

Des  
**VIRUS**  
et des  
**HOMMES**



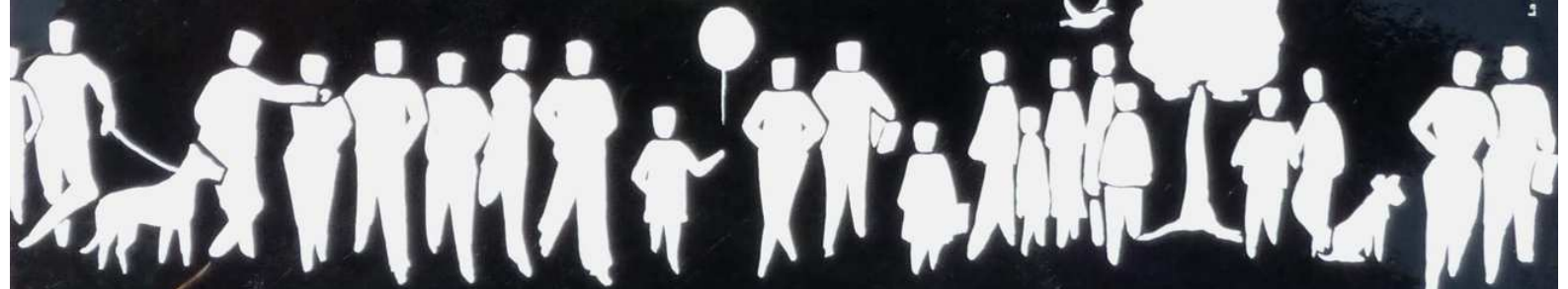
# Des VIRUS et des HOMMES

Cette exposition  
de 21 affiches  
est une coproduction

PALAIS  
DE LA  
DÉCOUVERTE

INSERM  
Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

La Coopérative Ambibat • Maquette (INSERM) du virus de l'hépatite B - Chantal Fousslein - Palais de la Découverte



Coordination de la conception scientifique • Jean-Jacques Pocidal et Bernard Larouzé, INSERM U. 13 • Coordination de la réalisation • Marie-Christine Rebourcet, Mission Information Communication - Action Culturelle, INSERM • Coordination pédagogique et rédactionnelle • Thierry Auffret Van der Kemp, Département Biologie-Médecine, Palais de la Découverte • Conseillers scientifiques • Jeanne-Marie Amat-Roze, Université Paris Sorbonne - Claude Hannoun et Pierre Sureau, Institut Pasteur - Pierre Tiollais, INSERM U. 163 • Remerciements aux photothèques • CNEVA, Laboratoire d'études sur la rage - INRA - INSERM - Institut Pasteur - Laboratoire Wellcome - Palais de la Découverte - Pasteur-Mérieux.

# Etranges poisons de tout le monde vivant !

*Virus : en latin poison*

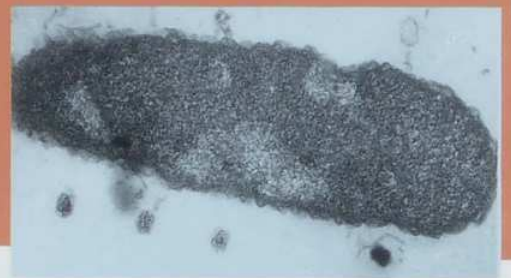
Très petits assemblages cristallins de biomolécules, les virus infectent les cellules vivantes.

En raison de leur taille extrêmement petite, ils ne sont visibles qu'au microscope électronique.

Des milliers de virus peuvent infecter les bactéries et les végétaux tout comme les animaux et l'homme.

La cellule d'*Escherichia coli*, bactérie de la flore intestinale (coupe en microscopie électronique : un millième de mm de long) est parasitée par des virus bactériophages visibles à sa surface.

(cl. Institut Pasteur).



Les virus de la sharka, à longue structure cylindrique, (coupe en microscopie électronique : 25 millièmes de mm de diamètre) sont disséminés par les pucerons dans les arbres fruitiers.

(cl. INRA).



La maladie atteint plusieurs centaines de millions d'arbres en Europe. Les marbrures à la surface de ces pêches révèlent la maladie.

(cl. INRA).

Le virus de la rage (coupe en microscopie électronique : 180 millièmes de mm de long et 80 millièmes de mm de diamètre), parasite des cellules nerveuses de mammifères et de l'homme.

(cl. Institut Pasteur).



Il y provoque d'impressionnants troubles du comportement.

Berger luttant contre un chien enragé

(gravure de 1895, Archives Institut Pasteur).



# Comment est fait un virus ?

Un virus est constitué :

- d'un **génom**e, l'information génétique, chimiquement codée par un acide nucléique, nécessaire à sa réplication,
- d'**enzymes** nécessaires à sa maintenance dans la cellule parasitée,
- d'une coque protéique protectrice appelée **capside**.

Cet ensemble (nucléocapside) s'entoure chez certains virus d'une **enveloppe** sphérique.

Les virus se différencient par :

- la nature de l'acide nucléique du génome (ADN ou ARN) simple ou double brin,
- la symétrie de la nucléocapside : hélicoïdale ou cubique,
- la présence d'une enveloppe plus ou moins complexe,
- le diamètre de la nucléocapside.

Les **viroïdes**, encore plus petits, parasites des végétaux ou de l'espèce humaine, sont réduits à un génome viral (ARN) sans capsid.



Maquette du rétrovirus du SIDA (VIH) (cl. Pasteur-Mérieux) présentant en « écorché » la nucléocapside contenant le génome et les enzymes, entourée de l'enveloppe.



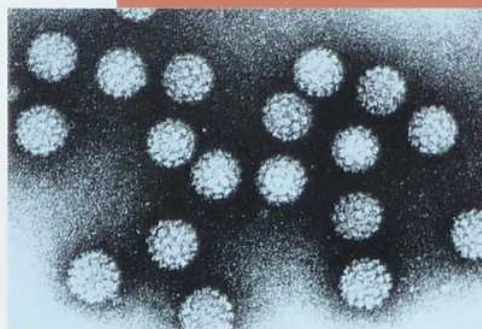
Virus bactériophages structurés en 3 parties : (Microscopie électronique, cl. Institut Pasteur)

- la nucléocapside à structure cubique (300 milliardièmes de mm),
- la queue à structure hélicoïdale servant à insérer le génome viral dans la cellule bactérienne,
- la plaque et les fibres caudales, parties par lesquelles le virus s'attache à la membrane de la cellule bactérienne.



Nucléocapside hélicoïdale du virus de la rhizomanie de la betterave. Ce virus, transmis par un champignon du sol, provoque une prolifération des racines, un flétrissement des feuilles et une destruction de vaisseaux conducteurs de la sève.

(Microscopie électronique : 25 milliardièmes de mm de diamètre, cl. INRA)



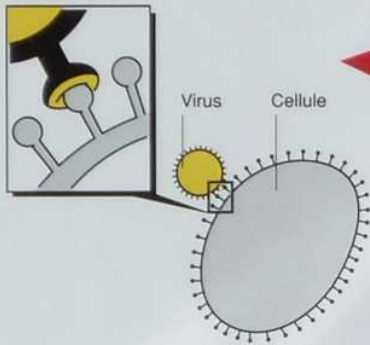
Les papillomavirus, causant notamment les verrues, sont entourés d'une enveloppe.

(Microscopie électronique : 55 milliardièmes de mm, cl. INSERM U190)



# Quand les virus se multiplient dans les cellules !

Les virus sont des parasites intracellulaires stricts. Ils ne peuvent se développer qu'à l'intérieur d'une cellule. Ce parasitisme est absolu car les virus ne possèdent pas de système producteur d'énergie. Ils ne respirent pas et ne se nourrissent pas. De plus, ils sont recopiés dans la cellule où ils provoquent la formation de protéines virales. Le virus apporte dans la cellule, en s'intégrant au programme génétique de celle-ci, sa propre information génétique. Celle-ci est en effet nécessaire à la fabrication des molécules qui le constituent.



Avant d'être multiplié dans la cellule, le virus se fixe à une molécule particulière de la membrane cellulaire. Cette molécule qui est complémentaire du virus est son récepteur.



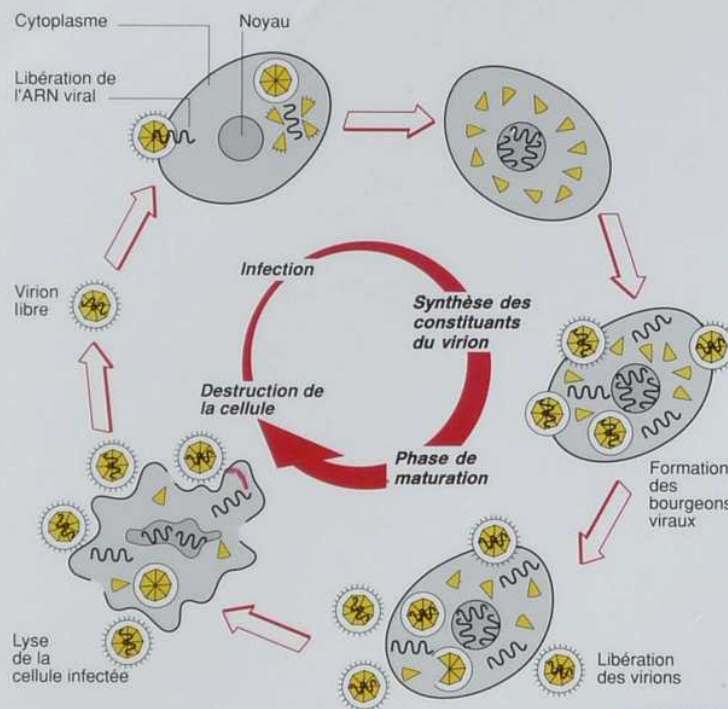
Sous l'action d'enzymes de la cellule, la membrane cellulaire se modifie autour du virus VIH du SIDA qui perd son enveloppe et le fait pénétrer dans la cellule.

(microscopie électronique, cl. INSERM U322)



Les virus ainsi multipliés sont libérés soit par éclatement de la cellule soit par bourgeonnement de sa membrane.

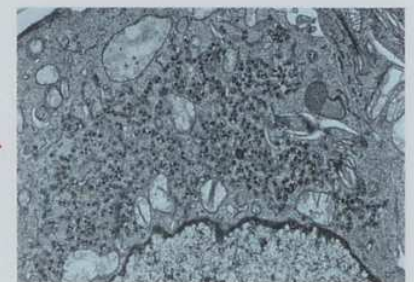
(microscopie électronique, cl. INSERM U322, mise en couleurs CNRI)



Les constituants de la nucléocapside sont produits en de multiples exemplaires puis assemblés soit dans le cytoplasme, soit dans le noyau de la cellule infectée.

Virus VIH du SIDA après multiplication dans le cytoplasme de la cellule.

(microscopie électronique, cl. Institut Pasteur)

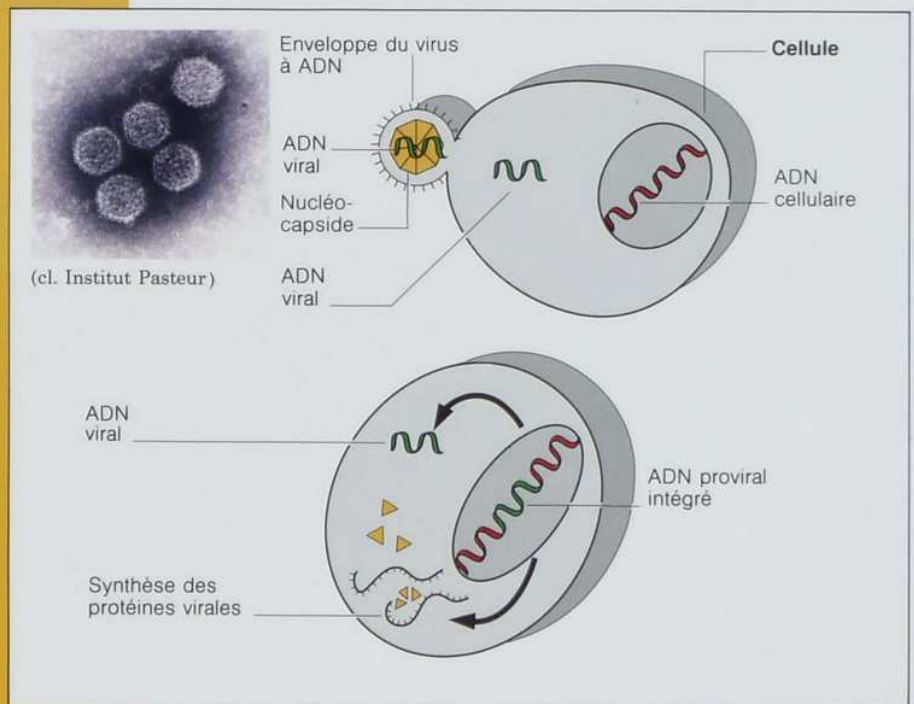
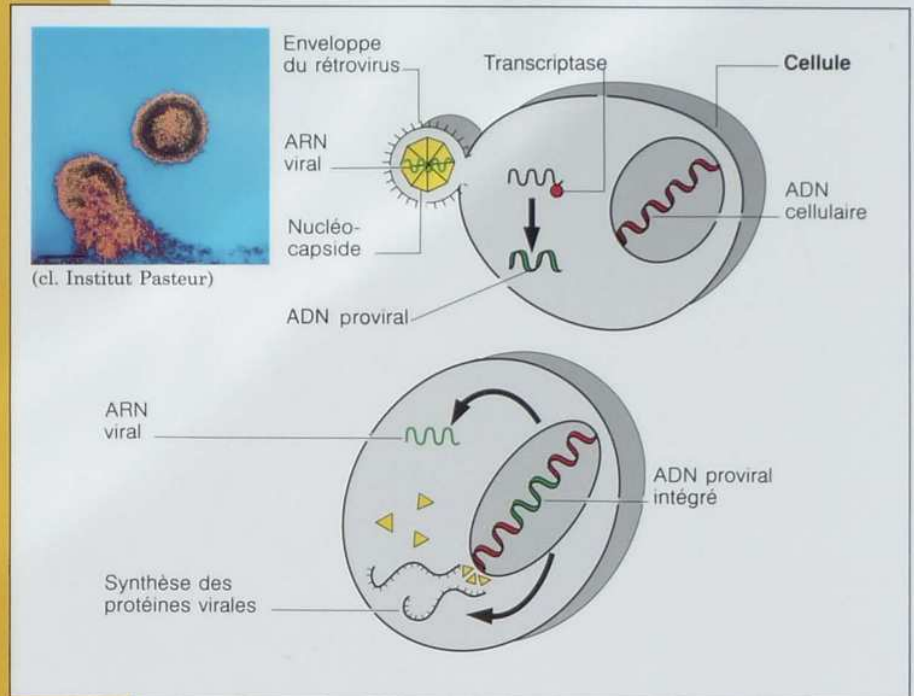


# Les deux stratégies génétiques des virus

Selon que le génome viral est un acide ribonucléique ARN ou un acide désoxyribonucléique ADN, la « stratégie » d'intégration et de réplication de ce génome dans la cellule parasitée est différente.

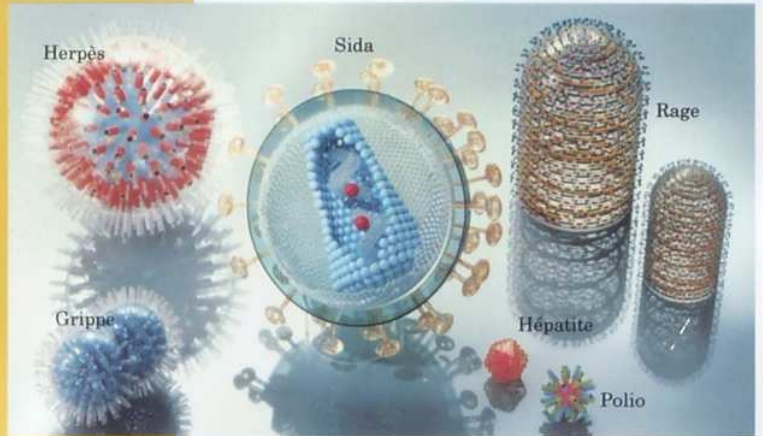
Les rétrovirus à ARN comme celui du SIDA possèdent une enzyme particulière, la transcriptase inverse, capable de convertir l'ARN en ADN, forme sous laquelle le génome viral peut être intégré dans l'ADN du génome cellulaire.

Le génome des virus à ADN comme celui de l'herpès peut par contre être directement recopié et intégré dans la cellule.



# Les virus, envahisseurs du corps humain

Le corps réagit à l'invasion des virus et parvient souvent à la contenir. Mais, si le système de défense est débordé, de plus en plus de cellules sont tuées au fur et à mesure de la multiplication des virus. Les virus progressent dans l'organisme depuis leur porte d'entrée jusqu'aux organes-cibles. Se déclare alors une maladie virale aiguë, parfois mortelle, mais le plus souvent bénigne, voire même non identifiée.



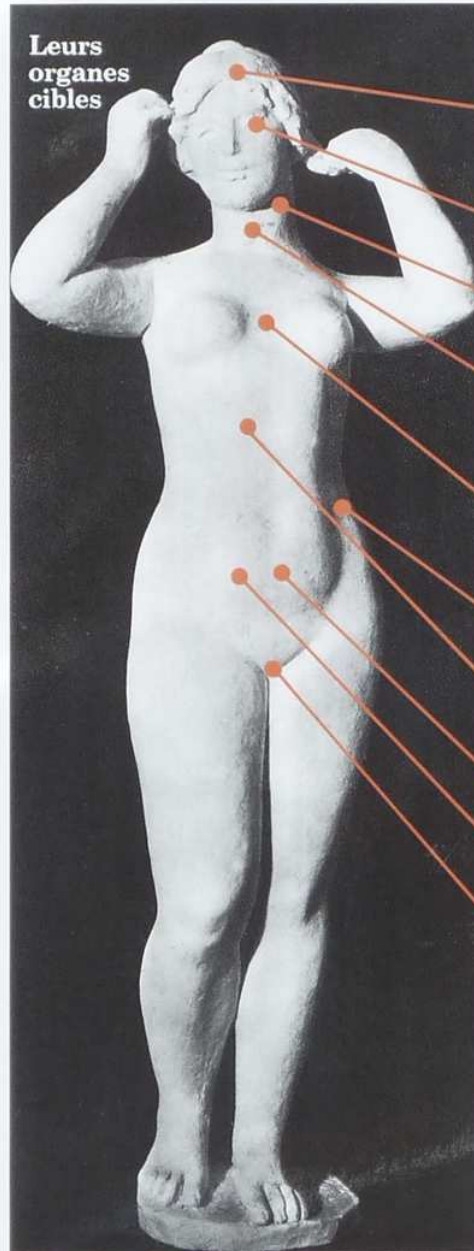
(cl. Pasteur-Mérieux-CNRI)

## Les portes d'entrée des principaux virus

- Œil**
  - V. des conjonctivites
- Nez**
  - V. de la variole
  - V. de la grippe
  - V. du « rhume »
  - V. des oreillons
  - V. de la rubéole
  - V. des « gastroentérites »
- Bouche**
  - CMV, HSV (herpès) affiche 7
  - VEB (responsable de cancers du nez et du pharynx)
  - V. des « gastroentérites »
  - VHA (hépatite)
  - V. des oreillons
  - V. de la poliomyélite affiche 6
- Injection**
  - VHB, VHC, VHD (hépatites) Affiche 8
  - VIH (SIDA) Affiche 15
  - CMV, affiche 7
- Peau**
  - HSV (herpès) affiche 6
  - Papillomavirus (verrues) affiche 2
- Organes génitaux**
  - CMV, HSV (herpès) affiche 7
  - VHB (hépatites) affiche 8
  - Papillomavirus (verrues) affiche 2
  - VIH (SIDA)
- V. de la fièvre jaune (par piqûre de moustique) affiche 13
- V. de la rage (Par morsure d'animal) affiche 12



## Leurs organes cibles



- Système nerveux central**
  - HSV, CMV
  - V. de la rage
  - V. des oreillons
  - V. de la rougeole
  - V. de la poliomyélite
- Œil**
  - HSV, CMV
  - V. des conjonctivites
  - V. de la rubéole
- Parotides**
  - V. des oreillons
- Oropharynx et voies respiratoires supérieures**
  - HSV, VEB
  - V. de la grippe
  - V. du « rhume »
  - V. de la rougeole
- Voies respiratoires inférieures**
  - CMV
  - V. de la grippe
  - V. du « rhume »
  - V. de la rougeole
- Peau**
  - Papillomavirus
  - V. de la rougeole
  - V. de la rubéole
- Foie**
  - VHA, VHB, VHC
  - VHD, CMV, HSV
  - V. de la fièvre jaune
- Embryon**
  - HSV, CMV
  - V. de la rubéole
  - VIH
- Tube digestif**
  - V. des « gastroentérites »
  - V. de la poliomyélite
- Organes génitaux**
  - HSV
  - Papillomavirus
- Certains globules blancs**
  - VEB, CMV
  - VIH

Certains virus peuvent être transmis de la mère à l'enfant avant ou pendant la naissance et au cours des premiers mois après la naissance.

# Quand un virus intestinal provoque une paralysie !



▲ Le président américain F.D. Roosevelt atteint par la poliomyélite.  
(cl. Photo DITE-IPS)

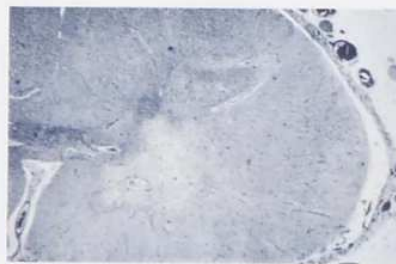
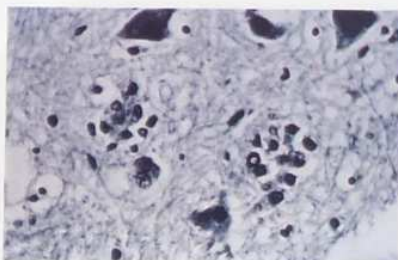
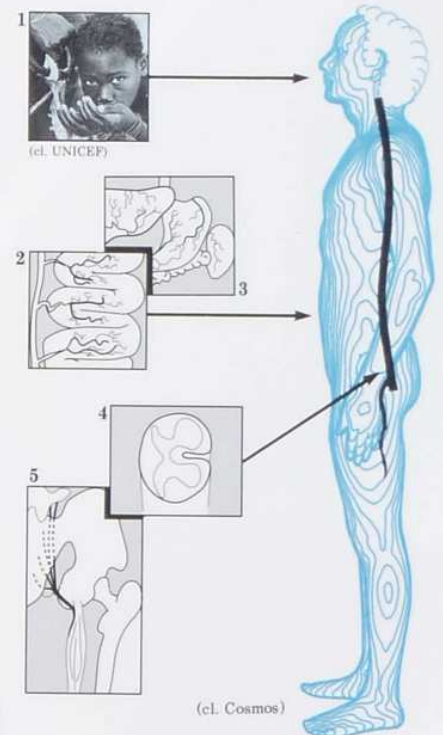
La poliomyélite est un exemple de maladie virale généralisée provoquée par des virus intestinaux (poliovirus), parfaitement identifiés.



▲ Virus de la poliomyélite, obtenus en culture et vus en microscopie électronique, 25 millièmes de mm (cl. Institut Pasteur, INSERM).

Il s'agit de virus, sans enveloppe, résistants dans l'environnement : les eaux usées, les rivières et les piscines polluées.

Entrés par la bouche 1, le virus se multiplie dans la paroi de l'intestin 2. Ils passent dans le sang puis se multiplient à nouveau dans des cellules particulières du foie, de la rate et des ganglions 3. Lorsque les virus sont présents en grande quantité dans le sang, ils peuvent coloniser, dans les cornes antérieures de la moelle épinière 4, les cellules nerveuses des nerfs commandant le fonctionnement des muscles 5.



▲ Développement des virus dans les cellules des cornes antérieures de la moelle épinière.  
(cl. INSERM U 13)

Si un trop grand nombre de ces cellules est détruit, les individus infectés (seulement 1% d'entre eux) présentent des troubles neuromusculaires plus ou moins importants.





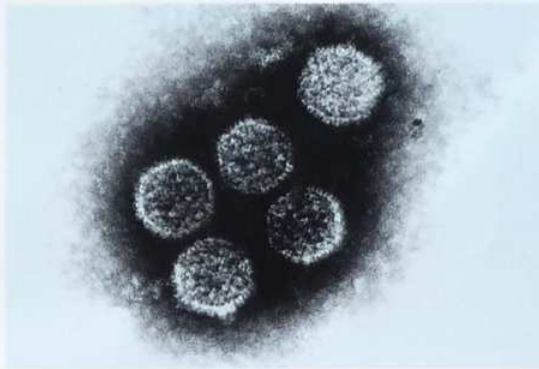
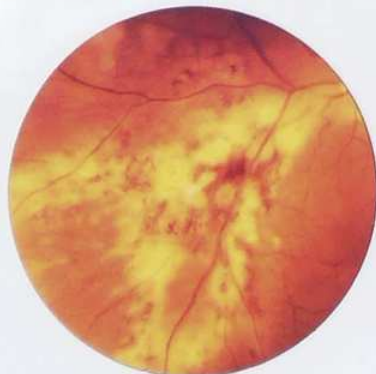
# Les infections sournoises des herpès virus

*Herpès du grec herpein : « ramper comme un serpent ».*

Les herpès virus (virus de l'herpès proprement dit et cytomégalovirus) sont strictement parasites de l'espèce humaine. Ils causent des infections chroniques très sournoises. En effet, celles-ci peuvent subsister sous forme « rampante » puis réapparaître brutalement ! Après une première infection, souvent sans symptômes apparents, les virus persistent cachés en profondeur dans le corps. Les ganglions nerveux sont les gîtes des virus de l'herpès atteignant la peau et les muqueuses génitales notamment, tandis que les globules blancs sont les gîtes des cytomégalovirus (CMV).

Fond d'œil montrant une chorioretinite à cytomégalovirus.

(cl. INSERM U13/Hôpital Claude Bernard).



◀ Virus de l'herpès transmissible par contact direct, par exemple avec la peau (microscopie électronique, taille : 150 millièmes de mm.)

(cl. Institut Pasteur).

Ce sont des virus fragiles, pourvus d'une enveloppe acquise lors du bourgeonnement des cellules infectées.



◀ Boutons herpétiques produits par l'infection virale sur la peau.

(cl. INSERM U13).

L'infection à CMV ne peut donner lieu à des symptômes graves de maladie que si la personne infectée présente une sévère dépression de son système de défense (déficience immunitaire), à la suite d'une greffe d'organe ou du développement d'une autre infection, celle causée par le virus VIH responsable du Syndrome d'Immuno-Déficience Acquise. L'infection se généralise alors et se manifeste par une atteinte caractéristique de la rétine.

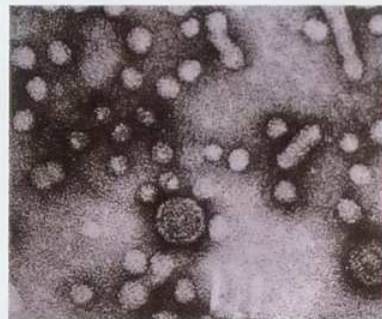
◀ Cytomégalovirus CMV transmissible par la salive notamment (en coupe microscopie électronique, taille : 150 millièmes de mm).

(cl. Institut Pasteur/INSERM).



# De l'hépatite B au cancer du foie

L'infection, **hépatite aiguë**, s'accompagne de la destruction, par les propres défenses du malade, des cellules du foie parasitées par le virus. Une jaunisse apparaît fréquemment. Exceptionnellement, la destruction du foie peut être extrêmement importante. Dans ce cas (hépatite fulminante) le malade décède en quelques jours si une greffe du foie n'a pu être réalisée. Le plus souvent, l'infection guérit en quelques semaines, sans laisser de séquelles. Mais chez certains sujets, l'infection persiste indéfiniment et provoque une **hépatite chronique**, puis une **cirrhose** avec régénération du foie sur laquelle se développe fréquemment un **cancer**.

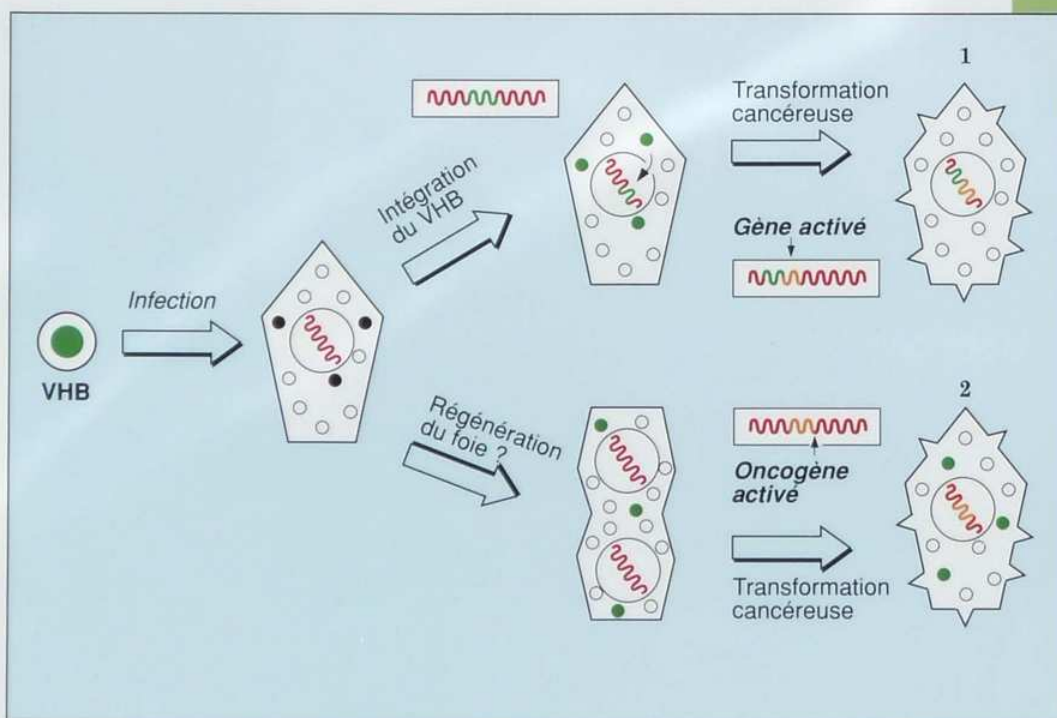


Le virus de l'hépatite B (VHB) qui infecte les cellules du foie, est entouré par une enveloppe. La détection de ces enveloppes dans un prélèvement de sang constitue le moyen le plus habituel de diagnostiquer l'infection.

Enveloppes virales de l'hépatite B et 2 virus complets (microscopie électronique, taille du virus complet : 42 milliardièmes de mm). (cl. INSERM U163)



Vues de la surface du foie  
1. Normal  
2. Cirrhotique  
3. Cancéreux  
(cl. H. Kremlin-Bicêtre  
1, 2, Pr. C. Buffet - 3, Dr. Sinico)



L'intégration de l'ADN du VHB dans le génome de la cellule du foie est déterminante pour la transformation cancéreuse.

Deux hypothèses ont été proposées.

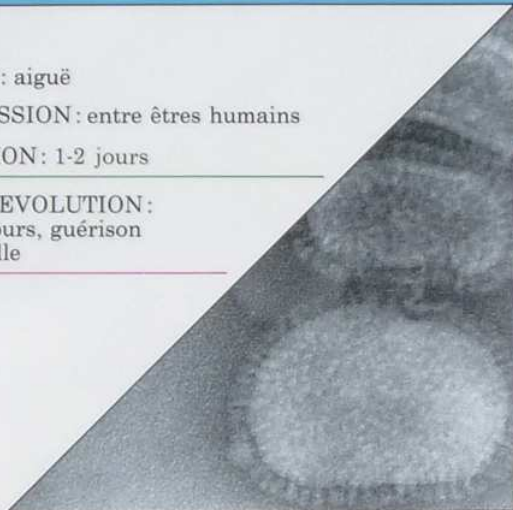
1. Comme cela a été montré chez la marmotte, avec un autre virus très proche du virus humain, l'ADN viral pourrait s'insérer à proximité d'un oncogène (gène de cancérisation) normalement inactif. L'oncogène serait ainsi activé, ce qui déclencherait une série d'événements cellulaires conduisant à la cancérisation du foie.  
2. Le VHB, en infectant les cellules du foie, provoque des lésions à l'origine d'une régénération avec multiplication cellulaire qui s'accompagnerait, dans certains cas, de l'activation d'oncogènes.



# Durée des maladies virales une grande diversité

## GRIPPE

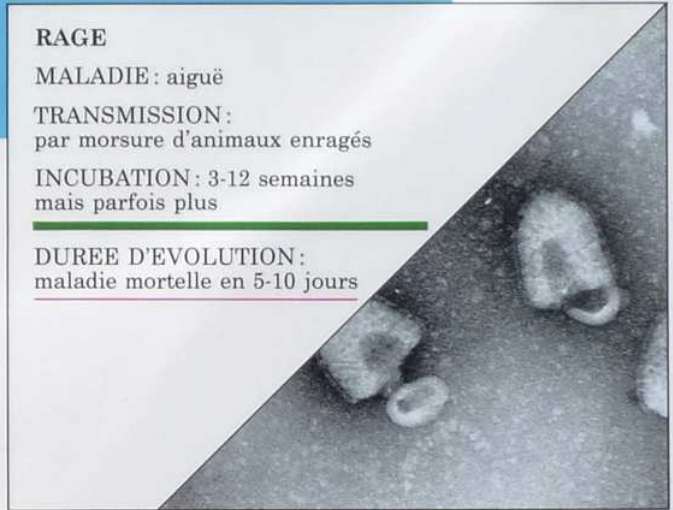
MALADIE: aiguë  
 TRANSMISSION: entre êtres humains  
 INCUBATION: 1-2 jours  
 DUREE D'EVOLUTION: quelques jours, guérison sans séquelle



(cl. Institut Pasteur-INSERM)

## RAGE

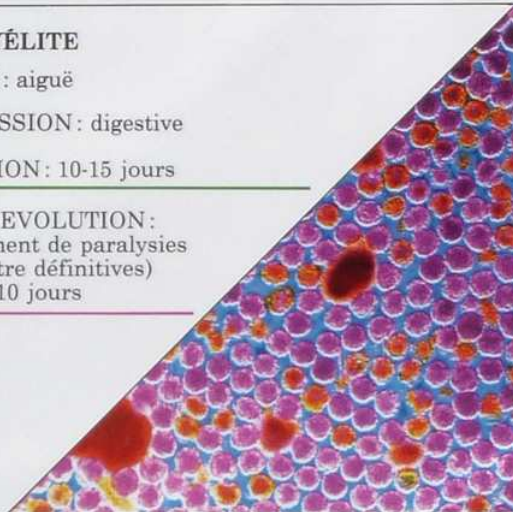
MALADIE: aiguë  
 TRANSMISSION: par morsure d'animaux enrégés  
 INCUBATION: 3-12 semaines mais parfois plus  
 DUREE D'EVOLUTION: maladie mortelle en 5-10 jours



(cl. Institut Pasteur-INSERM)

## POLIOMYÉLITE

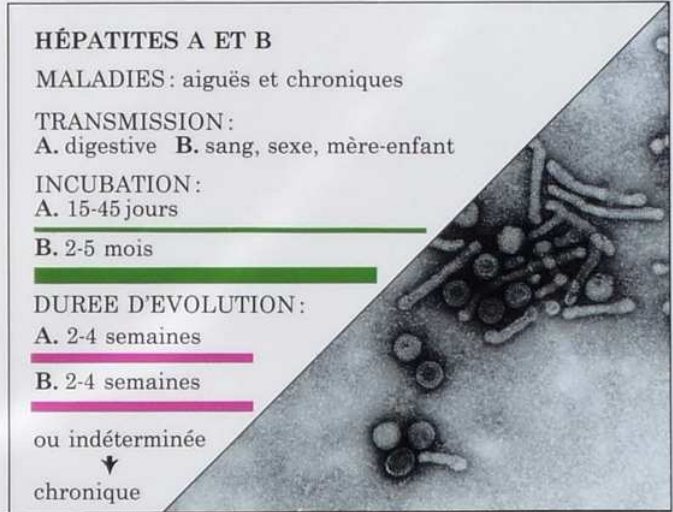
MALADIE: aiguë  
 TRANSMISSION: digestive  
 INCUBATION: 10-15 jours  
 DUREE D'EVOLUTION: développement de paralysies (pouvant être définitives) pendant 8-10 jours



(cl. CNRI)

## HÉPATITES A ET B

MALADIES: aiguës et chroniques  
 TRANSMISSION: A. digestive B. sang, sexe, mère-enfant  
 INCUBATION: A. 15-45 jours B. 2-5 mois  
 DUREE D'EVOLUTION: A. 2-4 semaines B. 2-4 semaines ou indéterminée  
 ↓  
 chronique

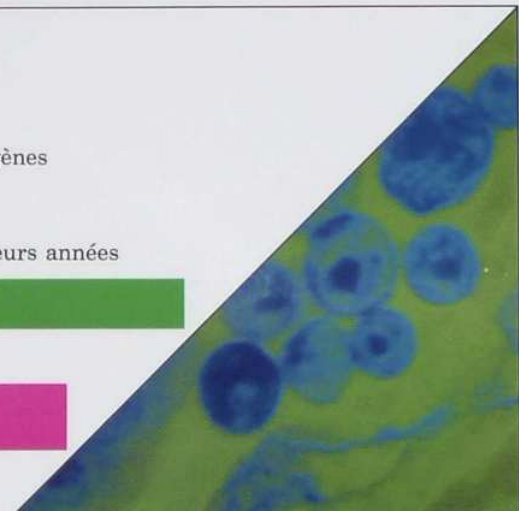


(cl. Institut Pasteur)

## Syndrome d'Immuno-Déficience Acquise: SIDA

MALADIE: lente  
 TRANSMISSION: sang, sexe, mère-enfant  
 INCUBATION: 1. durée entre l'inoculation dans le sang et l'intégration des gènes du virus dans certains globules blancs: quelques heures  
 2. durée séparant la contamination par le VIH (se manifestant par la séropositivité, qui n'est pas la maladie) et les symptômes de la maladie elle-même (SIDA): quelques semaines à plusieurs années

DUREE D'EVOLUTION: quelques mois à 3-4 ans



(cl. INSERM U 167)

# Des canards et des hommes

## L'empire boréal de la grippe

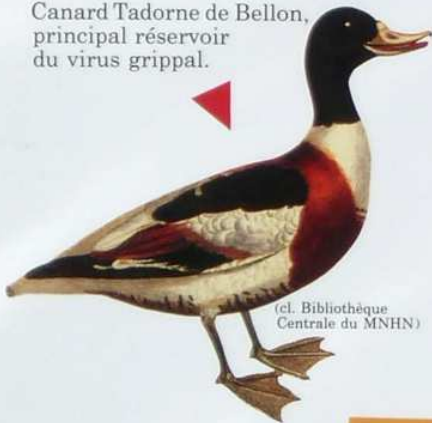
Pratiquement chaque année une nouvelle épidémie de grippe s'étend sur l'hémisphère nord. Cette maladie virale pèse lourdement sur l'économie (arrêts de travail) et sur la santé des personnes fragiles (nourrissons et vieillards en particulier). L'épidémie de grippe de 1968 a tué 16 000 personnes en France.



- ☆ Origine probable de l'épidémie
- Centres de surveillance mondiaux

Des animaux comme les canards et les porcs sont les réservoirs du virus.

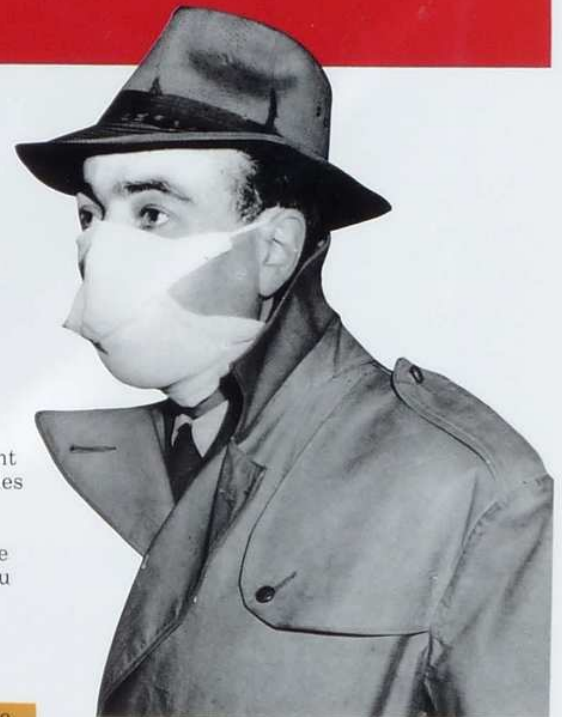
Canard Tadorne de Bellon, principal réservoir du virus grippal.



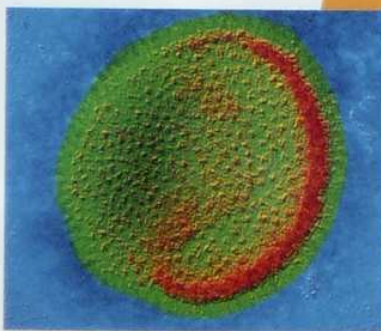
(cl. Bibliothèque Centrale du MNHN)

La grave épidémie de grippe A de 1957 causée par le virus grippal A2 (d'après Stuart-Harris et Schild...) a causé plusieurs dizaines de milliers de morts dans le monde. Le virus grippal mute fréquemment et peut donc se présenter sous différentes formes antigéniques difficiles à prévoir. Leur survenue est toutefois surveillée par un réseau d'observatoires.

La transmission s'effectue essentiellement d'hommes à hommes et est favorisée par les mouvements de population. Celles-ci, occasionnelles autrefois (grippe dite « espagnole » pendant la Première Guerre mondiale), sont aujourd'hui fréquentes du fait des voyages aériens.



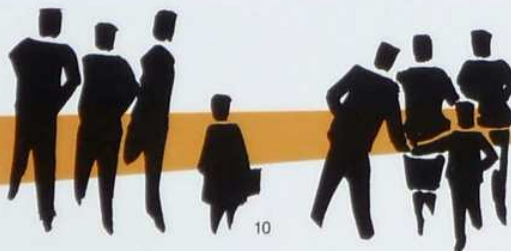
(cl. Keystone)



↳ Virus grippal. On distingue à la surface de son enveloppe des spicules constitués d'hémagglutinine : une protéine permettant au virus de s'attacher aux globules rouges et aux cellules de revêtement des voies respiratoires (microscopie électronique, taille : 120 millièmes de mm).

(cl. CNRI)

La prévention de cette maladie est délicate : elle nécessite la préparation adéquate de stocks de vaccins permettant de contenir les épidémies correspondant à chaque souche virale. Une vaccination nouvelle chaque année est donc indispensable si l'on veut être protégé.



# Poliomyélite

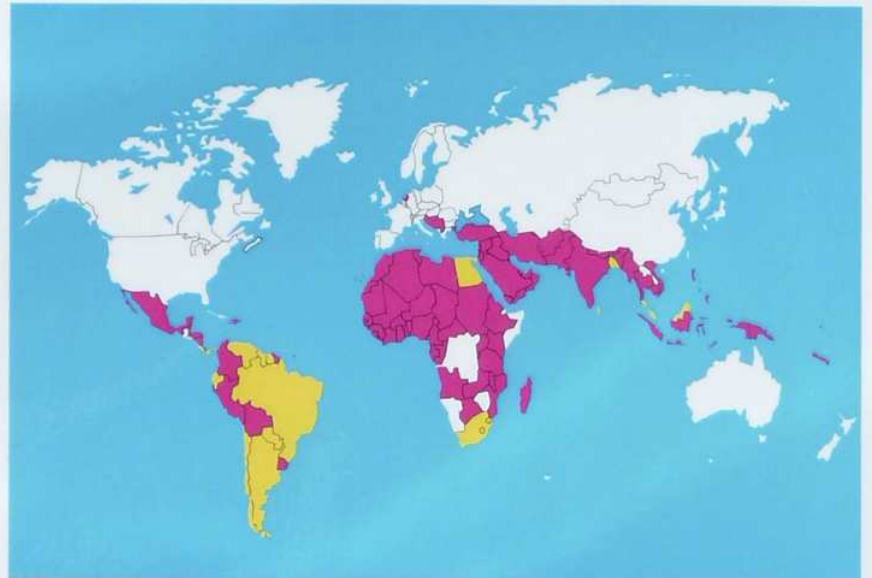
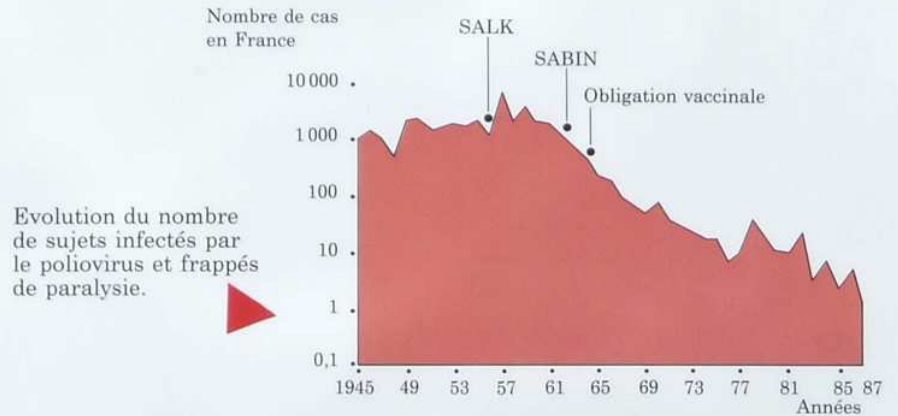
## épidémies en voie d'extinction?

La poliomyélite, maladie virale, est reconnue depuis de nombreuses années comme provoquant des paralysies chez les enfants.

Dans les années 50, elle s'est mise à frapper aussi, de manière épidémique, les adultes dans les pays industrialisés.

Aujourd'hui, dans les pays développés de la zone tempérée, grâce à l'usage des vaccins Salk puis Sabin (voir affiche n° 18), depuis 1953 et 1961, la poliomyélite est devenue une maladie exceptionnelle.

Cependant, il existe de par le monde de vastes régions où des eaux souillées par des excréments contaminés constituent des réservoirs de poliovirus. En cas de séjour ou de voyage dans les pays correspondants, la vaccination antipoliomyélitique s'avère tout à fait nécessaire compte tenu de la négligence habituelle vis-à-vis des rappels. Si l'organisation des campagnes de vaccination dans ces pays était efficacement menée, la poliomyélite pourrait disparaître totalement.



Marigot africain

(cl. Rapho)

Incidence de la poliomyélite dans le monde

Nombre de cas par millions d'habitants et par an

- < 1
- > 1 mais avec diminution  $\geq$  50% depuis 10 ans
- > 1 stable ou en augmentation depuis 10 ans



Virus de la poliomyélite  
(cl. Institut Pasteur)



# Les relais de la rage carnivores sous surveillance



(cl. Bibliothèque centrale du MNHN).

Les animaux sauvages, principaux réservoirs

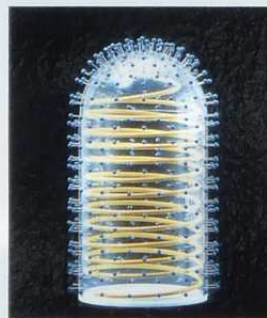
- le renard en Europe et en Amérique du Nord
- le chacal en Afrique
- le loup en Iran
- le blaireau ou la mouffette en Amérique du Nord
- la chauve-souris en Amérique du Sud

La rage, maladie causée par le virus rabique, affecte les méninges et les gaines de myéline (substance blanche) des cellules nerveuses du cerveau et du cervelet.

Son évolution est presque toujours fatale chez les mammifères dont l'homme. Plusieurs espèces d'animaux carnivores en constituent le réservoir.

En Europe, la surveillance des animaux, la vaccination antirabique des animaux de compagnie, et son administration à l'homme en cas de morsure suspecte ont permis de juguler la rage. Le dernier cas de rage chez l'homme, en France, date de 1924.

Cependant la survenue, chaque année, de plusieurs centaines de cas de rage humaine dans le monde, justifie le développement des mesures de prévention.



(cl. Pasteur-Mérieux-CNRI)



Le virus est présent de manière permanente dans le Nord-Est européen (zone endémique) mais la rage n'est réapparue chez les animaux en France que depuis 1968.



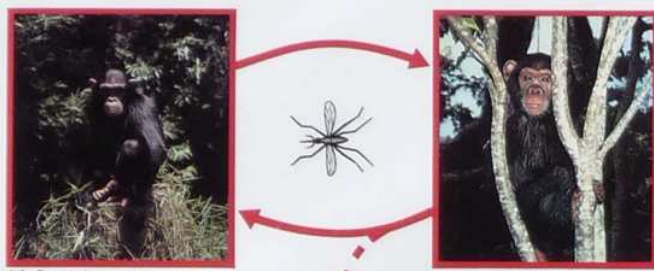
(cl. CNEVA).



Le bétail, le chat et le chien sont les animaux domestiques les plus susceptibles de transmettre le virus depuis le renard jusqu'à l'homme.

# Un virus un moustique une fièvre tropicale

La fièvre jaune est une maladie hémorragique causée par le virus amaril transmis à l'homme par les moustiques femelles de l'espèce *Aedes aegypti*.



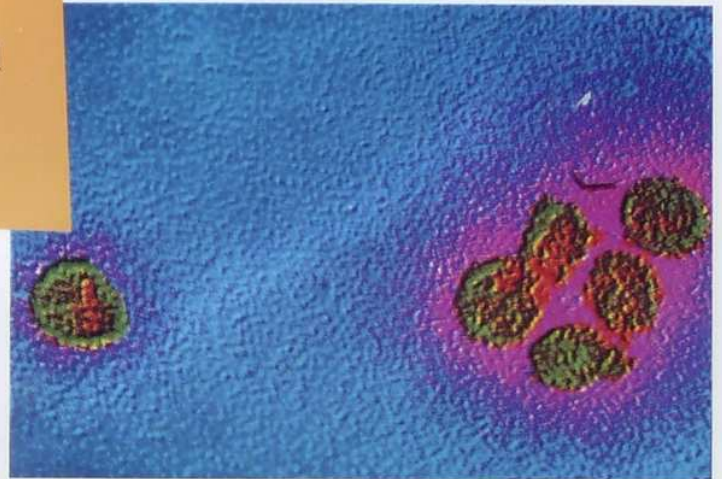
(cl. Jacana)



(cl. Vloot)

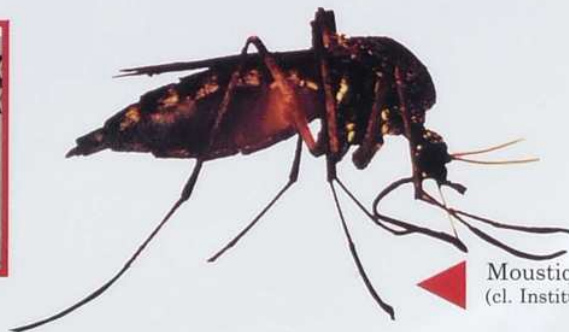
La transmission du virus amaril s'effectue de singes à singes (animaux réservoirs) et du singe à l'homme par les moustiques.

La prévention individuelle contre la maladie repose sur une vaccination efficace, soumise à une réglementation internationale, qui ne doit pas être négligée compte tenu des récentes épidémies africaines.

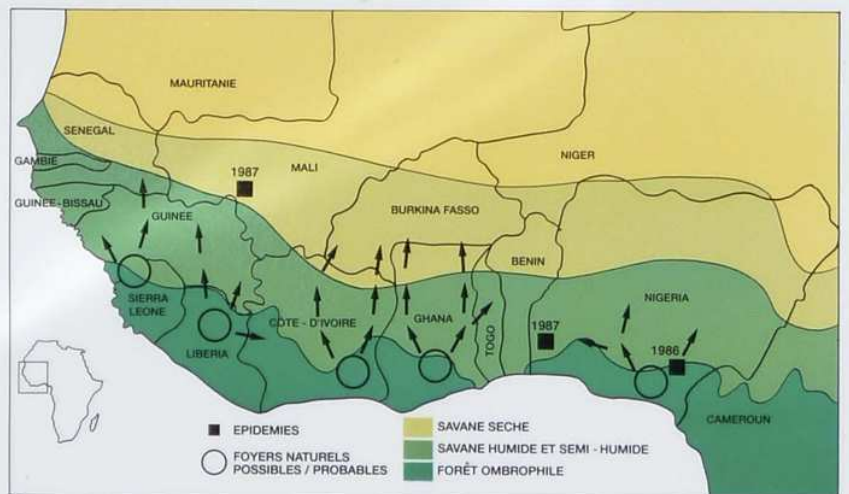


Virus amaril (microscopie électronique, taille réelle: 70 milliardièmes de mm.)  
Il provoque des lésions du foie et des reins.

(cl. CNRI)



Moustique *Aedes aegypti*.  
(cl. Institut Pasteur)



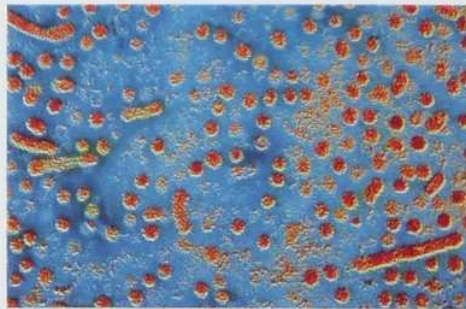
Les épidémies surviennent en Afrique intertropicale et en Amérique tropicale. Curieusement, l'Asie et le Pacifique tropicaux sont épargnés alors que les conditions de transmission du virus y sont réunies.



# Un milliard de foies dans le monde

## l'hépatite B

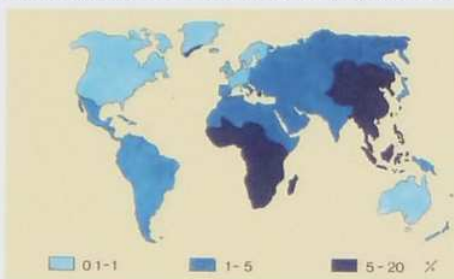
La fréquence de l'infection chronique par le virus de l'hépatite B (VHB) est très variable dans le monde. Elle est particulièrement élevée en Asie et en Afrique. Le VHB infecte près d'un milliard de personnes dont 300 millions sous une forme chronique. Il tue 2 millions de malades chaque année !



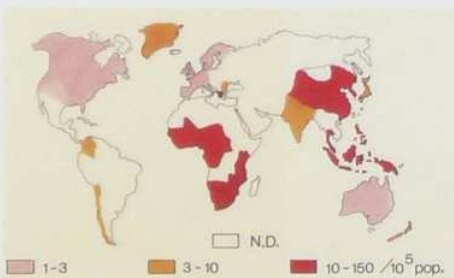
◀ Virus de l'hépatite B (cl. CNRI).

Les voies sanguine et sexuelle sont celles par lesquelles se propage l'épidémie

Carte des fréquences de l'infection chronique à VHB (en % de la population).

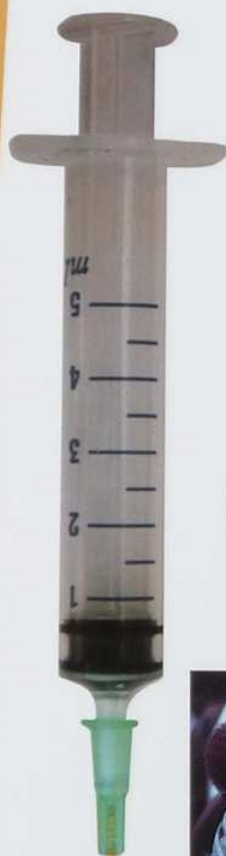


Carte des fréquences du cancer du foie (en nombre annuel de nouveaux cas pour 100 000 personnes).

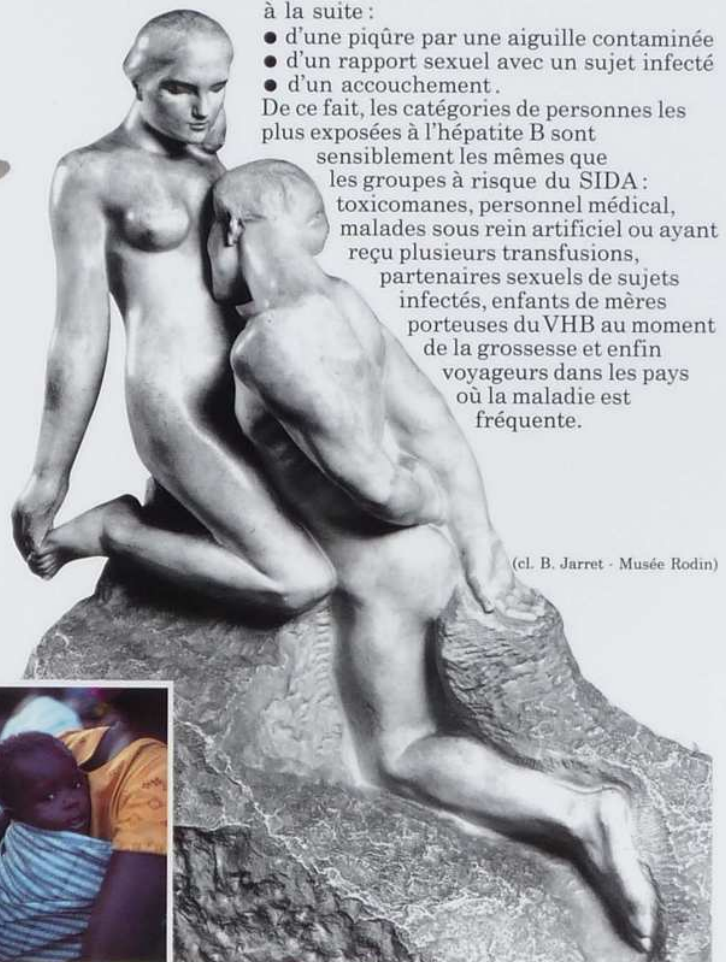


(Document INSERM U 163)

La répartition des fréquences du cancer du foie dans le monde, très semblable à celle de l'hépatite B, montre une implication du VHB dans la genèse de ce cancer.



(cl. Cosmos)



(cl. B. Jarret - Musée Rodin)



(cl. Barrois - Larouzé - INSERM)

à la suite :

- d'une piqûre par une aiguille contaminée
- d'un rapport sexuel avec un sujet infecté
- d'un accouchement.

De ce fait, les catégories de personnes les plus exposées à l'hépatite B sont sensiblement les mêmes que les groupes à risque du SIDA : toxicomanes, personnel médical, malades sous rein artificiel ou ayant reçu plusieurs transfusions, partenaires sexuels de sujets infectés, enfants de mères porteuses du VHB au moment de la grossesse et enfin voyageurs dans les pays où la maladie est fréquente.

Pour faire régresser l'épidémie dans le monde, la prévention indispensable doit s'appuyer sur le dépistage généralisé des donneurs de sang (déjà systématique dans les pays industrialisés) et l'administration aux populations exposées, du vaccin qui a fait ses preuves et est devenu moins coûteux.

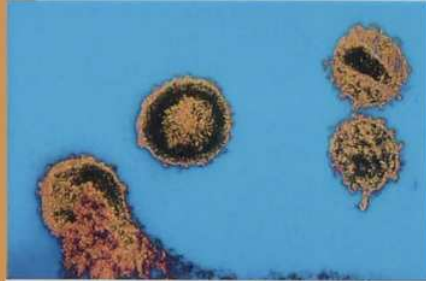




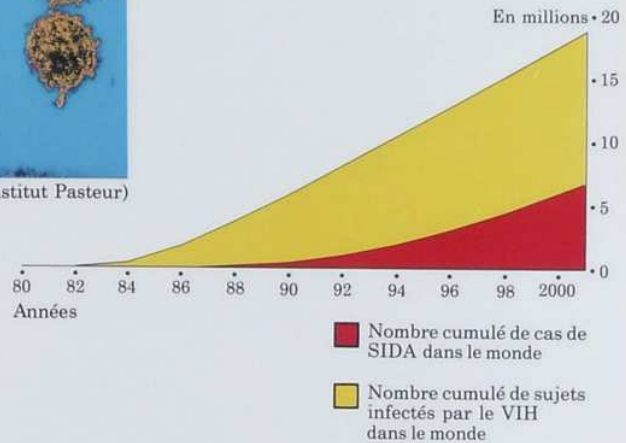
# V.I.H. et S.I.D.A.

## les sigles inquiétants d'une nouvelle épidémie

Jamais une maladie virale n'aura connu une si grande surveillance épidémiologique que depuis 1981, année durant laquelle les « Centers for Diseases Control », puis l'Organisation Mondiale de la Santé, ont été mis en alerte sur le **Syndrôme d'Immuno Déficience Acquis**. Cet ensemble de symptômes est causé par l'infection puis la destruction de certains globules blancs par le **Virus de l'Immunodéficience Humaine**. (voir aussi les affiches n° 3 et 9)

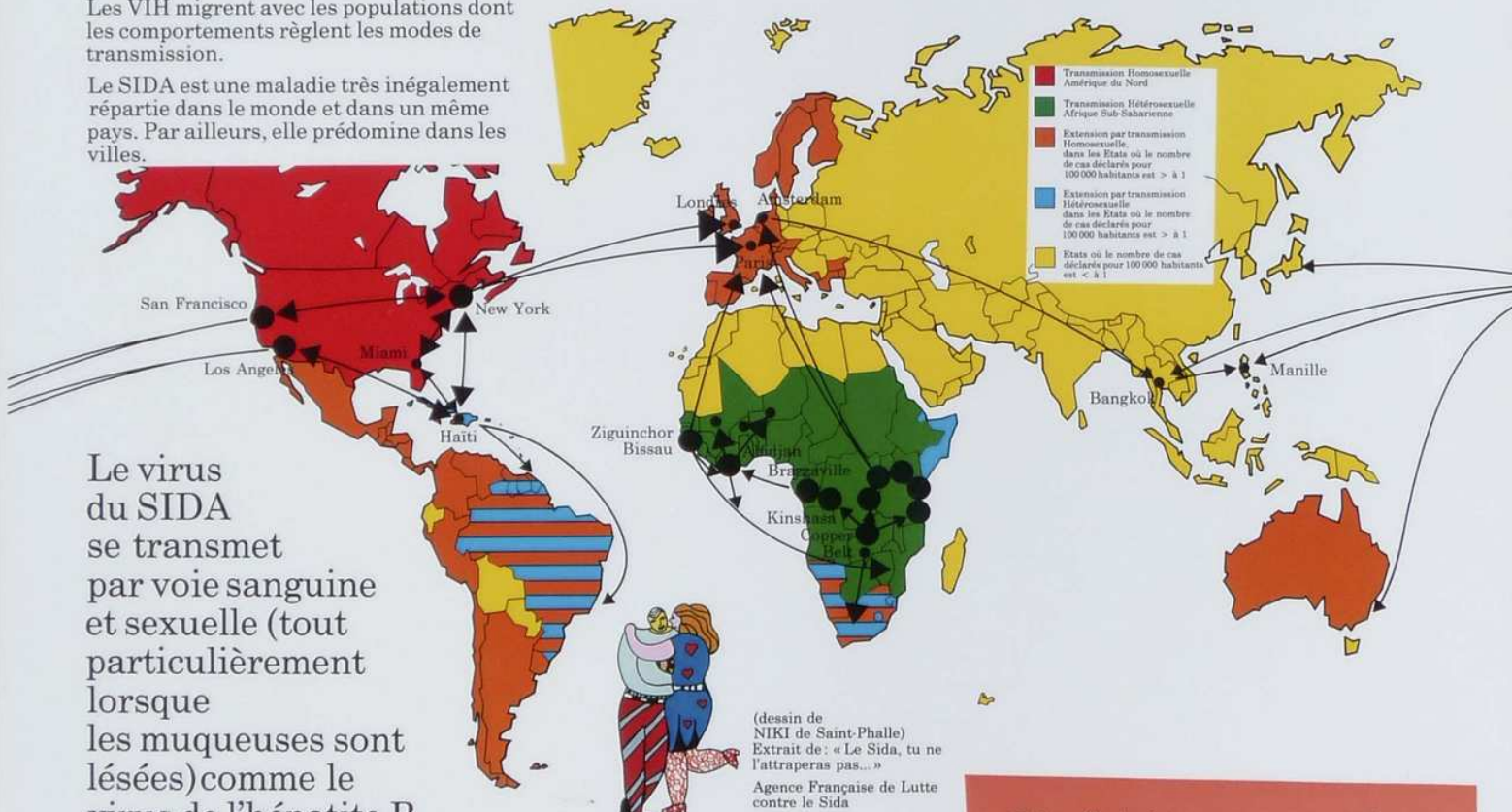


(cl. Institut Pasteur)



Les VIH migrent avec les populations dont les comportements règlent les modes de transmission.

Le SIDA est une maladie très inégalement répartie dans le monde et dans un même pays. Par ailleurs, elle prédomine dans les villes.



Le virus du SIDA se transmet par voie sanguine et sexuelle (tout particulièrement lorsque les muqueuses sont lésées) comme le virus de l'hépatite B. Aussi les personnes particulièrement exposées au SIDA sont les mêmes que celles qui risquent une contamination par cette hépatite.



(dessin de NIKI de Saint-Phalle)  
Extrait de: « Le Sida, tu ne l'attraperas pas... »  
Agence Française de Lutte contre le Sida

Le plus souvent la prévention du SIDA est difficile à faire passer dans les mœurs.



(cl. Cosmos)

(cl. Petit format)

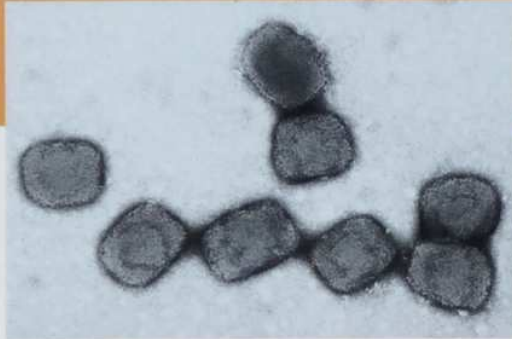
Puisqu'il n'existe encore aucun vaccin contre cette terrible maladie, la prévention nécessaire pour endiguer l'épidémie mondiale du SIDA ne peut reposer que:

- sur un dépistage systématique des donneurs de sang (déjà réalisé en France depuis août 1985)
- par l'emploi de seringues stériles
- par l'utilisation de préservatifs masculins pour protéger les rapports sexuels à risque.

# Sur la variole

## le triomphe d'une vaccination

Virus de la variole en microscopie électronique ; taille réelle : 100 milliardièmes de mm. (cl. Institut Pasteur).



L'orthopoxvirus responsable de la variole, cette maladie qui laisse chez les survivants des cicatrices défigurantes indélébiles, a décimé les populations depuis la plus haute antiquité.

Le visage momifié du pharaon Ramsès V, mort vers 1160 avant Jésus-Christ, présente des lésions varioliques évidentes, conséquences de l'infection par l'orthopoxvirus.



En dehors de l'homme, bien que le virus variolique soit dangereux pour tous les primates, il n'existe pas de réservoirs de virus connus. Des virus de la même famille que celui de la variole causent toutefois aux mammifères des maladies ressemblant à la varicelle mais anodines pour l'homme.

C'est en 1796 que le médecin anglais Edward Jenner découvrit le moyen de prévention efficace contre cette terrible maladie transmissible. Il procéda à l'inoculation à l'homme d'une préparation obtenue à partir des pustules d'une maladie de la vache : cow-pox ou **vaccine** en français (du latin *vacca* : vache).

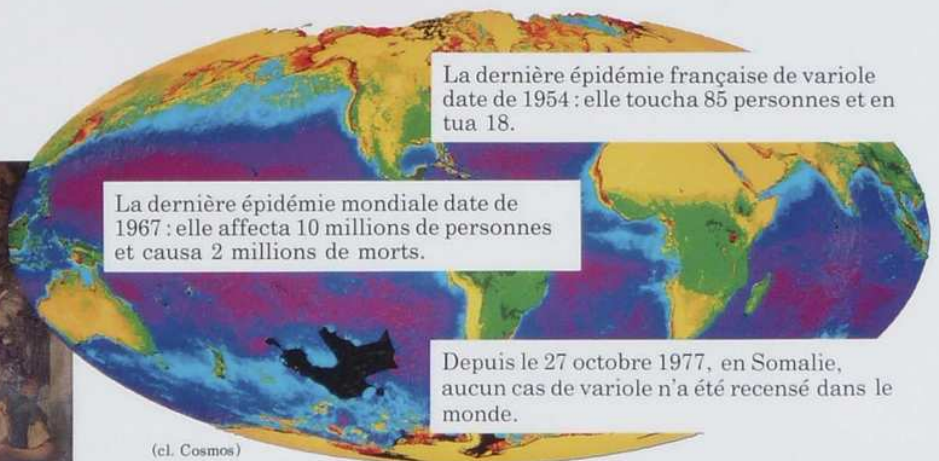
L'amélioration de ce qu'il est convenu d'appeler depuis Jenner la **vaccination** et sa systématisation ont permis de faire régresser puis disparaître la variole.

Depuis 1979, la vaccination n'est plus obligatoire en France ; elle ne l'est plus également, depuis 1984, pour se rendre en Afrique ou dans tout autre pays.

En effet, bien qu'il soit impossible d'établir de façon certaine la disparition du virus variolique dans la nature, la maladie doit être considérée aujourd'hui comme ne présentant plus de risque épidémique.

Portrait de Jenner inoculant la vaccine antivariolique.

(document : Assistance publique)



(cl. Cosmos)



# Lutte contre les virus des stratégies chimiques

L'administration d'un médicament antiviral est destinée à associer ses effets à ceux mis en œuvre naturellement par les cellules du sujet infecté. A la différence des nombreux antibiotiques utilisés contre les infections bactériennes, il n'existe actuellement que peu de médicaments antiviraux disponibles et efficaces.

## Remède contre la Rage.

Prenez cinq Hanterons pour un adulte, & trois pour un enfant; étouffez-les dans du miel; ôtez-en ensuite la tête, & pilez le reste, pour faire prendre au Malade dans une cuillerée de miel, le matin à jeun, pendant sept jours de suite, en donnant la première dose sur le champ.

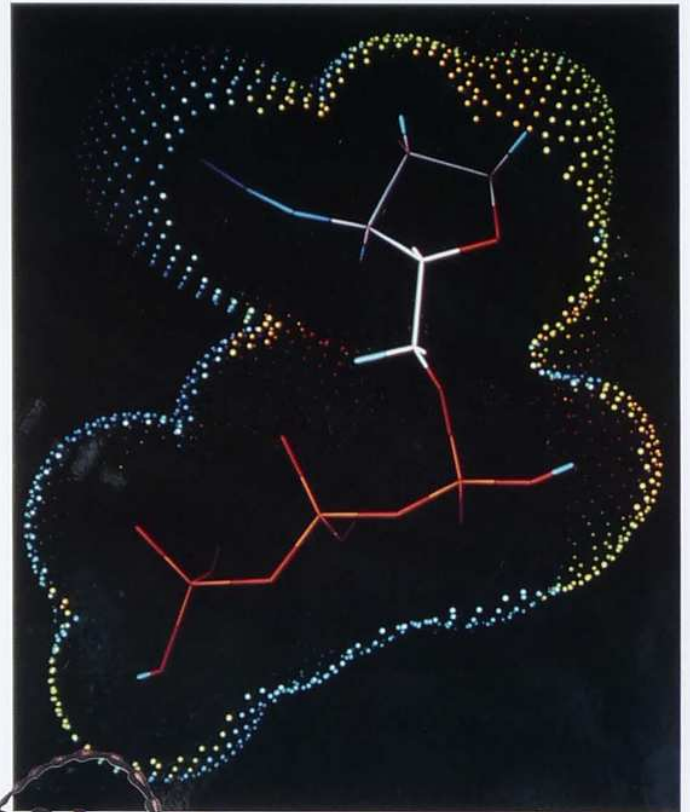
Ephem. vol. 6. an. 1742. observ. 92. pag. 325.

## Mixture tonique contre les Hémorrhagies.

Prenez deux gros d'Esprit de cerf; ajoutez-y de l'Esprit volatil de Cerf jusqu'à saturation; mêlez.



(cl. Bibliothèque Centrale du MNHN)



« L'emploi de médicaments pour lutter contre les maladies virales est un vieux rêve qui commence à devenir réalité ! De cette surprenante médication antirabique du 18<sup>e</sup> siècle (document Archives Institut Pasteur) à la découverte dans les années 1980 de cette molécule antirétrovirale, l'AZT, ici modélisée sur ordinateur (cl. Laboratoires Wellcome), juste 2 siècles de réflexion ! »

## Quatre grandes stratégies sont actuellement envisagées.

- L'une tente de bloquer par des nucléosides, la réplication des virus dans les cellules infectées. Par exemple l'AZidoThymidine ou AZT (rétrovir ou zidovudine des laboratoires Wellcome) comme d'autres dérivés (DDC et DDI), est utilisée pour bloquer l'action de l'enzyme virale : la transcriptase inverse. Celle-ci est nécessaire, en effet, à l'intégration des gènes de rétrovirus tels ceux du SIDA dans l'ADN des chromosomes des cellules humaines infectées. (Voir aussi affiche n° 9). Mais l'efficacité de ces produits peut être compromise par l'apparition de phénomènes de résistance. De plus, il n'est pas rare qu'il faille interrompre le traitement par suite d'effets toxiques.

D'autres dérivés (aciclovir et ganciclovir) se sont montrés par ailleurs efficaces contre les herpes virus et le cytomegalovirus.

Trois autres grandes voies de recherches sont actuellement explorées pour obtenir de nouvelles molécules capables :

- de détruire sélectivement les cellules infectées par les virus,
- d'empêcher les virus de pénétrer dans les cellules en bloquant leur accès aux récepteurs cellulaires,
- de bloquer dans les cellules des enzymes ou des ARNs particuliers nécessaires à la formation complète du virus.



La recherche pharmacologique antivirale est active dans les laboratoires.

(cl. Institut Pasteur)



# Renforcer les défenses naturelles antivirales

Tout être vivant évolue dans un environnement peuplé d'une multitude de virus et de micro-organismes infectieux ou parasites.

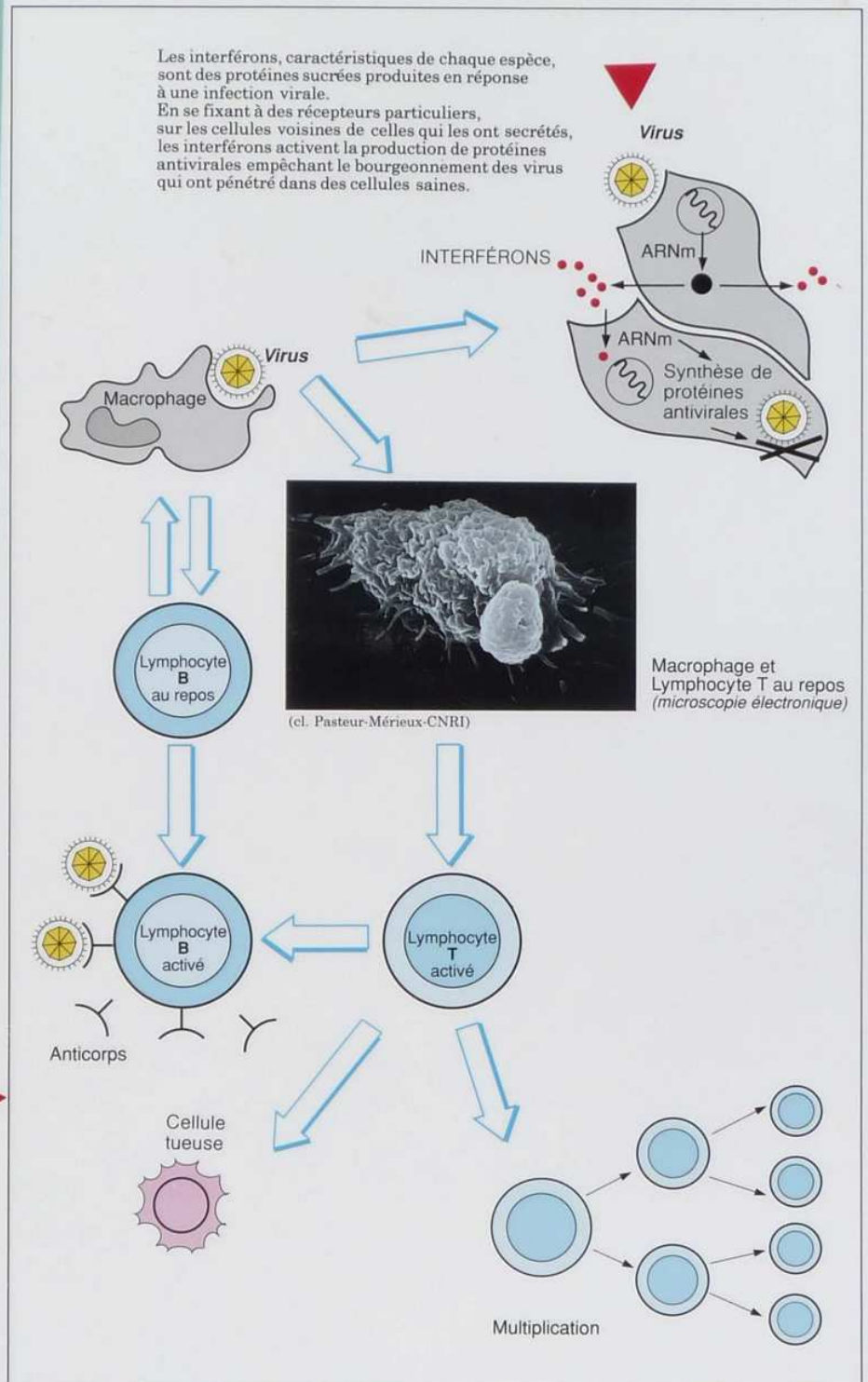
Une fois dans l'organisme, ils se heurtent aux mécanismes de la défense immunitaire. Celle-ci met en jeu des cellules spécialisées, telles que les lymphocytes et macrophages, communiquant entre elles et avec les agents infectieux par un système complexe de récepteurs et d'émissions de signaux chimiques : les cytokines.

En dehors des anticorps produits par les lymphocytes B, certaines cellules de l'immunité émettent des signaux antiviraux : les **interférons**.

Réseau de communication des cellules immunitaires : lymphocytes et macrophages



Virus du SIDA.  
(cl. INSERM - Institut Pasteur)



Pour renforcer les défenses naturelles, il s'agit soit d'injecter des sérums dits « hyperimmuns », provenant de dons de plasma de sujets ayant « fait » la maladie (pour lutter par exemple contre la rage et l'hépatite A), soit d'inoculer des interférons obtenus par génie génétique (pour lutter par exemple contre l'hépatite C).



# Contre les virus la meilleure des préventions le vaccin

Un vaccin antiviral est un produit obtenu à partir d'une fraction inoffensive plus ou moins grande de virus (antigène viral) qui, administré à un receveur sain, le protégera contre une infection ultérieure. Le vaccin sensibilise certaines cellules de l'immunité à la reconnaissance du virus et rend l'organisme apte à produire massivement et rapidement les anticorps spécifiques du virus s'il le rencontre à nouveau. Le vaccin peut être obtenu à partir d'un virus à virulence inactivée ou atténuée par différentes méthodes.



▲ Modélisation d'un anticorps sur ordinateur/antigène en rouge.  
(cl. J.C. Revy, CNRI)



◀ Production du vaccin antigrippal (sur œufs embryonnés)  
(cl. Publiphotos CNRI)



(cl. Institut Pasteur)

▲ Le vaccin antihépatite B obtenu à partir des enveloppes de virus extraits du plasma d'individus porteurs a été remplacé par un vaccin tout aussi performant, « recombinant », obtenu par génie génétique.



(cl. Rousselin, Palais de la Découverte)

Une partie du génome viral, visible ici en orange, est clonée dans des bactéries, puis intégrée dans des cellules de hamster, en culture. Cette technique permet la production des enveloppes virales nécessaires (en vert et bleu) à la fabrication du vaccin de synthèse contre le virus de l'hépatite B. Celui-ci est représenté en écorché schématique sur cette maquette.

L'association des vaccins antiviraux (contre la poliomyélite) et de vaccins antibactériens (contre tétanos, coqueluche, diphtérie) est une commodité chez l'enfant sans modification d'efficacité pour chaque vaccin.

Le procédé Sabin (atténuation du virus par formol dilué) a remplacé par exemple le procédé Salk (inactivation du virus par la chaleur) pour l'obtention d'un vaccin antipoliomyélitique administré par la bouche et non plus par injection. Ce dernier est aussi performant et plus persistant. (Voir aussi affiche n° 11).



# La vaccination antivirale efficacité variable dans le temps

L'immunité conférée par les vaccins antiviraux a une longévité variable et nécessite le renouvellement périodique de la vaccination (les « rappels »).

Principaux vaccins antiviraux et rappels recommandés :

rubéole :  
avant l'âge d'un an,  
puis rappel à 12 ans,

polio :  
à partir de 3 mois, puis  
rappels à 1, 6, 12 ans et  
ensuite tous les 10 ans

grippe :  
tous les ans,

hépatite B :  
tous les 3 à 5 ans,

fièvre jaune :  
tous les 10 ans.

Si l'homme a découvert, après la variole et la rage, le moyen de se prémunir par la vaccination contre de nombreuses autres maladies virales, l'absence de vaccins efficaces contre certains virus comme le VIH, agent du SIDA, se fait cruellement sentir.

Compte tenu des difficultés d'obtention in vitro de certains virus en cultures cellulaires ou de leur extrême variabilité génétique naturelle, l'appel aux techniques les plus performantes de la biologie moléculaire est nécessaire. Ces techniques représentent l'espoir justifié d'une vaccination efficace et inoffensive contre ces virus d'ici le début du 21<sup>e</sup> siècle.



▲ Sujet en train de recevoir un vaccin antirabique au temps de Pasteur. (cl. Musée Pasteur).



▲ Les vaccinations se systématisent aujourd'hui. (cl. UNICEF).



▲ Laboratoire de recherche. (cl. Pasteur-Mérieux)

Pour l'instant contre le SIDA, les seuls moyens efficaces de prévention restent l'emploi des préservatifs masculins pour des rapports sexuels à risque, et des seringues stériles pour toute forme d'injection.

