

Problème : Quels mécanismes immunitaires font intervenir la vaccination ?

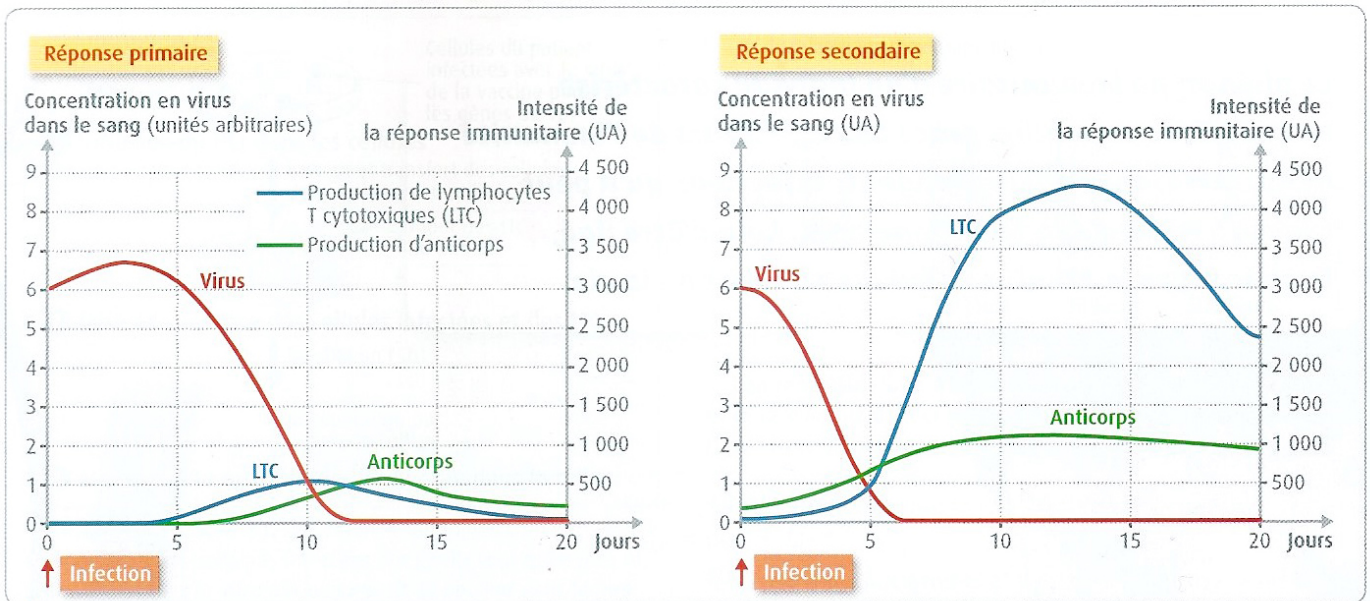
Consigne :

Analysez chaque document (observations et interprétations en utilisant vos connaissances).

Puis concluez pour répondre au problème en réalisant un schéma fonctionnel expliquant les étapes de la vaccination (conception du vaccin - réponse primaire - réponse secondaire lors de la rencontre fortuite avec le microorganisme visé).

Doc 1 : Comparaison de la réponse immunitaire primaire et secondaire

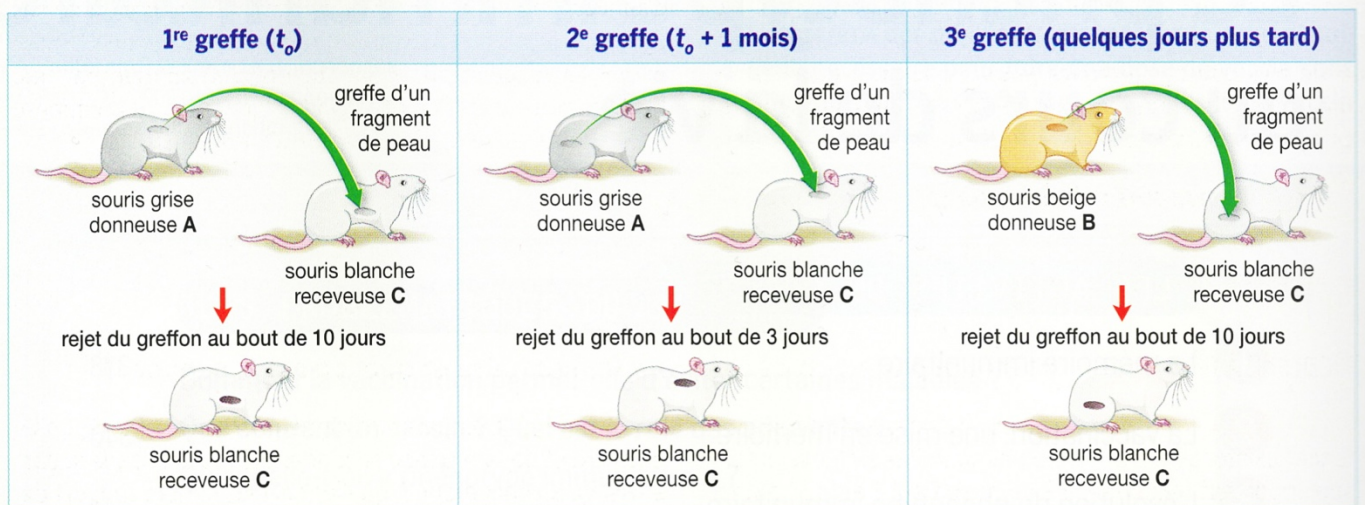
On compare la réponse immunitaire adaptative contre le virus de la grippe chez des souris infectées pour la première fois (réponse primaire) avec celles qui ont déjà été infectées par ce même virus (réponse secondaire).



Doc 2 : Expérience historique de vitesse de rejet de greffon chez une souris recevant successivement 3 greffes de peau (expérience mettant en évidence les réponses primaires et secondaires)

Le rejet d'un greffon est dû à l'action de cellules immunitaires qui reconnaissent les cellules de ce greffon comme différentes de celles de l'organisme receveur.

Les expériences de greffe ci-dessous ont été réalisées avec une seule souris blanche (receveuse) et deux souris donneuses (A et B) au pelage différent.



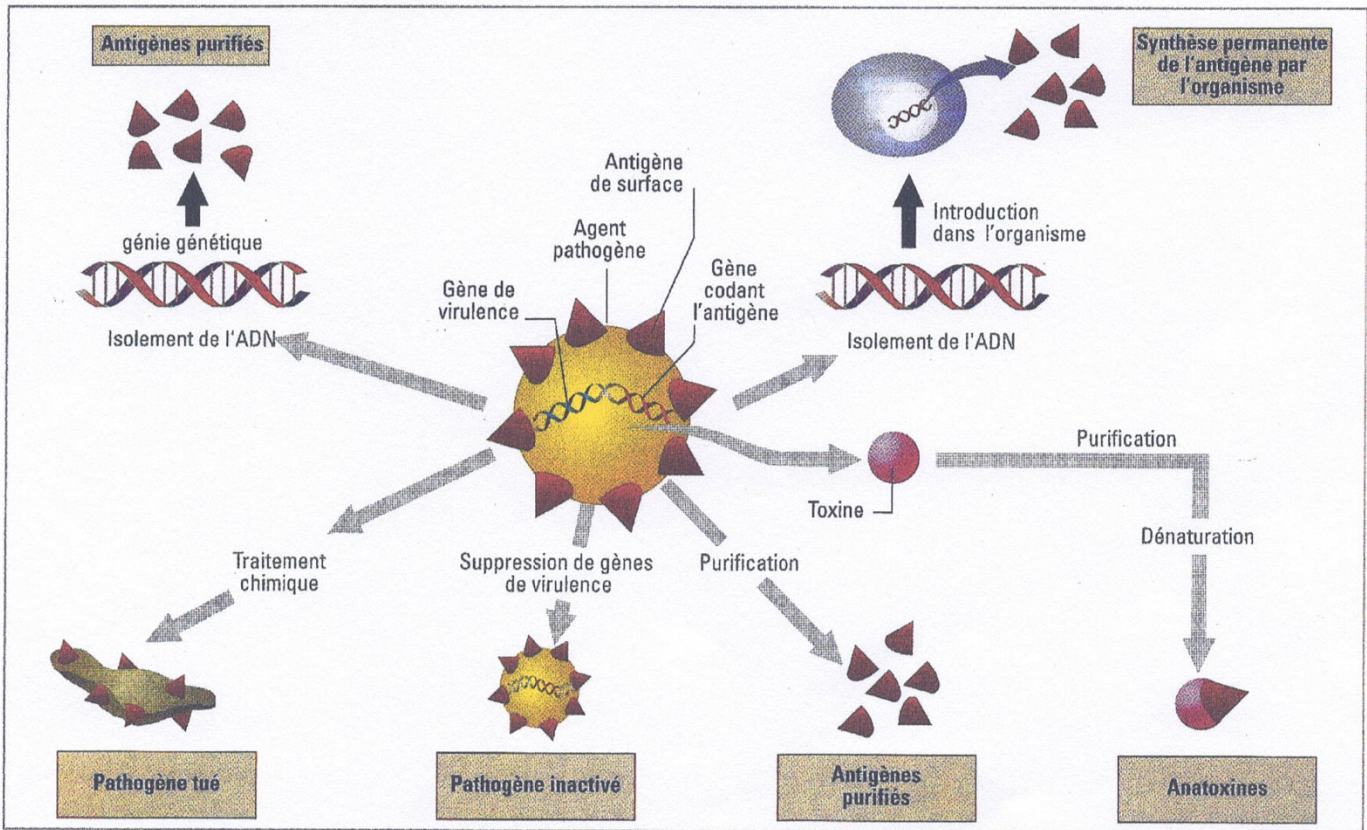
Doc 3 : Des vaccins variés selon le type de préparation antigénique utilisée

► La mise au point de vaccins consiste à produire, à partir d'agents pathogènes, des préparations antigéniques qui soient sans danger pour un individu mais qui stimulent le système immunitaire.

► Un large éventail de préparations antigéniques est actuellement utilisé comme vaccins. Pour la majorité des vaccins, les rappels à l'âge adulte s'effectuent tous les dix ans.

Types d'antigènes		Exemples de vaccins
Organismes vivants	atténués	Polio, Rougeole, Oreillons, Rubéole BCG
	Organismes intacts mais non vivants	Hépatite A
Fragments cellulaires	Bactéries	Coqueluche
	Molécules de capsules bactériennes	Pneumocoque, Méningocoque, H. influenza
Produits basés sur l'ADN recombinant	Antigènes de surface	Hépatite B
	Gènes clonés et exprimés	Hépatite B (dans levure)
	Gènes exprimés dans des vecteurs	Expérimental

a Principaux vaccins utilisés actuellement.



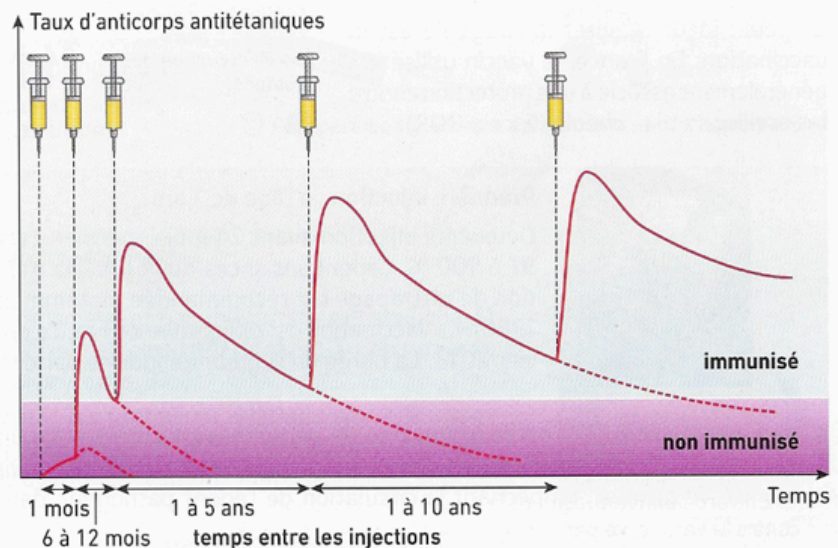
Les différents principes de fabrication d'un vaccin.

Doc 4 : Les rappels vaccinaux

La vaccination reproduit la réponse primaire et les réponses secondaires décrites

Dans le cas de la vaccination antitétanique (graphe ci-contre), il faut réaliser plusieurs injections pour obtenir une protection efficace. Des **rappels** sont également nécessaires au bout de quelques années, pour que les cellules mémoire soient en nombre suffisant pour protéger l'organisme en cas de rencontre avec l'agent pathogène.

Cette mise en mémoire permet de maintenir une protection permanente. À chaque rappel ou lors d'une vraie contamination, l'organisme développe une réponse secondaire rapide et de grande ampleur.



Évolution du taux d'anticorps plasmatiques dans le cas de la vaccination contre le tétanos.

Des débuts de la vaccination aux pratiques actuelles

- La variole était une maladie extrêmement contagieuse et souvent mortelle, caractérisée par l'apparition de grosses pustules* sur tout le corps. Les épidémies* de cette maladie firent des ravages dans le monde entier, jusqu'au milieu du xx^e siècle. En Europe, la variole provoquait chaque année la mort de 400 000 personnes à la fin du xviii^e siècle.
- Dans la Chine médiévale, pour protéger les enfants contre cette terrible maladie, on pratiquait l'inoculation de pus* provenant de pustules de malades. Cette pratique, appelée « variolisation » a été introduite en Europe au xviii^e siècle. Efficace, mais dangereuse, elle entraînait alors 2 % de décès, et les personnes variolisées étaient contagieuses.

- Edward Jenner, un médecin anglais, constata que les fermiers contaminés par la vaccine (du latin *vacca*, vache), une forme bovine et sans gravité de la variole, ne contractent pas la variole.
- En 1796, il inocula le liquide d'une pustule de vaccine à un garçon de huit ans. Trois mois plus tard, il inocula à cet enfant du pus de varioleux : l'enfant ne tomba pas malade.



C Pustules de vaccine sur les pis d'une vache. Lors de la traite, les fermiers pouvaient « attraper » la vaccine.



A Edward Jenner effectuant la première vaccination contre la variole, vu par le peintre Gaston Mélingue (1879).

Cette pratique protectrice et sans risque se répandit en Angleterre, puis en France, où elle prit le nom de **vaccination***.

- Dans la deuxième moitié du xix^e siècle, à la suite des travaux de Louis Pasteur, on comprend que les microbes (des virus) responsables des deux maladies sont voisins et que les défenses immunitaires acquises contre le premier protègent aussi contre le second.
- Rendue obligatoire en France en 1902, la vaccination contre la variole se répand dans le monde dans les années 1950. La maladie régresse, jusqu'à disparaître totalement en 1977. Depuis 1980, on ne vaccine plus contre la variole. Cette maladie a été éradiquée* grâce à la vaccination.

Année	Médecin	Vaccin
1796	Edward Jenner	1 ^{er} vaccination contre la variole
1885	Louis Pasteur	Vaccin contre la rage (1 ^{er} vaccin humain)
1921	Albert Calmette et Louis Guérin	Vaccin BCG contre la tuberculose
1923 1927	Gaston Ramon	Vaccins contre la diphtérie et le tétanos
1944	Jonas Salk	Vaccin contre la grippe
1955	Jonas Salk	Vaccin contre la poliomyélite
1961	John F. Enders	Vaccin contre la rougeole
1970	Emil C. Gotschlich	Vaccin contre les méningocoques (méningite)
1976	Philippe Maupas	Vaccin contre l'hépatite B
2006	Laboratoire Merck & Co	Vaccin contre les papillomavirus

B Quelques dates importantes de l'histoire de la vaccination.



D En France en 2019, onze vaccinations sont obligatoires pour les nourrissons.

Rougeole et couverture vaccinale

Avant la diffusion de la vaccination, la rougeole tuait certaines années entre 2 et 3 millions de personnes dans le monde, surtout des enfants. Cette maladie aurait dû disparaître comme la variole, car le vaccin est peu coûteux et efficace, et le réservoir du virus seulement humain. Pourtant, elle est encore très fréquente dans certains pays d'Afrique et d'Asie. En 2019, le monde est confronté à une recrudescence de la rougeole, avec des foyers épidémiques* sur tous les continents, notamment en Europe.

La seule façon d'éviter la rougeole est la vaccination. En France, le vaccin utilisé est généralement associé à une protection contre les oreillons et la rubéole (vaccin ROR).

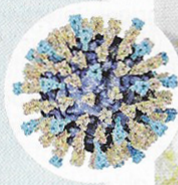
Maladie due à un virus à réservoir uniquement humain.

Le virus se transmet par les gouttelettes de salive dans l'air, après un éternuement ou par contact direct avec les sécrétions du nez ou de la gorge.

Période d'incubation de 10 à 12 jours.

Le sujet est contagieux 5 jours avant et 5 jours après l'éruption des boutons.

A



Transmission : 15 à 20 personnes

De 2008 à 2017 : 20 décès en France (dont au moins 8 personnes qui ne pouvaient pas être vaccinées pour des raisons de santé).

Les premiers jours :

fièvre > 38 °C, conjonctivite, nez qui coule, toux sèche, grande fatigue.

3 à 5 jours après :

boutons rouges sur le visage, puis sur le corps, qui disparaissent en une semaine. Grande fatigue pendant plusieurs semaines.

Complications possibles :

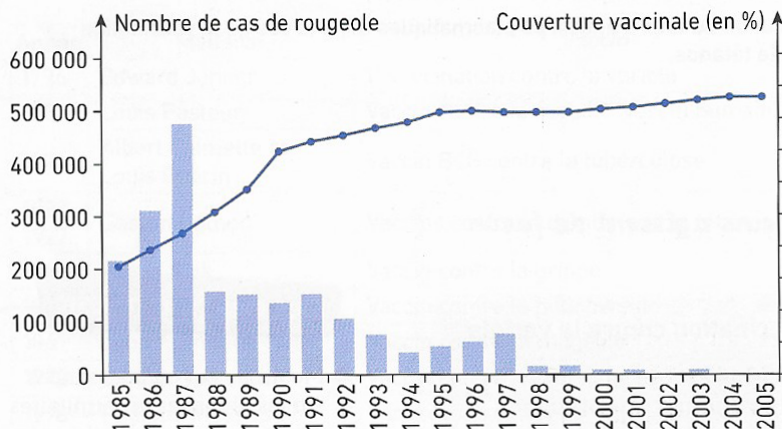
- convulsions,
- pneumonies,
- encéphalites pouvant nécessiter une hospitalisation.



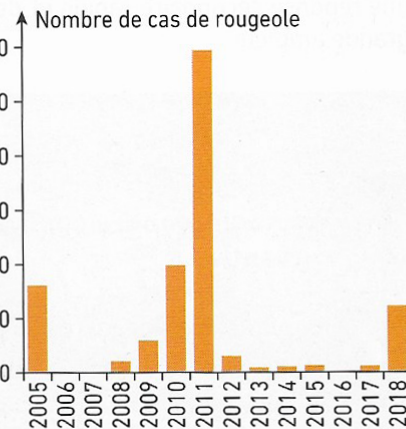
Première injection : à l'âge de 1 an.

Deuxième injection avant 24 mois : permet d'obtenir une protection de l'ordre de 97 à 100 %. Cependant si ces deux vaccins n'ont pas été effectués, une vaccination de rattrapage est recommandée (notamment pour les personnes nées depuis 1980). La vaccination est obligatoire en France pour les nourrissons depuis le 1^{er} janvier 2018. La durée de l'immunité induite par ce vaccin est de plusieurs décennies.

La **couverture vaccinale*** est la proportion de personnes vaccinées dans une population à un moment donné. Elle doit être de 95 % (avec 2 doses de vaccin) dans le cas de la rougeole (virus très contagieux) pour atteindre l'**immunité de groupe*** empêchant la circulation de l'agent pathogène dans la population. Elle était d'environ 80 % en 2017.

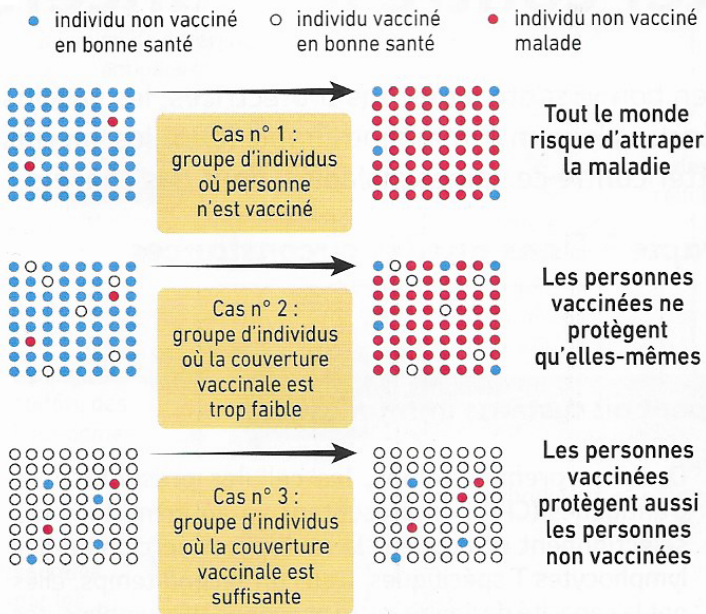


C Nombre de cas de rougeole par an et couverture vaccinale à 2 ans (1 seule dose de vaccin), en France de 1985 à 2005.



D Nombre de cas de rougeole en France de 2005 à 2018.

La vaccination, pour se protéger et protéger les autres

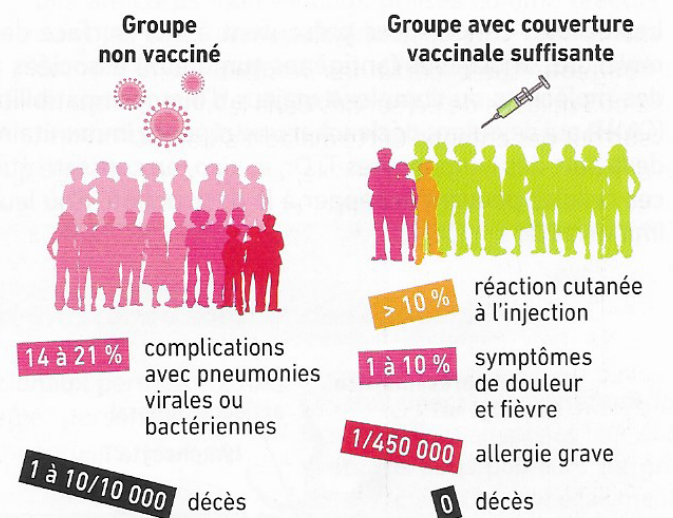


Comme tous les médicaments, les vaccins ne sont pas sans risques. Des allergies à l'un des composants peuvent survenir. Dans les pays développés, les maladies infectieuses ont tellement reculé (entre autres grâce aux vaccins) que le sentiment de danger infectieux a quasiment disparu. De plus, les vaccins sont des médicaments singuliers qui sont administrés à des personnes saines (essentiellement des nourrissons). La survenue d'effets néfastes est donc difficilement tolérée. C'est pourquoi le discours anti-vaccinal a gagné du terrain, provoquant une baisse de la couverture vaccinale, notamment en France.

A Couverture vaccinale et immunité de groupe.

La couverture vaccinale doit être forte pour que certaines catégories de personnes qui ne peuvent être vaccinées soient protégées. Ce sont principalement :

- les nourrissons de moins de 1 an ;
- les personnes souffrant d'une affection contre-indiquant la vaccination (immunodéprimées, en traitement de certains cancers...);
- les personnes âgées dont le système immunitaire est moins performant ;
- les femmes enceintes (par mesure de précaution).



B Comparaison du risque épidémique et du risque vaccinal.

Des vaccins peuvent prévenir certains cancers

Les virus HPV (Human papillomavirus) se transmettent par voie cutanée et sexuelle. Si certains sont sans danger, on retrouve l'ADN de certains HPV dans 90 % des tumeurs du col utérin, des tumeurs anales et génitales (voir p. 315).

La vaccination est donc recommandée avant les premières relations sexuelles pour toutes les jeunes filles de 11 à 14 ans et en rattrapage pour les jeunes femmes entre 15 et 19 ans, jusqu'à 26 ans pour les hommes ayant des relations homosexuelles, et pour les patients immunodéprimés.

Pour réduire la circulation des virus HPV et parce que les garçons peuvent être touchés, certains pays (comme l'Australie) proposent de vacciner aussi les jeunes adolescents. C'est à l'étude en France.

