

DOSSIER
PÉDAGOGIQUE

VACCINATION LA PROTECTION COLLECTIVE

OCTOBRE 2017

Sommaire

La protection individuelle de la vaccination	page 4
La protection collective de la vaccination	page 4
Le seuil d'immunité de groupe	page 6
Qui bénéficie de l'immunité de groupe ?	page 7
Une forte immunité de groupe peut permettre d'éradiquer une maladie	page 7
Les limites de l'immunité de groupe	page 8
Diphtérie, l'immunité de groupe inattendue.....	page 9
Tétanos, l'exception à l'immunité de groupe	page 10
Coqueluche, la stratégie du cocooning	page 10
Poliomyélite, éliminée dans l'ensemble de la région européenne	page 10
Haemophilus influenzae b, les grands protègent les plus petits	page 11
Rougeole, une immunité de groupe insuffisante pour éviter les épidémies	page 11
Rubéole, l'immunité de groupe protège les femmes enceintes	page 12
Oreillons, une protection collective efficace	page 12
Hépatite B, une stratégie pour éliminer à terme la maladie	page 13
Pneumocoque, des effets collectifs contrastés	page 14
Méningocoque, l'échec de la stratégie basée sur l'immunité de groupe	page 15
Conclusion	page 16

La protection individuelle de la vaccination

Lorsqu'une personne est infectée par un agent pathogène (un virus ou une bactérie), son système immunitaire se défend en fabricant des anticorps, destinés à neutraliser et éliminer cet agent. La vaccination fonctionne de la même manière, tout en évitant les dangers liés à la maladie. Lorsque nous recevons un vaccin, un agent pathogène (ou un fragment de cet agent) rendu inoffensif est introduit dans notre corps. Il ne nous rend pas malade, mais notre système immunitaire fabrique cependant des anticorps pour le neutraliser et l'éliminer. Si nous rencontrons un jour le vrai virus ou la vraie bactérie, notre système immunitaire le reconnaîtra tout de suite et l'éliminera avant qu'il ne puisse nous rendre malade. C'est la base de la protection individuelle conférée par la vaccination.

Tous les vaccins n'ont pas la même efficacité. Néanmoins, pour tous les vaccins destinés à l'ensemble des nourrissons (à l'exception du vaccin contre la coqueluche dont l'efficacité se situe autour de 90%), l'efficacité conférée après la vaccination est d'au moins 95%. Cela signifie que moins de 5% des nourrissons vaccinés ne sont pas protégés. Les durées de protection sont différentes selon les vaccins, elles varient de seulement quelques années pour la coqueluche à plusieurs décennies, voire à vie, pour la rougeole, la rubéole ou l'infection par le virus de l'hépatite B. Cela induit des recommandations de rappel qui diffèrent selon les vaccins.

La protection collective de la vaccination

Au-delà de sa propre protection, la personne vaccinée va le plus souvent également contribuer à protéger d'autres personnes qu'elle-même. En effet, non seulement la vaccination évite le développement de la maladie mais elle prévient le plus souvent la multiplication de l'agent pathogène chez la personne vaccinée. Une personne vaccinée n'est donc plus susceptible de transmettre le virus ou la bactérie à son entourage, évitant ainsi à ses proches, et en particulier ceux qui ne sont pas vaccinés, d'être contaminés, de développer la maladie et de disséminer le virus ou la bactérie dans la population générale. La personne vaccinée agit, vis-à-vis du reste de la population, comme une barrière contre l'agent pathogène, en interrompant la chaîne de transmission. Plus la population est vaccinée, plus on réduit la circulation de la bactérie ou du virus concerné et plus on réduit le nombre de cas chez les vaccinés et les non vaccinés.

Prenons l'exemple d'une maladie pour laquelle :

- chaque personne atteinte contamine en moyenne 2 personnes
- le temps moyen (qui reflète essentiellement la durée d'incubation de la maladie), entre la survenue d'un cas et la survenue du cas suivant serait de 7 jours.

Dans une population non vaccinée, si une personne tombe malade, elle va être responsable de 2 cas la semaine suivante. Chacun de ces 2 nouveaux cas vont eux-mêmes contaminer 2 nouvelles personnes, soit au total 4 cas, etc.

⇒ Au bout de 4 semaines, il y aura eu $1+2+4+8+16$ cas soit 31 cas.

Dans le cas où la moitié de la population est vaccinée et protégée, parmi les 2 personnes exposées à la personne malade, seule une des deux sera infectée et capable de transmettre la maladie. Ce nouveau cas ne pourra également contaminer qu'une seule des deux personnes qu'il aurait contaminées si elles étaient toutes les 2 non protégées de la maladie. La même chose se produira pour les générations de cas suivantes.

⇒ Au bout de 4 semaines, seules 1+1+1+1+1 soit 5 personnes seront tombées malades.

La diminution de 31 à 5 cas correspond à une réduction du nombre de cas de 84%. Cet exemple illustre le fait qu'une couverture vaccinale de 50% de la population permet de réduire le nombre de cas d'une proportion supérieure à 50%. Les personnes vaccinées ne contractent pas la maladie et ils ne contaminent plus leur entourage. Ainsi, on constate que les personnes vaccinées mais également la majorité de celles non vaccinées ont été protégées. Ce phénomène d'effet collectif de la vaccination est appelé **immunité de groupe**.

Les mécanismes de la vaccination au niveau collectif

1. Aucun enfant vacciné

Une classe d'école



Un élève a la rougeole.



Le résultat : une épidémie de rougeole



2. Quelques enfants vaccinés

Si quelques enfants sont vaccinés.



Que va-t-il se passer ?



Les enfants vaccinés sont protégés.



3. Suffisamment d'enfants vaccinés

Si suffisamment d'enfants sont vaccinés.



Que va-t-il se passer ?



Il n'y a pas d'épidémie.



Conclusion... En se vaccinant, on protège aussi les autres.

Le seuil d'immunité de groupe

L'exemple précédent montre que pour une maladie où chaque personne malade contamine en moyenne 2 personnes, le nombre de malades reste constant dans le temps, lorsque 50% de la population est protégée par la vaccination (chaque malade générant en moyenne un seul nouveau cas). Ce niveau d'immunité dans la population où le nombre de cas reste constant est appelé seuil d'immunité de groupe. Il correspond au fait que si le niveau d'immunité est inférieur à cette valeur, chaque malade contaminera en moyenne plus d'une personne. Le nombre de cas augmentant à chaque génération de cas, la maladie devient épidémique. Au contraire, si le niveau d'immunité est supérieur à cette valeur, chaque malade contaminera en moyenne moins d'une personne. Le nombre de cas diminuant à chaque génération de cas, la maladie finira par être éliminée. La valeur de ce seuil d'immunité de groupe peut être facilement calculée pour chaque maladie à partir de la connaissance du nombre moyen de personnes que contamine un sujet malade dans une population réceptive (voir tableau). Ce paramètre, appelé taux de reproduction (noté R_0), reflète la contagiosité de la maladie. La connaissance de ce paramètre et donc du seuil d'immunité de groupe permet d'estimer le niveau minimum de couverture vaccinale qu'il convient d'atteindre dans la population pour éliminer une maladie. Ce niveau minimum de couverture sera le plus souvent un peu supérieur au seuil d'immunité de groupe pour prendre en compte le fait que l'efficacité du vaccin n'est pas de 100%.



Formule du seuil d'immunité de groupe

$$I = 1 - 1 / R_0$$

R_0 étant le taux de reproduction, représentant le nombre moyen de personnes que contamine un sujet malade dans une population réceptive¹.

Taux de reproduction (R_0) et seuil d'immunité de groupe pour différentes maladies évitables par la vaccination

Maladie	R_0	Seuil immunité de groupe
Diphthérie	5	80 %
Polio	6	83 %
Rubéole	6	83 %
Oreillons	8	87 %
Coqueluche	15	93 %
Rougeole	16	94 %

¹ On retrouve avec cette formule le résultat présenté plus haut : pour une valeur de R de 2, le seuil d'immunité de groupe est de 50% de la population immunisée.

Qui bénéficie de l'immunité de groupe ?

- Les enfants trop jeunes pour être vaccinés : il s'agit par exemple des nourrissons de quelques semaines ou mois de vie, avant qu'ils ne soient eux-mêmes protégés par leur propre vaccination.
- Les personnes qui présentent une contre-indication. Il peut s'agir des enfants ayant une exceptionnelle contre-indication à la vaccination, liée par exemple à une maladie qui affecte leur système immunitaire ou à une réaction secondaire importante à une première injection de vaccin.
- Les personnes qui malgré la vaccination ne sont pas protégées. Il peut s'agir de personnes dont le système immunitaire n'a pas répondu à la vaccination ou qui ont perdu au fil du temps la protection vaccinale.
- Les enfants ou adultes, qui bien que ciblés par les recommandations vaccinales, n'ont pas été vaccinés, par exemple par choix de leurs parents. Il importe de noter que ces sujets bénéficient de la protection collective conférée par la vaccination des autres enfants sans avoir contribué à bâtir cette protection collective et sans en avoir partagé les contraintes.

Une forte immunité de groupe peut permettre d'éradiquer une maladie

Si la couverture vaccinale est élevée, cette diminution de l'incidence de la maladie affectant l'ensemble de la population, vaccinée et non vaccinée, peut permettre d'éradiquer une maladie, c'est-à-dire de faire totalement disparaître le virus ou la bactérie responsable. Cela a été le cas pour la variole et a permis d'interrompre la vaccination qui était à l'origine d'effets secondaires graves. Ce succès a été obtenu sans avoir besoin d'obtenir 100 % de couverture vaccinale dans tous les pays du monde, ce qui aurait été impossible. La couverture vaccinale élevée obtenue grâce aux services de vaccination de routine, aux campagnes de vaccination et aux vaccinations ciblées autour des cas résiduels couplées à une stratégie stricte d'isolement des cas, a permis partout dans le monde d'interrompre les dernières chaînes de transmission. Dans tous les pays, le nombre de personnes réceptives était suffisamment faible pour que les derniers cas guérissent sans avoir été en contact avec une de ces personnes réceptives et donc sans que le virus ne puisse contaminer de nouvelles personnes pour maintenir une chaîne de transmission.

Les limites de l'immunité de groupe

Ce succès ne doit pas faire oublier que l'effet barrière induit par l'immunité de groupe peut être limité dans le temps et dans l'espace. Dans le temps car, sauf si la couverture vaccinale est suffisamment élevée pour faire disparaître l'agent infectieux, il reste des malades dans la population et les personnes non protégées pourront finir un jour ou l'autre par rencontrer un de ces malades et être contaminées. Elles feront la maladie à un âge plus tardif que lorsque l'agent pathogène circulait librement. Pour les maladies dont la sévérité augmente avec l'âge, ceci entraîne donc un risque accru de complications. Ce risque disparaît si la couverture vaccinale est suffisamment élevée pour interrompre totalement la circulation de l'agent. Cet effet négatif est donc la conséquence d'une mise en œuvre insuffisante de la stratégie de vaccination.

L'immunité de groupe peut-être limitée également dans l'espace, car dès que les sujets réceptifs quittent l'environnement vacciné qui les protège indirectement, ils perdent cette protection.

Ces limites illustrent le caractère impropre de la dénomination d'immunité de groupe par laquelle est désigné cet effet collectif de la vaccination. En effet il ne s'agit pas d'une protection conférée par le système immunitaire des sujets non vaccinés mais d'un moindre risque de rencontrer l'agent pathogène, du fait de vivre dans un environnement comportant une proportion élevée de sujets vaccinés qui ne peuvent pas transmettre la maladie.

Dans la suite de ce dossier, nous détaillons comment ces notions s'appliquent aux vaccinations du calendrier vaccinal du nourrisson français.

Diphtérie, l'immunité de groupe inattendue

Il n'était pas attendu que le vaccin contre la diphtérie induise une immunité de groupe. En effet ce vaccin n'est pas dirigé contre la bactérie elle-même puisqu'il est constitué de toxines rendues inoffensives induisant la production anticorps dirigés contre la toxine produite par la bactérie. Il était supposé protéger les personnes infectées des dangers de la toxine sans avoir d'effet sur la transmission de la bactérie. Pour des raisons qui restent aujourd'hui mal comprises, ce vaccin a, partout dans le monde, induit une immunité de groupe en s'opposant à la circulation de la bactérie. Aujourd'hui, il est exceptionnel d'identifier cette bactérie dans la gorge des personnes non vaccinées ou ayant perdu leur protection vaccinale, dès lors qu'elles vivent dans un environnement où la couverture vaccinale des nourrissons est très élevée. A contrario, l'effondrement de la couverture vaccinale des enfants contre la diphtérie au début des années 1990 dans les pays de l'ex URSS a conduit à des épidémies de diphtérie de grande ampleur affectant principalement les adultes.

Cependant, même dans des pays où la couverture vaccinale est très élevée, cette protection collective n'est pas totale et les enfants non vaccinés restent soumis à un faible risque de rencontrer la bactérie, à travers une exposition à une personne malade ou porteuse de la bactérie. Cette dernière peut être quelqu'un qui vient ou revient d'un pays où la maladie continue de circuler ou qui s'est contaminé dans une petite chaîne de transmission que ce voyageur a induit. C'est très vraisemblablement ce qui s'est produit récemment en Espagne et en Belgique, pays où la couverture vaccinale des enfants est supérieure à 95%. Deux enfants, non vaccinés contre la diphtérie, ont succombé à la maladie : un garçon de 6 ans en Espagne en 2015 et une fille de 3 ans en Belgique en 2016. De plus, la protection induite par l'immunité de groupe cesse dès lors que le sujet vacciné quitte cet environnement protecteur. Ceci est illustré par l'exemple d'un enfant français que ses parents n'avaient fait vacciner contre la diphtérie et qui est décédé de cette maladie lors d'un séjour au Népal. Aujourd'hui la diphtérie est toujours présente dans de nombreuses régions du monde.

Tétanos, l'exception à l'immunité de groupe

Parmi les vaccins aujourd'hui inclus dans le calendrier vaccinal pour tous les nourrissons, seule la vaccination contre le tétanos n'est pas concernée par cette dimension collective. En effet, le tétanos s'attrape à partir de la terre souillée par des spores tétaniques et ne se transmet pas entre personnes. Ainsi, un enfant non vacciné par le tétanos n'est aucunement protégé du fait que le reste de la population est vacciné. En France, malgré une couverture vaccinale des nourrissons de 99%, on a recensé, entre 2012 et 2016, 3 cas de tétanos chez des enfants très vraisemblablement non vaccinés, âgés entre 3 et 8 ans.

Coqueluche, la stratégie du cocooning

La vaccination, tout comme la maladie, ne protège que durant au mieux une dizaine d'années. Cela explique que malgré une couverture vaccinale très élevée chez le nourrisson depuis de nombreuses années, la bactérie responsable de la coqueluche continue de circuler dans la population. Or, la vaccination contre la coqueluche débute à 2 mois de vie et un niveau de protection élevé n'est acquis qu'après la seconde dose, administrée à l'âge de 4 mois. Durant les premiers mois de vie, le très jeune nourrisson n'est donc pas protégé de la coqueluche. Or c'est justement dans cette tranche d'âge que surviennent les formes graves et les décès dus à la maladie. Pour limiter ce risque, la France a été un des premiers pays à mettre en place une stratégie de protection de ces nourrissons trop jeunes pour être vaccinés, reposant sur les effets collectifs de la vaccination. Cette stratégie appelée cocooning consiste à recommander la vaccination de toutes les personnes appelées à être en contact étroit et répété avec le nourrisson. Il s'agit essentiellement des membres de la famille vivant sous le même toit que lui. En effet les données françaises de surveillance de la coqueluche ont montré que plus des deux tiers des contamineurs des nourrissons atteints de coqueluche étaient soit les parents soit la fratrie. Une étude récente a montré que cette stratégie de cocooning permettait de réduire d'environ 50 % le risque de coqueluche durant les premiers mois de vie.

Poliomyélite, éliminée dans l'ensemble de la région européenne

Le vaccin contre la poliomyélite utilisé en France est un vaccin tué injectable qui n'empêche que partiellement la multiplication du virus dans l'intestin de la personne infectée. A ce titre, il n'a qu'une efficacité limitée dans la prévention de la transmission du virus par voie féco-orale (en particulier à travers des mains souillées avec du virus), qui représente le principal mode de transmission dans les pays en développement. Ceci explique que dans ces pays, le vaccin vivant atténué administré par voie orale est majoritairement utilisé. Les conditions d'hygiène étant bonnes dans les pays industrialisés comme la France, une grande partie de la transmission du virus, lorsqu'il circulait encore, se faisait par voie respiratoire et non digestive. Le vaccin tué est par contre efficace pour prévenir la multiplication du virus dans la gorge. Ainsi l'immunité de groupe conférée par le vaccin dans les pays industrialisés a contribué à l'élimination de la poliomyélite dans l'ensemble de la région européenne de l'Organisation mondiale de la Santé depuis 2002.

Haemophilus influenzae b, les plus grands protègent les plus petits

La mise en œuvre de la vaccination contre *Haemophilus influenzae b* a fait quasiment disparaître en quelques années les redoutables méningites et épiglottites du nourrisson occasionnées par cette bactérie. La vaccination est recommandée à partir de 2 mois et la protection complète nécessite 3 doses. Or les données de surveillance ont montré la quasi disparition de ces maladies y compris chez les nourrissons dans les tous premiers mois de vie, alors qu'ils sont encore trop jeunes pour être protégés par la vaccination. Cette protection indirecte est le reflet de l'éradication de la bactérie dans la gorge des enfants plus âgés vaccinés avec qui ces très jeunes nourrissons sont en contact, par exemple en crèche, et qui étaient, avant la vaccination, la principale source de contamination des très jeunes nourrissons.

Rougeole, une immunité de groupe insuffisante pour éviter les épidémies

La rougeole est une maladie très contagieuse, le nombre de personnes contaminées par un malade est estimé à 16, conduisant à une valeur du seuil d'immunité de groupe de 94%. Si l'on prend en compte le fait que l'efficacité du vaccin contre la rougeole n'est pas de 100%, cela conduit à considérer qu'au moins 95% de la population doit être vaccinée pour éliminer la rougeole. Or, aujourd'hui, le niveau actuel de couverture vaccinale contre la rougeole est de 90% à l'âge de deux ans. La couverture vaccinale trop faible associée à un rattrapage vaccinal insuffisant des grands enfants, adolescents et jeunes adultes n'ayant pas été vaccinés dans l'enfance est à l'origine de résurgences épidémiques de la maladie de grande ampleur comme cela fut le cas entre 2008 et 2012. Durant ces 5 années, on estime que plus de 40.000 cas sont survenus en France. Parmi les 23.000 cas pour lesquels une fiche de notification a été remplie par le clinicien ou le biologiste ayant fait le diagnostic de rougeole, 52% étaient âgés de 15 ans et plus car ils avaient grandi dans un environnement où le virus circulait trop peu pour qu'ils aient eu la possibilité de rencontrer un cas. Par contraste, avant la vaccination, moins de 15% des cas étaient âgés de plus de 10 ans. Ce déplacement de l'âge des cas, lié à une couverture vaccinale insuffisante pour éliminer la maladie, est préjudiciable. En effet pour la rougeole, le taux de complications en particulier neurologique est plus élevé chez l'adulte que chez l'enfant de plus d'un an.

Atteindre une couverture vaccinale d'au moins 95% permettrait, en éliminant la rougeole, d'éviter les cas qui surviennent chez des enfants ou des adultes qui ne peuvent être vaccinés et qui constituent les populations les plus à risque de forme grave de la maladie. Il s'agit en particulier des nourrissons de moins de 1 an, car on ne vaccine en France contre la rougeole qu'à partir de l'âge de 12 mois, le vaccin étant peu efficace durant la première année de vie, et des sujets qui ont un trouble de l'immunité, chez qui le vaccin est contre-indiqué. Lors de l'épidémie de 2008-2012, 1 670 cas, soit 7% des cas, sont survenus chez des nourrissons de moins de 1 an et parmi les 10 décès qui ont été rapportés aux Agences régionales de santé, 7 sont survenus chez des sujets immunodéprimés. Tous ces cas et ces décès auraient été évités grâce à l'immunité de groupe, si une couverture vaccinale plus élevée avait été atteinte et avait permis d'interrompre la circulation du virus.

Rubéole, l'immunité de groupe protège les femmes enceintes

En France, comme dans les autres pays industrialisés, la vaccination contre la rubéole a été dans un premier temps recommandée pour les jeunes filles et les femmes en âge de procréer. En effet, la rubéole est une maladie tout à fait bénigne chez l'enfant, sa gravité étant uniquement liée au risque de malformations du fœtus en cas de contamination d'une femme durant sa grossesse. Cette stratégie, basée sur la protection directe des seules personnes à risque, a eu un impact limité sur l'incidence de la rubéole malformative congénitale. En effet, les femmes non vaccinées continuaient à être contaminées par les hommes, chez qui le virus circulait de manière intense. Cette stratégie a été remplacée en France en 1983 par une stratégie de vaccination de l'ensemble des enfants des deux sexes, afin d'éliminer la circulation du virus. Dans cette stratégie, la vaccination des garçons vise essentiellement à induire une immunité de groupe et à protéger ainsi les femmes enceintes. La décision de vacciner une population ne tirant pratiquement pas de bénéfice direct de la vaccination a été prise dans l'ensemble des pays industrialisés, sur la base de 2 éléments : d'une part la combinaison, au sein d'un même vaccin, de la vaccination rubéole avec la vaccination rougeole, recommandée pour l'ensemble des enfants des 2 sexes, et d'autre part l'excellent profil de sécurité de la vaccination contre la rubéole. Ainsi, vacciner les garçons contre la rubéole est un geste altruiste, d'autant plus acceptable qu'il ne comporte pas de risque et n'induit pas de contraintes pour eux.

Oreillons, une protection collective efficace

La vaccination contre les oreillons a bénéficié de sa combinaison en 1986 avec le vaccin rougeole-rubéole. Grâce à la couverture vaccinale atteinte par la vaccination rougeole-oreillons-rubéole, la maladie a pratiquement disparu en France. En effet, les oreillons sont moins contagieux que la rougeole. Le niveau de couverture vaccinale de 90% pour la première dose du vaccin rougeole-oreillons-rubéole est inférieur au seuil d'immunité de groupe pour la rougeole mais est supérieur à celui des oreillons. Le nombre de cas secondaires induit en moyenne par un cas d'oreillons est estimé autour de 8, correspondant à un seuil d'immunité de groupe d'environ 87%. La quasi interruption de la circulation du virus des oreillons est également un moyen de protéger indirectement les jeunes adultes ayant perdu la protection vaccinale qu'ils ont acquise par leur vaccination en tant que nourrisson. En effet, la durée de protection de la vaccination contre les oreillons est plus courte que celle de la vaccination contre la rougeole et de la rubéole.

Hépatite B, une stratégie pour éliminer à terme la maladie

L'hépatite B est une maladie liée à un virus qui se transmet essentiellement par le sang et les contacts sexuels. C'est pourquoi, elle touchait, avant la vaccination, des populations particulières, à risque de par leur profession (professionnels de santé), leur état de santé (personnes en dialyse ou recevant des transfusions) ou leur comportement (toxicomanes par voie intraveineuse, personnes ayant des partenaires sexuels multiples, et en particulier les homosexuels masculins).

En France, comme dans les autres pays industrialisés, la vaccination contre l'hépatite B a dans un premier temps, dès sa découverte au début des années 1980, été recommandée uniquement dans les groupes de population à risque élevé de contamination. Cette stratégie s'est rapidement révélée être un échec car elle n'a pas permis de diminuer l'incidence de l'hépatite B, en particulier de par le niveau insuffisant de couverture vaccinale atteint et la rapidité de la contamination des sujets dès lors qu'ils deviennent à risque. Ce constat a conduit l'Organisation mondiale de la Santé en 1991 à recommander l'intégration de la vaccination contre l'hépatite B dans le calendrier vaccinal du nourrisson ou de l'adolescent dans tous les pays. Cette stratégie visait à atteindre un niveau suffisant de couverture vaccinale pour induire, y compris dans les futures populations à risque élevé, une combinaison de protection individuelle et d'immunité de groupe permettant d'envisager à terme l'élimination du virus. Plusieurs considérations ont présidé au choix d'introduire en France la vaccination contre l'hépatite B dans le calendrier de vaccination du nourrisson plutôt que dans celui des adolescents : le vaccin est très efficace chez le nourrisson et la durée de protection conférée est suffisante pour protéger un sujet vacciné très tôt dans l'enfance, lors d'une éventuelle exposition au risque à l'âge adulte, le vaccin est très bien toléré et aucun signal concernant des éventuels effets secondaires graves n'a jamais émergé dans cette tranche d'âge. Enfin, l'association de ce vaccin au sein des combinaisons vaccinales hexavalentes permet de protéger les nourrissons sans nécessiter d'injections additionnelles, alors qu'au moins 2 doses sont nécessaires pour vacciner à l'adolescence.

Pneumocoque, des effets collectifs contrastés

Les vaccins contre les pneumocoques disponibles en Europe présentent la particularité de ne contenir que 10 ou 13 types (qu'on appelle sérotypes) de pneumocoque alors qu'il en existe plus de 90. Même s'il s'agit des sérotypes les plus virulents, cette situation a induit des effets collectifs négatifs. En effet, la diminution très importante chez l'enfant de l'incidence des infections sévères à pneumocoque liées aux sérotypes inclus dans le vaccin a été partiellement compensée par une augmentation de l'incidence de ceux qui ne sont pas inclus dans le vaccin. Ceci est la conséquence de l'éradication du portage des pneumocoques vaccinaux dans le rhinopharynx des enfants vaccinés et leur remplacement par des sérotypes non inclus dans le vaccin. En France, ce phénomène a surtout été observé entre 2003 et 2009 lors de l'utilisation du vaccin anti-pneumococcique ne comportant que sept sérotypes de pneumocoque. Alors que la couverture vaccinale des nourrissons a rapidement dépassé 80%, l'incidence globale des méningites à pneumocoque du nourrisson n'a diminué que de 36% entre 1998-2002 et 2008-2009. Le remplacement du vaccin à 7 sérotypes par le vaccin à 13 sérotypes en 2010 dès sa disponibilité, vaccin qui inclut en particulier les 2 sérotypes les plus impliqués dans ce phénomène de remplacement, a permis de lutter efficacement contre ce phénomène : en 2015, l'incidence des méningites à pneumocoque du nourrisson avait diminué de 56% par rapport à 1998-2002.

La vaccination contre le pneumocoque avec le vaccin conjugué illustre également les effets collectifs très favorables qu'une vaccination peut avoir bien au-delà de la tranche d'âge des sujets vaccinés. Alors que le vaccin n'est pas utilisé chez l'adulte², l'incidence des infections invasives à pneumocoque (infections où le pneumocoque envahit le sang ou le liquide céphalo-rachidien) a en effet diminué entre 2008-9 et 2015 de 39% chez les personnes âgées. Ceci est le résultat de la diminution très importante du portage des sérotypes vaccinaux chez les enfants vaccinés, la gorge des enfants constituant la principale source de contamination des adultes par les pneumocoques.

² A de très rares exceptions près, le vaccin comportant 13 sérotypes étant recommandé depuis 2013 pour les sujets immunodéprimés.

Méningocoque, l'échec de la stratégie basée sur l'immunité de groupe

La vaccination contre le méningocoque C a été introduite en 2010 dans le calendrier vaccinal français, sous la forme d'une injection unique chez les enfants d'un an avec un rattrapage jusqu'à 24 ans. Ce large rattrapage avait un double objectif. D'une part protéger les enfants et les jeunes adultes d'une pathologie aigue rare mais très sévère. Le second objectif était d'induire une immunité de groupe suffisante pour protéger les nourrissons de moins d'un an sans avoir à ajouter au calendrier de vaccination les 3 doses nécessaires à la vaccination précoce. Le suivi de la couverture vaccinale et la surveillance épidémiologique ont montré l'échec de cette stratégie. La couverture à l'âge de 2 ans était, fin 2016, de 70% et elle diminue très rapidement avec l'âge : elle est de 32% chez les 10-14 ans et 7% chez les 20-24 ans. L'incidence des infections à méningocoque C a augmenté entre 2010 et 2014, en particulier chez les nourrissons, très vraisemblablement à cause d'un nouveau cycle épidémique que l'insuffisance de la vaccination n'a pas réussi à contrôler. Si la couverture vaccinale avait été suffisamment élevée pour induire une immunité de groupe, une très grande partie des 467 cas dont 66 décès survenus depuis 2011 chez des personnes de moins de 1 an ou de plus de 24 ans aurait été évitée, au-delà de la trentaine de décès survenus chez des sujets non vaccinés âgés entre 1 à 24 ans. En effet, l'expérience néerlandaise a montré la quasi disparition des infections à méningocoque C grâce à une couverture vaccinale très élevée chez les enfants de 1 à 18 ans

Conclusion

La très grande majorité des vaccinations du nourrisson comporte une double justification, individuelle par la protection conférée au sujet vacciné, collective, par la réduction de la circulation de l'agent pathogène et donc la diminution du risque de contamination pour les personnes non vaccinées ou non vaccinables. La combinaison de ces deux effets, grâce à des niveaux de couverture vaccinale élevés, a permis d'éliminer totalement la diphtérie et la poliomyélite et presque totalement les infections à *Haemophilus influenzae b* de l'enfant, la rubéole ou les oreillons.

Certaines stratégies vaccinales ont essentiellement un objectif de protection collective, qu'il s'agisse de la vaccination de l'entourage proche des nouveau-nés contre la coqueluche ou de la vaccination des garçons contre la rubéole, illustrant la dimension altruiste de l'acte vaccinal, lorsqu'il est pratiqué non pas tant pour se protéger soi-même que pour protéger les personnes les plus vulnérables.

A contrario, les niveaux insuffisants de couverture vaccinale atteints pour la vaccination contre la rougeole au regard de sa très grande transmissibilité ainsi que pour la vaccination contre le méningocoque C n'ont pas permis d'induire une immunité de groupe suffisante pour éliminer ces maladies. Ceci se traduit par la survenue de cas et de décès, en particulier parmi les populations qui ne peuvent bénéficier de la protection directe de la vaccination et dont la seule protection repose sur l'immunité de groupe (nourrissons de moins de 1 an pour les 2 maladies, sujets immunodéprimés pour la rougeole...).

Enfin, si les infections graves à pneumocoque ne peuvent être éliminées avec les vaccins aujourd'hui disponibles, la vaccination des nourrissons a entraîné, grâce à l'immunité de groupe induite, une diminution importante de l'incidence de ces infections chez le sujet âgé, témoignant de l'important bénéfice que peuvent apporter les effets collectifs de la vaccination.