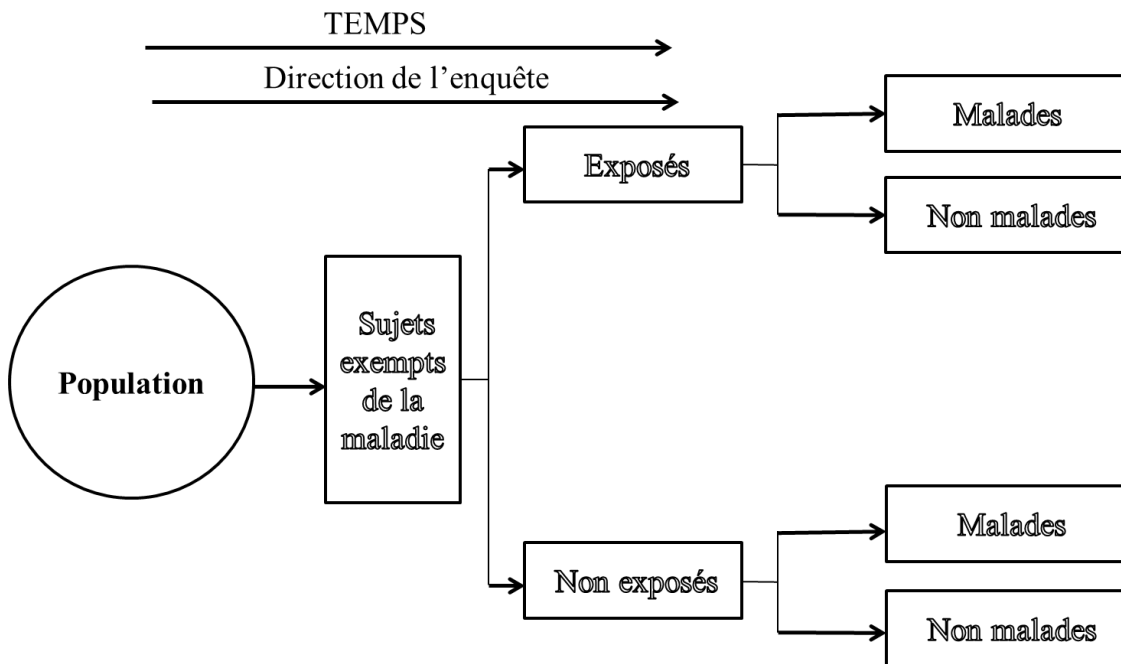


Figure. 2. Structure d'une étude de cohorte.

1.2.5. Études de cohorte historiques

On peut parfois abaisser les coûts en utilisant une cohorte historique (définie sur la base de documents relatifs à une exposition antérieure). Ce type d'investigation est baptisée étude de cohorte historique parce que toutes les données sur l'exposition et les effets (pathologiques) ont été recueillies antérieurement au début de l'étude. Par exemple, les registres d'exposition des membres des forces armées aux retombées radioactives lors des essais nucléaires ont été utilisés pour voir si ces retombées doivent être incriminées dans le développement des cancers depuis 30 ans. Les études de ce type sont relativement fréquentes pour les cancers liés à des expositions professionnelles.

2. Épidémiologie expérimentale

Les études expérimentales ou études d'intervention ont un aspect volontariste puisque l'on tente de modifier l'un des facteurs déterminant une maladie, par exemple un mode d'exposition ou un comportement, ou d'influer sur l'évolution de la maladie grâce à un traitement.

L'intervention ou l'expérimentation consiste dans la tentative de modifier une variable au sein d'un ou plusieurs groupes de personnes. Il peut s'agir d'éliminer un facteur alimentaire dont on pense qu'il est allergogène ou de tester un nouveau traitement sur un groupe de patients sélectionné. Pour mesurer les effets d'une intervention, on compare les résultats obtenus dans le groupe soumis à l'expérience à ceux d'un groupe témoin.

2.1. Essais contrôlés randomisés

Un essai contrôlé randomisé est une étude épidémiologique expérimentale visant à apprécier les effets d'une intervention particulière, en général un traitement d'une maladie donnée (essai clinique). Les sujets de la population d'étude sont répartis par tirage au sort dans les groupes d'intervention et les groupes témoins et les résultats sont appréciés par comparaison entre ces groupes.

Pour être sûr que les groupes comparés sont équivalents, les patients y sont affectés par tirage au sort. Si le choix initial et la randomisation sont effectués correctement, les groupes témoins et traités

seront comparables au début de l'étude ; les différences susceptibles d'exister entre les groupes sont alors le fait du hasard et non la conséquence d'un biais conscient ou inconscient imputable aux investigateurs.

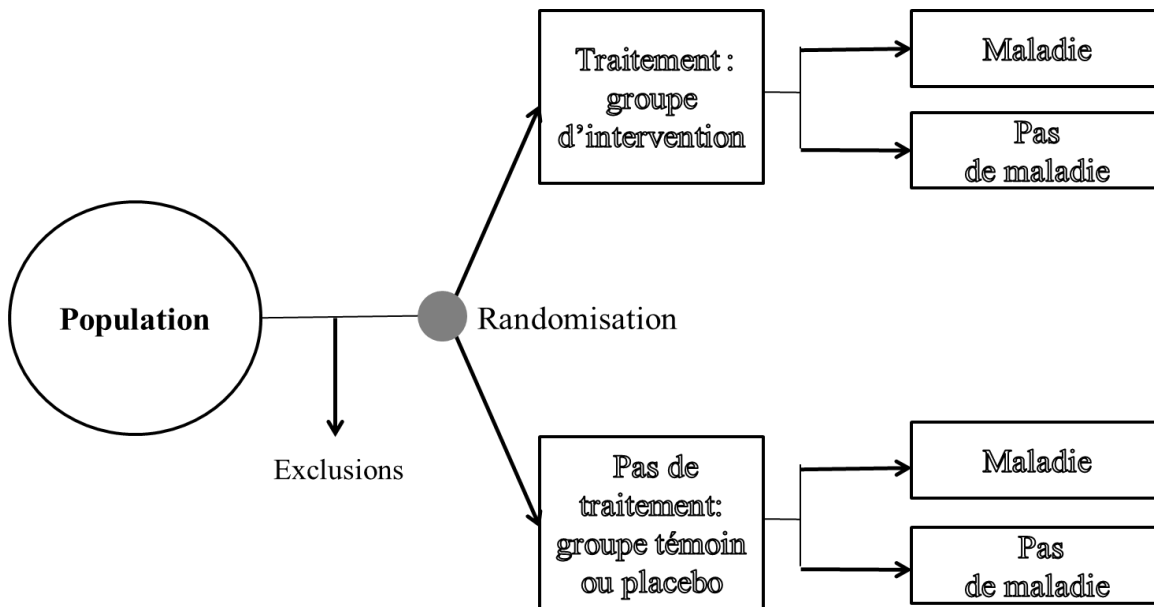


Figure. 3. Organisation d'un essai contrôlé randomisé

2.2. Essais sur le terrain

Contrairement aux essais cliniques, les essais sur le terrain portent sur des sujets bien portants mais présumés à risque ; la collecte des données est opérée « sur le terrain », habituellement dans la population générale et non parmi les personnes placées en établissement. Comme les sujets de l'étude sont bien portants et que l'objectif est de prévenir des maladies qui peuvent être relativement peu fréquentes, les essais sur le terrain représentent souvent des entreprises complexes sur le plan logistique et coûteuses.

Les essais sur le terrain peuvent servir à évaluer les interventions visant à réduire une exposition sans qu'il faille nécessairement mesurer les effets sur la santé. Par exemple, testé plusieurs méthodes de protection contre l'exposition aux pesticides et la détermination de la plombémie chez les enfants a montré que l'élimination des peintures à base de plomb dans le cadre domestique avant réduit les intoxications. Ces études d'intervention sont souvent praticables à petite échelle

2.3. Essais en communauté

Dans cette forme d'expérience, les groupes de traitement sont des communautés et non des individus. La méthode est particulièrement bien adaptée aux maladies dans lesquelles la situation sociale des patients intervient et pour lesquelles des efforts de prévention sont ciblés sur le comportement du groupe. Les maladies cardiovasculaires constituent un bon exemple d'affections adaptées à la méthodologie des essais en communauté même si des problèmes méthodologiques qu'on n'avait pas anticipés peuvent se poser dans les grands essais d'intervention en communauté.

2.4. Limite des essais en communauté

Un inconvénient de ces études est qu'elles ne peuvent porter que sur un petit nombre de communautés qu'il est impossible en pratique de répartir de façon aléatoire ; d'autres méthodes

sont nécessaires pour s'assurer que les différences éventuellement révélées par l'étude sont bien la conséquence de l'intervention et non de différences inhérentes à ces communautés. En outre, il est difficile de soustraire les communautés soumises à l'intervention aux transformations générales pouvant marquer la société. Les inconvénients liés à leur conception même, surtout face à des modifications étonnamment importantes et favorables des facteurs de risque dans les sites témoins, sont difficiles à éviter. De ce fait, il n'est pas toujours possible de parvenir à des conclusions définitives concernant l'efficacité générale des efforts entrepris à l'échelle communautaire.

CHAPITRE 5 : EPIDEMIOLOGIE MALADIES TRANSMISSIBLES

Introduction

L'épidémiologie est l'étude des conditions et modalités de l'apparition et de la diffusion des maladies au sein des collectivités. Pour sa part, l'éco-épidémiologie prend en compte les éléments du milieu écologique, au sens large, nature et hommes réunis, qui interviennent dans le processus épidémiologique, le conditionnent, le contrôlent.

Pour qu'une maladie transmissible se manifeste dans une collectivité, toute une série de conditions doivent être simultanément réunies. Les différents acteurs de la transmission (l'agent pathogène et son réservoir, l'éventuel vecteur ou hôte intermédiaire, l'hôte réceptif doivent être présent. S'il y a une géographie des maladies, c'est parce que ces diverses conditions sont différemment réunies d'un lieu à un autre (et aussi dans le temps pour un même lieu), à l'échelle continentale, régionale ou locale, selon le dialogue entre l'ensemble des faits et processus mis en jeu dans la transmission de chaque maladie et les propriétés, soit du lieu, soit des collectivités qui y sont fixées, impliquées dans cette transmission.

1. Définitions

Une maladie transmissible (ou infectieuse) est une maladie provoquée par la transmission d'un germe pathogène à un hôte sensible. Les agents infectieux peuvent être transmis à l'homme :

- directement à partir d'autres personnes ou animaux infectés, ou
- indirectement par l'intermédiaire de vecteurs, de particules en suspension dans l'air ou d'autres supports

2. Les germes pathogènes

2.1. virus

De très petite dimension, ils n'ont été identifiés qu'après 1956 et la mise au point du microscope électronique. Ils s'introduisent à l'intérieur des cellules et, pour se reproduire, utilisent leurs mécanismes biologiques. En se multipliant, ils détruisent la cellule-hôte, puis en colonisent d'autres.

Chaque virus a un tropisme sélectif, une affinité pour certains tissus : respiratoire (rougeole), hépatique (fièvre jaune), neurotrope (poliomyélite)....

On n'a pas encore découvert une thérapeutique antivirale : les virus sont insensibles aux antibiotiques. Seuls peuvent être apportés des traitements de soutien, qui renforcent la résistance de l'organisme. Toutefois, chaque virus suscite la formation d'anticorps spécifiques, ce qui permet une prévention de la maladie grâce à la vaccination.

2.2. Bactérie

Les bactéries sont des êtres unicellulaires pouvant croître et se reproduire par leurs propres moyens. Elles sont très nombreuses. Certaines n'ont aucun effet pathogène. D'autres interviennent de façon bénéfique dans le métabolisme de l'homme chez qui elles vivent en symbiose (ainsi, la flore bactérienne intestinale). Quelques-unes sont pathogènes : elles suscitent des troubles morbides qui tiennent, soit à la multiplication des bactéries, soit à la sécrétion de toxines.

Chaque bactérie est entourée d'une paroi rigide, qui lui donne une forme. Celle-ci est à la base du classement des bactéries (seules les plus importantes sont citées ci-dessous) :

- forme arrondie : coque
- forme allongée : bacille
- forme en virgule : vibrion
- forme en spirale : spirochète

2.3. Parasite

Il s'agit d'un animal ou végétal qui vit aux dépens d'un autre organisme vivant. De taille très variable (de quelques micromillimètres, le plasmode, à plus d'un mètre, le ténia), il exerce une action spoliatrice (détournement de substances alimentaires, de sang) ou traumatique (ulcération), mécanique (obstruction), toxique, irritative.

Tous les parasites évoluent selon un cycle qui aboutit à la production d'œufs ou de larves, soit éliminés en milieu extérieur, soit extraits par un vecteur. L'essentiel de leur activité consiste à se nourrir et à se reproduire ; leur fécondité est toujours considérable.

Certains parasites vivent chez un seul hôte, auquel ils sont spécifiquement adaptés ; mais ils connaissent une brève phase libre en milieu extérieur, essentielle pour la transmission. D'autres doivent séjourner chez deux ou plusieurs hôtes successifs où se réalisent des séquences complémentaires de leur développement biologique.

3. Pouvoirs pathogène et épidémiogène

Deux propriétés des germes retiennent l'attention : elles conditionnent les expressions épidémiologiques (mode, profil, faciès) de la maladie au sein des collectivités.

Le pouvoir pathogène désigne l'aptitude du germe à provoquer des effets pathologiques. Il est éminemment variable selon principalement quatre facteurs :

- des facteurs propres au germe, à sa plasticité antigénique : des populations géographiquement distinctes connaissent une évolution spécifique, par mutation ou adaptation, et donnent naissance à des souches différentes ; celles-ci peuvent avoir un pouvoir pathogène singulier, provoquer des signes cliniques plus ou moins graves ;
- des facteurs propres à l'hôte infecté (intermédiaire ou définitif) : la réceptivité individuelle varie selon les spécificités génétiques, le degré d'adaptation au germe, l'état nutritionnel ;
- des facteurs associés aux groupes humains (réceptivité collective) : un facteur de sélection actif au sein d'une collectivité peut avec le temps privilégier les individus les plus résistants ;
- sous l'effet d'associations microbiennes des germes peu pathogènes peuvent, en conjuguant leur action, provoquer des effets cliniques graves.

Une seconde propriété des germes est leur pouvoir épidémiogène, leur aptitude à se répandre au sein des collectivités. Il varie également selon les souches, le « terrain » épidémiologique individuel et collectif. Surtout, il est étroitement tributaire, nous le verrons, de l'ensemble des facteurs écologiques qui interviennent sur le fonctionnement de la chaîne de transmission, et notamment des comportements par lesquels les hommes s'exposent à une contamination.

4. Le réservoir du germe

L'apparition d'une maladie pose le problème de l'origine du germe pathogène : quel est son réservoir, « ce qui dans la nature accueille, conserve, multiplie et disperse les agents pathogènes ». Selon les maladies, ce réservoir peut être l'homme lui-même, un animal, ou le milieu extérieur (eau, sol).

4.1. L'homme réservoir

L'homme peut être réservoir sous différents états : incubant, malade, ou convalescent. Il peut aussi être porteur sain : il héberge le germe mais il ne présente aucun signe clinique. Les individus malades ne présentent qu'une partie de l'ensemble des sujets infectés, aptes à transmettre le germe.

Cette proportion est différente selon les maladies, compte tenu de la virulence du germe. Les formes cliniques typiques du choléra ou de la poliomyélite n'affectent qu'une petite partie des individus infectés ; inversement, celles de la rougeole, de la variole n'en épargnent qu'une faible fraction.

Pour une part, l'efficacité de l'homme en tant que réservoir dépend de la durée de survie du germe dans l'organisme : elle peut être brève (fièvre jaune, choléra), prolongée (bilharziose, onchocercose).

4.2. L'animal réservoir

Pour certaines maladies (fièvre jaune, peste), le germe circule en permanence au sein d'espèces animales, à l'intérieur de foyers naturels ; l'homme peut être contaminé de façon occasionnelle lorsqu'il réside à proximité de ces foyers ou s'en approche.

Les animaux domestiques, ou qui vivent dans le voisinage de l'homme (rats) sont particulièrement dangereux : ils ont avec ce dernier des rapports étroits, et ils jouent souvent un rôle de relais entre la faune sauvage et la collectivité humaine.

4.3. Le milieu extérieur

Certains germes sont expulsés par l'homme (ou l'animal) réservoir dans l'air, l'eau, sur le sol. Ces germes sont exposés à l'action de facteurs météoriques et cosmiques (température, humidité, rayonnement solaire ...) qui peuvent les détruire ; ils sont affrontés à la concurrence microbienne (dans l'eau en particulier), à des prédateurs.

Très fragiles, certains germes ne survivent que peu de temps en milieu extérieur (le virus de la rougeole, le méningocoque) : ils doivent trouver un nouvel hôte humain dans des délais très brefs sous peine de disparaître.

Dans l'ensemble toutefois, le milieu extérieur ne permet qu'une survie temporaire des germes : sa fonction de réservoir est limitée dans le temps. De même, il est peu impliqué dans leur dissémination à distance : le vent peut véhiculer des germes expulsés dans l'air ; l'eau peut transporter des germes, mais aussi elle les disperse.

5. Les mécanismes de la transmission

Ils assurent le passage du germe de son réservoir à l'hôte réceptif. Ils mettent en jeu à la fois les voies de sortie du réservoir et les voies d'entrée chez l'hôte. Deux groupes de maladies s'individualisent : elles sont « ouvertes » lorsque le germe est éliminé par le réservoir (homme, animal) en milieu extérieur ; elles sont « fermées » lorsque le germe est transmis directement du réservoir à l'hôte par un vecteur. Ce trait distinctif introduit des singularités dans le dialogue entretenu par les maladies avec l'environnement.

5.1. La bio-écologie vectorielle

La reproduction du vecteur et sa survie à l'état adulte dépendent de nombreux facteurs inscrits dans l'environnement naturel. Le climat joue un rôle essentiel, sous divers aspects. La température agit sur la durée de vie du vecteur à l'état larvaire et adulte, et sur l'évolution saisonnière de sa population. Excessive ou (plus souvent) insuffisante, l'humidité atmosphérique provoque une surmortalité dans certaines populations vectorielles adultes : la glossine, la simule supportent mal une atmosphère sèche. Les collections d'eau de surface (rivières, lacs, puits) fixent les gîtes larvaires de nombreux vecteurs. Le couvert végétal agit le plus souvent sur les vecteurs adultes.

5.2. Les rapports entre le vecteur et le germe

Ingéré par le vecteur, le germe doit pouvoir s'y développer, parvenir à un état infectant, puis être éliminé. Soumis à des facteurs mécaniques, physico-chimiques, génétiques, un tel périple suppose une association fonctionnelle entre l'un et l'autre, fruit d'une lente adaptation réciproque.

Ces rapports entre le germe et le vecteur se modifient sous l'influence de facteurs extrinsèques, liés au milieu extérieur. La phase de développement du premier chez le second est plus ou moins rapide selon les conditions climatiques. Certaines valeurs thermiques peuvent allonger considérablement ou interrompre le développement du germe. Associées souvent à l'humidité atmosphérique, elles conditionnent l'espérance de vie infectante du vecteur, période au cours de laquelle ce dernier héberge le germe sous une forme infectante pour l'homme.

5.3. Les interrelations entre le vecteur et l'homme

Pour jouer un rôle épidémiologique, le vecteur doit prendre deux repas de sang successifs sur l'homme : pour absorber le germe chez un individu infecté, pour le transmettre à un nouvel hôte. L'abondance des populations vectorielles dépend pour une grande part des conditions climatiques et aussi de la quantité et de l'étendue des gîtes de reproduction. Selon le site de ces derniers, les vecteurs sont plus ou moins proches des hommes, et ils ont avec eux des rapports plus ou moins étroits, fréquents. Les gîtes peuvent être domestiques, localisés à l'intérieur même des habitations (tique, puce du rat) ou péri-domestiques, situés au voisinage de l'habitat : récipients d'eau (Aèdes), trous à banco (anophèles) ... ; certains sont « naturels », fixés souvent à l'écart des aires résidentielles (ainsi pour les glossines, les simules).

L'homme intervient en premier lieu sur la fréquence et l'étendue des lieux propices aux vecteurs. Un peuplement dense, une forte occupation du sol font disparaître les couverts forestiers favorables aux glossines, défavorables aux anophèles. Les parcelles irriguées peuvent être pour ces derniers d'excellents sites de reproduction. Les jarres, canaris, où les villageois stockent l'eau sont autant de gîtes propices aux laves.

L'homme intervient en second lieu sur ses chances de rencontrer des vecteurs vivant dans des biotopes naturels : un village, des terrains de culture proches d'une rivière ou d'une forêt-galerie exposent davantage les individus à une contamination par les simules ou par les glossines.

REFERENCE

Bertrand R. 1909. Logical and Philosophical Papers. Vol. 6. Ce texte fut publié dans *les Proceedings of the Aristotelian Society*, 13 (1912-13) et dans *Scientia (Bologna)*, 13 (1913). Cette dernière publication fut accompagnée d'une traduction française par G. Bourgin. Nous avons révisé cette traduction à partir du texte anglais dans *The Collected Papers of Bertrand Russell*,: 1909-13, John G. Slater (éd.), Londres et New York, Routledge, 1992, p. 193-210. © Taylor and Francis. With permission from Taylor and Francis and The Russell Peace Foundation.

Bonita R. Beaglehole R. Kjellström T. 2010. *Éléments d'épidémiologie*. 2e édition. I. *Epidémiologie*. 2. Manuels. I. Beaglehole, Robert. II. Kjellström. Tord. III. Organisation mondiale de la Santé. ISBN 978 92 4 254707 8 (Classification NLM : WA 105) © Organisation mondiale de la Santé.

Bouyer J, Cordier S, Levallois P. 2003. *Epidémiologie*. In : *Environnement et santé publique-Fondement et pratique*, pp89-118. Edisem / Tec & Doc, Action Vale / Paris.

Constitution of the World Health Organization. 1946. New York, World Health Organization

Doll R, Hill A. 1964. Mortality in relation to smoking : ten years' observations on British doctors. *BMJ* ; 1 : 1399-410.

Doll R, Peto R, Boreham J, Sutherland I. 2004. Mortality in relation to smoking : 50 years' observations on British doctors. *BMJ* ; 328 : 1519-28.

Gérard R. 1985. *Éléments d'une Éco-Épidémiologie des maladies transmissibles*.

Hill AB. 1965. The environment and disease : association or causation ? *Proc R Soc Med* ; 58 : 295-300.

International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. 1992. Tenth Revision. Vol. 1. Geneva, World Health Organization.

Johansen PV, Brody H, Rachman S, Rip M. *Cholera, Choleraform, and the Science of Medicine: a life of John Snow*. Oxford, Oxford University Press, 2003.

Savitz D.A. 1994. In defense of black dox epidemiology. *Epidemiology*. 5, p 550-552.

Shibuya K. 2006. Counting the dead is essential for health. *Bull World Health Organ*. 84 : 170-1.

Skrabanek P. 1994. The emptiness of the black box. *Epidemiology*. 5, p 553-555.

Smoking and health. 1964. report of the advisory committee to the Surgeon General of the Public Health Service (PHS Publication No. 1103). Washington, United States Public Health Service.

Soleman N, Chandramohan D, Shibuya K. 2006. Verbal autopsy : current practices and challenges. *Bull World Health Organ*. 84:239-45.

Vaughan & Vaughan. 1991. *Manuel, d'Epidémiologie Pour La Gestion, De La santé Au Niveau Du District*. Organisation mondiale de la Santé Genève. P 185.

