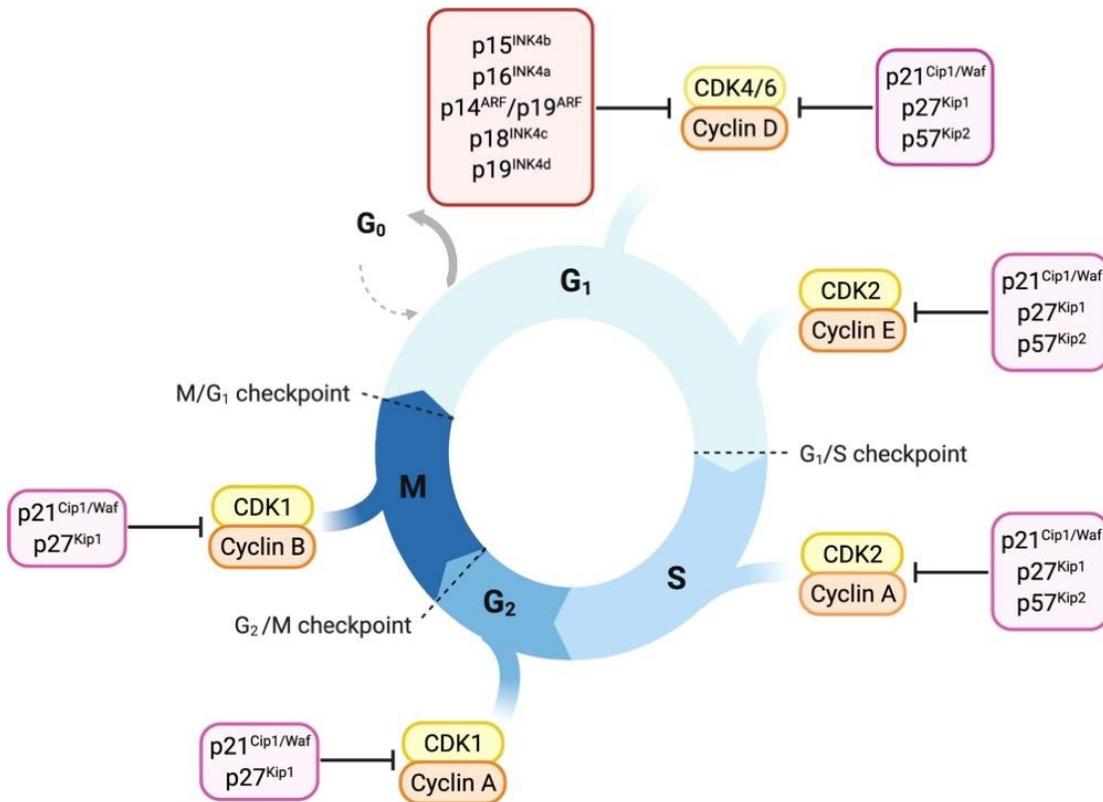


Document 1 : Vue générale du cycle cellulaire et des régulateurs des points de contrôle chez les eucaryotes

D'après Schirripa *et al.*, *Frontiers in Oncology*, 2022.



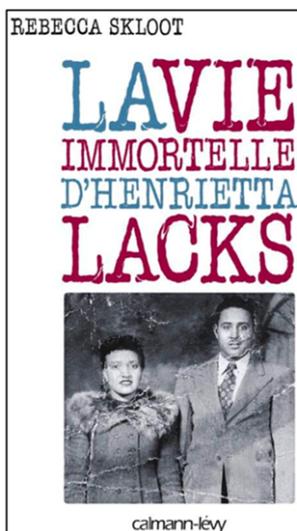
G₀, G₁, G₂, S, M : phases du cycle cellulaire

CDK, cyclin, p15, p16... : protéines impliquées dans le contrôle du cycle cellulaire

checkpoint : point de contrôle

—| Lien d'inhibition

Document 2 : Les cellules HeLa



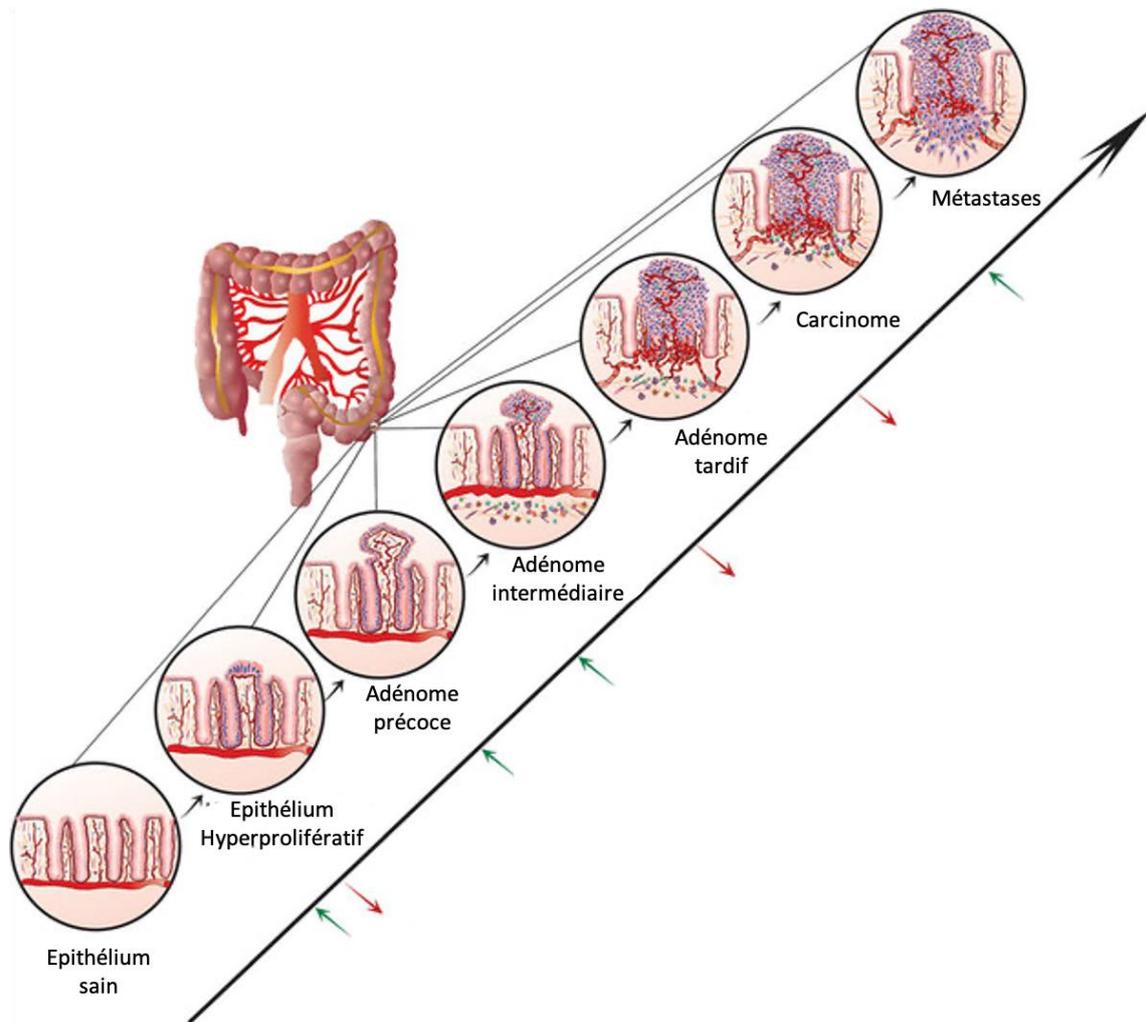
Elle s'appelait Henrietta Lacks, mais les savants n'ont retenu de son nom que deux syllabes : HeLa. Elle travaillait dans les champs de tabac du Sud des États-Unis, mais ses cellules, prélevées à son insu, sont devenues l'un des outils les plus précieux de la médecine moderne. Emportée par un cancer foudroyant, en 1951, à l'âge de 31 ans, elle a contribué sans le savoir à la mise au point du vaccin contre la polio, au décryptage des tumeurs et des virus ou à la thérapie génique.

« Non seulement les cellules d'Henrietta survivaient, mais elles se développaient à une vitesse prodigieuse... Le volume des cellules filles doublait toutes les 24 heures ; elles s'empilaient par centaine sur des centaines d'autres, s'accumulaient par millions. Elles poussaient comme du chiendent. »

Source : Skloot, R. *La vie immortelle d'Henrietta Lacks*. 2011

Document 3 : Le cancer colorectal : un processus multi-étapes

D'après Menter *et al.*, *Current Gastrology Reports*, 2019.



Les flèches vertes (activation) et rouges (inhibition) représentent des altérations génétiques, apparaissant au cours du temps (flèche noire).

Document 4 : Niveaux d'expression de p53 et d'intégration du HPV (*Human Papillomavirus*) dans des cancers du col de l'utérus

D'après Thompson *et al.*, *Modern Pathology*, 2020.

Deux tumeurs sont analysées :

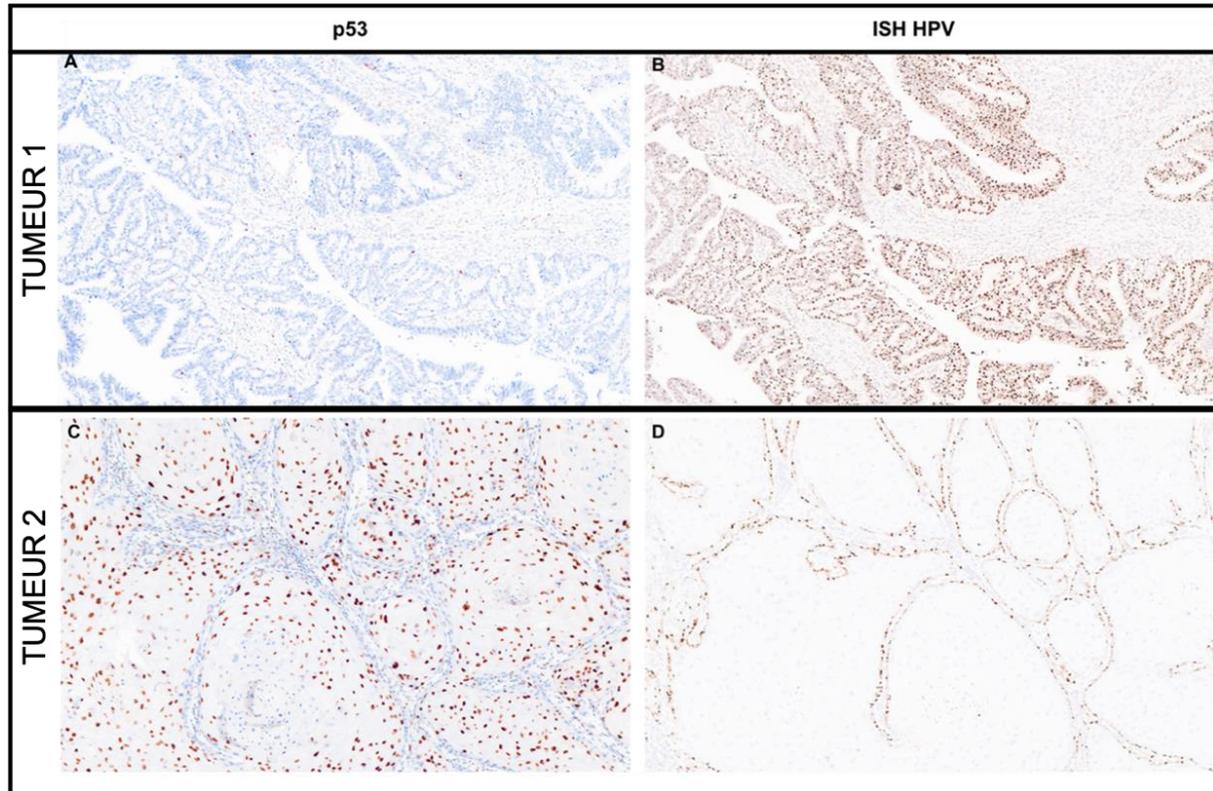
Tumeur 1 : **A** : immunomarquage p53. **B** : expression du virus HPV à proximité des cellules tumorales ;

Tumeur 2 : **C** : immunomarquage p53. **D** : expression du virus HPV localisée dans les cellules de la couche basale.

Les coupes histologiques sont soumises à une coloration à l'hématoxyline (couleur bleue) permettant de visualiser les différents tissus. Les immunomarquages sont révélés par la coloration brune sur les coupes histologiques A et C (l'absence de coloration illustre l'absence de la protéine étudiée). Les hybridations *in situ* sont révélées par la coloration brune sur les coupes histologiques B et D.

p53 : Immunomarquage de la protéine p53.

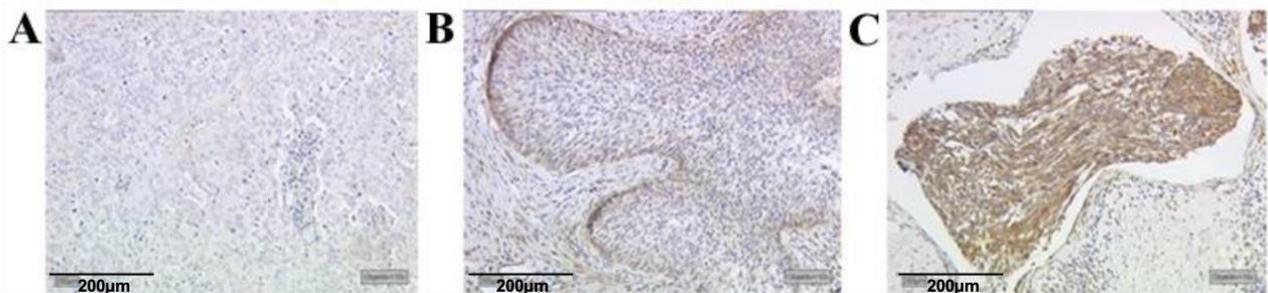
ISH HPV : Hybridation *in situ* de l'ADN du HPV.



Grossissement x100

Document 5 : Expression de la protéine E6 du HPV dans des tumeurs cervicales de différents stades

D'après Stiasny *et al.*, *Oncology Letters*, 2017.



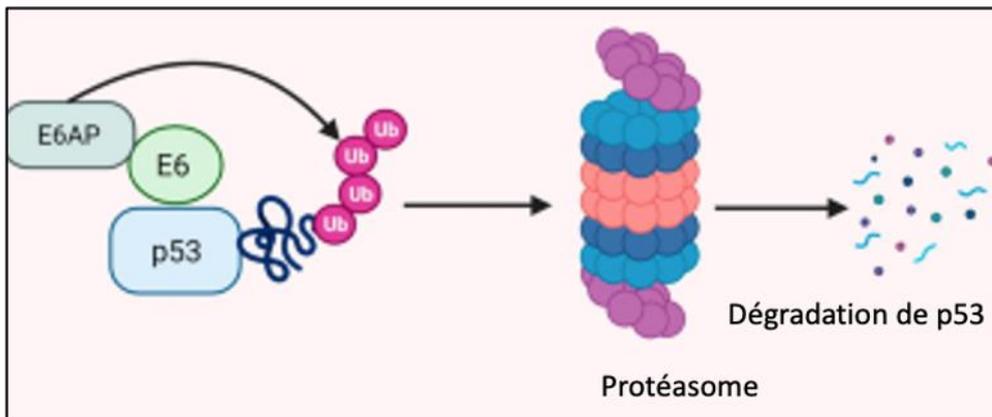
Expression de la protéine virale E6 dans des tumeurs du col de l'utérus de stade T1 (A), stade T2 (B) ou stade T3 (C).

Les stades T1 à T3 décrivent la taille de la tumeur principale. Un numéro élevé signifie que la tumeur est grosse ou s'est développée en profondeur dans l'organe ou les tissus voisins.

Les coupes histologiques sont soumises à une coloration à l'hématoxyline (couleur bleue) permettant de visualiser les différents tissus. Les immunomarquages de la protéine E6 sont révélés par la coloration brune sur les coupes histologiques.

Document 6 : Mécanisme d'action de la protéine virale E6 après une infection HPV

D'après Idres *et al.*, *Molecular Diagnosis & Therapy*, 2022.

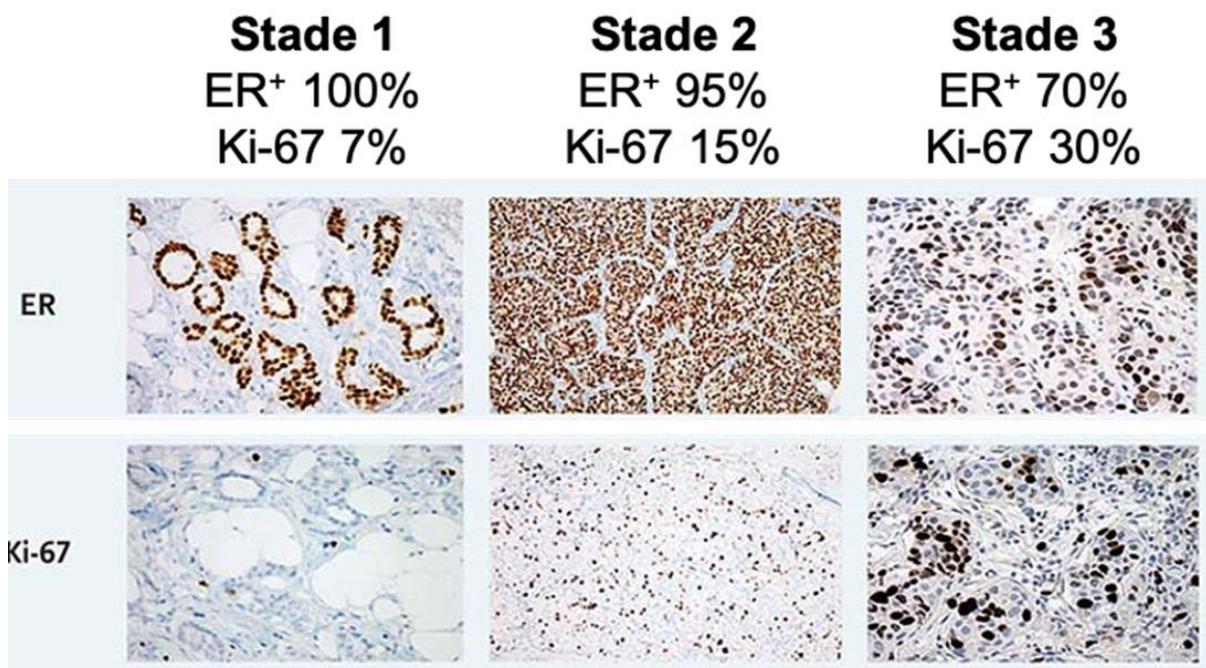


p53: Facteur de transcription E6AP, Ub : autres protéines cellulaires E6 : protéine virale
→ Lien d'activation

Document 7 : Niveaux d'expression du récepteur aux œstrogènes et de prolifération cellulaire dans les cancers du sein

D'après Burstein, H. J. *New England Journal Medicine*, 2020.

Cancers du sein



Grossissement $\times 100$

ER : Récepteur aux œstrogènes. **Ki-67** : Protéine indiquant la prolifération cellulaire.

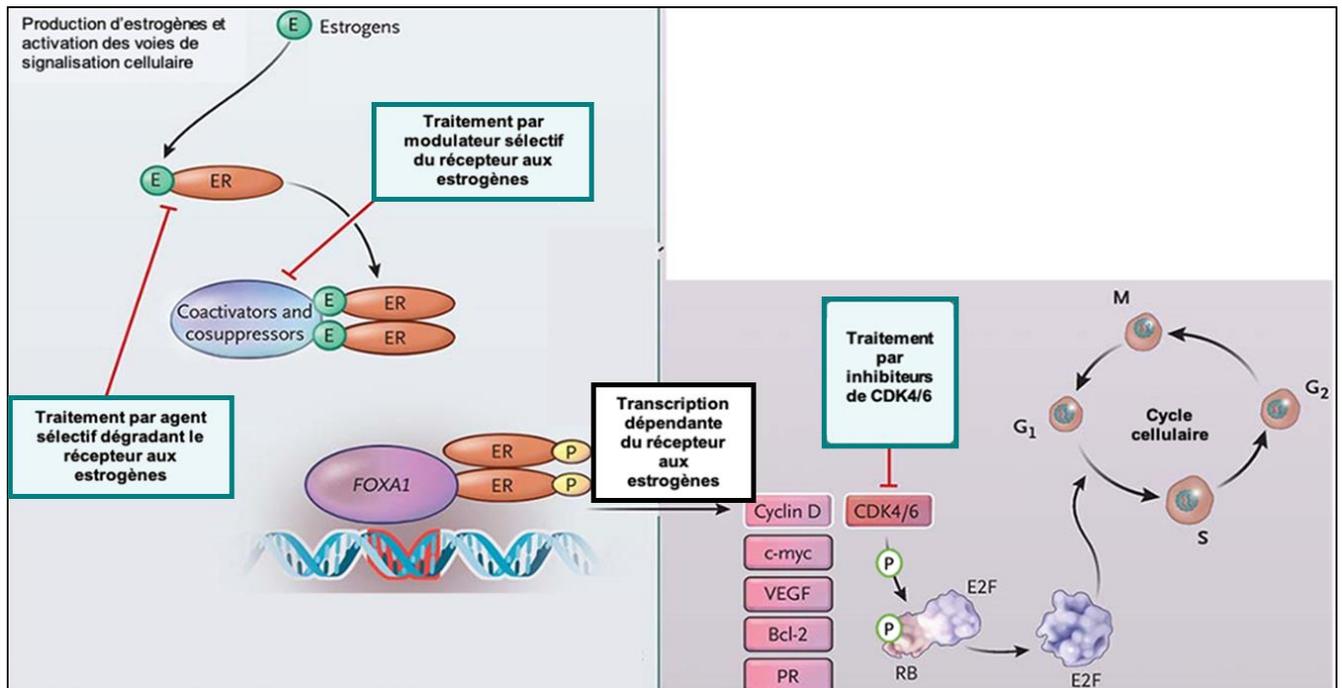
Les stades 1 à 3 décrivent les caractéristiques de taille et d'agressivité de la tumeur principale. Un numéro élevé signifie que la tumeur est grosse ou s'est développée en profondeur dans l'organe ou les tissus voisins.

Les immunomarquages sont révélés par la coloration brune sur les coupes histologiques des prélèvements de cancers du sein de différents grades.

Les taux présentés reflètent les pourcentages de cellules sur la lame histologique exprimant les protéines ER et Ki-67.

Document 8 : Voie de signalisation des œstrogènes et stratégies de traitements thérapeutiques

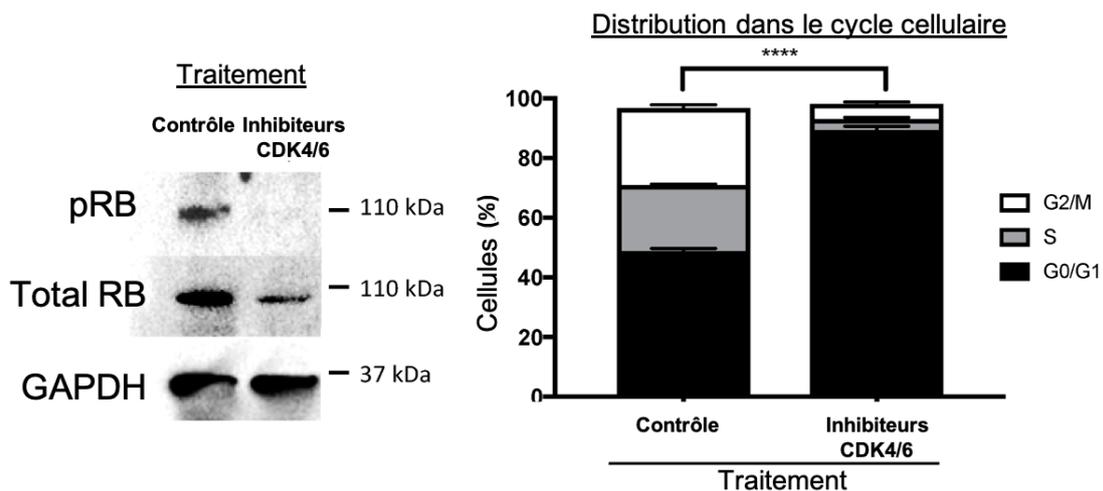
D'après Burstein, H. J. *New England Journal Medicine.*, 2020.



E : œstrogènes ; ER : récepteur aux œstrogènes ; FOXA1 : Facteur de transcription
 Cyclin D, c-myc, VEGF, Bcl-2, PR, CDK4/6, RB, E2F : protéines de contrôles du cycle cellulaire
 → Lien d'activation —| Lien d'inhibition

Document 9 : Impact du traitement par inhibiteurs de CDK4/6 sur RB et le cycle cellulaire

D'après Saleh *et al.*, *Cancers*, 2023.



Les cellules sont traitées par des inhibiteurs de CDK4/6 ou une solution contrôle pendant 72 h. La protéine RB (Total RB) et sa forme phosphorylée (pRB) sont analysées par western-blot (figure gauche). La ligne GAPDH est un témoin de charge ; la protéine GAPDH étant en quantité constante dans les cellules.

La répartition des cellules dans les différentes phases du cycle est quantifiée (figure droite).

Document 10 : Résultats, tels que produits par des élèves, d'une évaluation diagnostique réalisée via le site Wooclap®

Selon vous, qu'est ce que le cancer ?

C'est une maladie grave qui peut-etre mortelle si on	Une maladie	C'est quand le corps fabrique des cellules cancérigène	Une tumeur dans un organe	Une maladie du à la production de cellules cancéreuse.
Une maladie qui touche un endroit chez l'humain en	Une maladie très grave où l'o peut mourir si on ne la soigne	une maladie	Une maladie plus complexe que la moyenne	Une maladie
Une maladie	Une maladie	Une maladie	une tumeur maline	une maladie
Une maladie	Un signe astrologique			
Une maladie				

Citer un facteur qui pour vous est responsable de l'émergence d'un cancer.

L'exposition au soleil (mauvaise Cheveux
Le soleil vie Cigarette hygiène
l'alcool Le stress Fumer Soleil exposition
le surpoids Stresse l'alimentation mauvaise L'âge
L'obésité soleil) La mauvaise alimentation alimentation
la cigarette Gènes (famille)

Citer des pratiques thérapeutiques permettant de traiter le cancer

Types spécifiques de drogues	chimiothérapie	Doliprane	Chimiothérapie	chimiothérapie
chimiothérapie	Chimiothérapie	Les chimiothérapie	Médicaments	Chimiothérapie
Chimiothérapie	Chimiothérapie	Chimiothérapie	la chimiothérapie	La chimiothérapie
Chimiothérapie	La chimiothérapie			

Document 11 : Étiologie de l'infection par le papillomavirus humain (HPV)

D'après <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/infections-sexuellement-transmissibles/infection-par-le-papillomavirus-humain-hpv>, janvier 2023.

Il existe plus de 100 types d'HPV. Certains infectent l'épithélium cutané et provoquent des verrues cutanées. Certains types infectent principalement les muqueuses de la région anogénitale, ainsi que les zones oropharyngées et laryngées.

Les manifestations importantes anogénitales d'HPV comprennent :

- verrues génitales condylome acuminé
- néoplasie intraépithéliale et carcinome du col de l'utérus, de la vulve, du vagin, de l'anus ou du pénis
- cancers du larynx et de l'oropharynx
- Papulose bowénoïde

Certaines données suggèrent que le HPV joue un rôle dans la pathogénie de certains cancers de la vessie.

Les condylomes acuminés sont des verrues anogénitales bénignes, le plus souvent provoquées par les types d'HPV 6 et 11, comme le sont les verrues laryngées et oropharyngées. Pratiquement tous les cancers du col utérin sont causés par le HPV; environ 70 % est causé par les types 16 et 18, et beaucoup des restants sont dus aux types 31, 33, 45, 52 et 58. Les types de HPV qui touchent principalement la région ano-génitale peuvent être transmis à l'oropharynx par contact oro-génital; le type 16 semble responsable de nombreux cas de cancer de l'oropharynx. Les HPV de types 16 et 18 peuvent également causer des cancers d'autres sites, dont la vulve, le vagin, l'anus et le pénis.

Pratiquement tous les cancers du col de l'utérus sont causés par le papillomavirus humain.

Le HPV est transmis par les lésions lors d'un contact avec la peau ou la muqueuse. Les types qui affectent la région anogénitale sont habituellement transmis sexuellement par des rapports vaginaux ou anaux, mais un contact digital, oral et génital sans pénétration peuvent être en cause.

Les verrues génitales sont plus fréquentes chez les patients immunodéprimés. La vitesse de développement est variable, mais la grossesse, un déficit immunitaire ou la macération de la peau peuvent accélérer la croissance et la diffusion des verrues.

Un vaccin 9-valent et un vaccin quadrivalent protègent contre les 2 types d'HPV (types 6 et 11) qui causent plus de 90 % des verrues génitales visibles. Ces vaccins protègent également contre les 2 types d'HPV (types 16 et 18) qui sont responsables de la plupart des cancers du col de l'utérus. Le vaccin 9-valent protège également contre d'autres types d'HPV (types 31, 33, 45, 52 et 58), qui sont responsables d'environ 15 % des cancers du col de l'utérus. Un vaccin bivalent ne protège que contre les types 16 et 18.

Seul le vaccin 9-valent est disponible aux États-Unis.

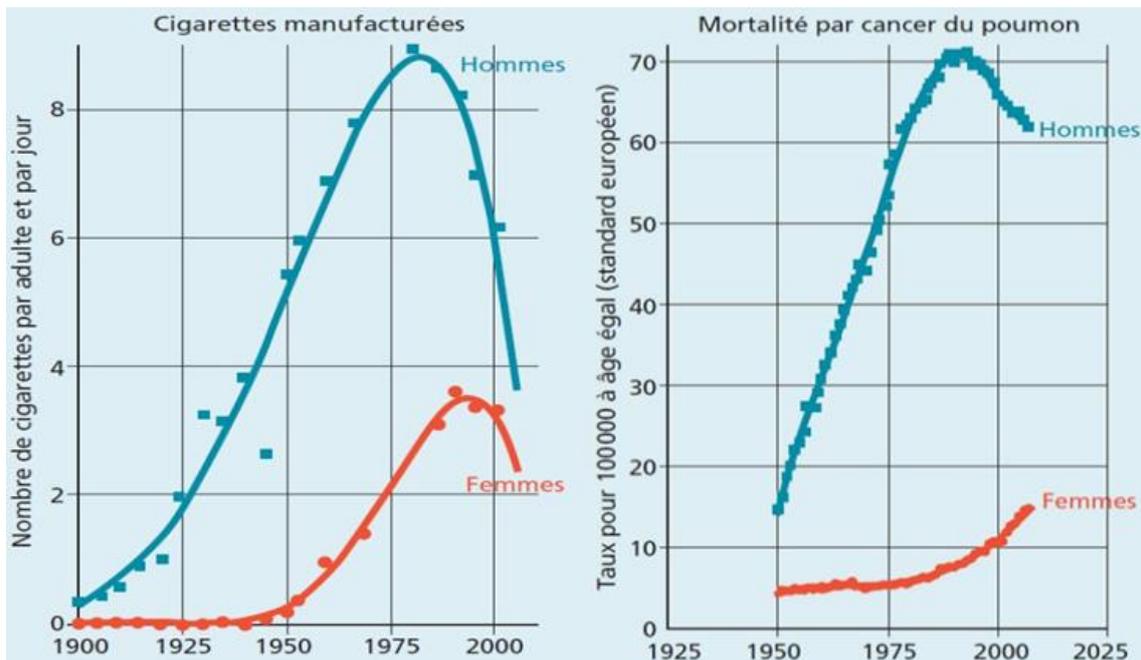
Les recommandations actuelles de l'*Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP)* des *Centers for Disease Control* sont les suivantes :

- pour les sujets de sexe féminin et masculin jusqu'à l'âge de 26 ans : le vaccin contre le HPV est recommandé à l'âge de 11 ou 12 ans (on peut commencer à l'âge de 9 ans) et chez les patients non vaccinés ou insuffisamment vaccinés jusqu'à l'âge de 26 ans.
- pour les adultes de 27 à 45 ans : les médecins doivent s'engager dans une discussion partagée avec les patients afin de déterminer s'ils doivent être vaccinés.

Le HPV pouvant être transmis par contact cutané, les préservatifs ne protègent pas complètement contre l'infection.

Document 15 : Consommation de tabac et cancer du poumon en France

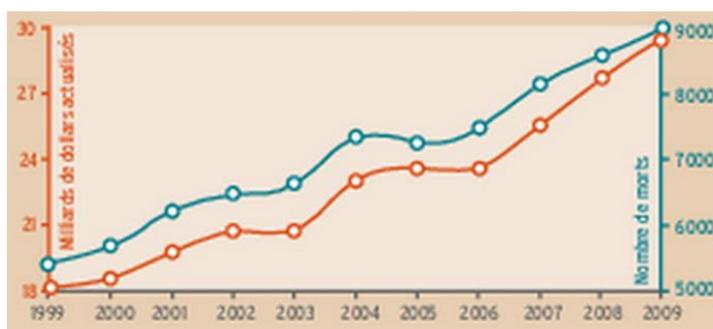
Extrait de Hill C, Jouglu E et Beck F, *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, n° 19-20, p. 210-213, 25 mai 2010, site de Santé Publique France, <https://www.santepubliquefrance.fr>; dernière consultation le 30 octobre 2024.



Document 16 : L'effet cigogne

D'après Mangin L. in dossier pour la science n°85, octobre 2014

Le taux de natalité augmente avec le nombre de nids de cigognes dans une région... c'est donc les cigognes qui apportent les bébés ! Ce type de raisonnement douteux est un travers répandu. Il est illustré par le sophisme « *Cum hoc ergo propter hoc* » (Avec ceci, donc à cause de ceci). Dans son livre *Spurious Correlations*, Tyler Vigen, analyste militaire et étudiant à Harvard, illustre cet effet :



Budget science et pendaisons

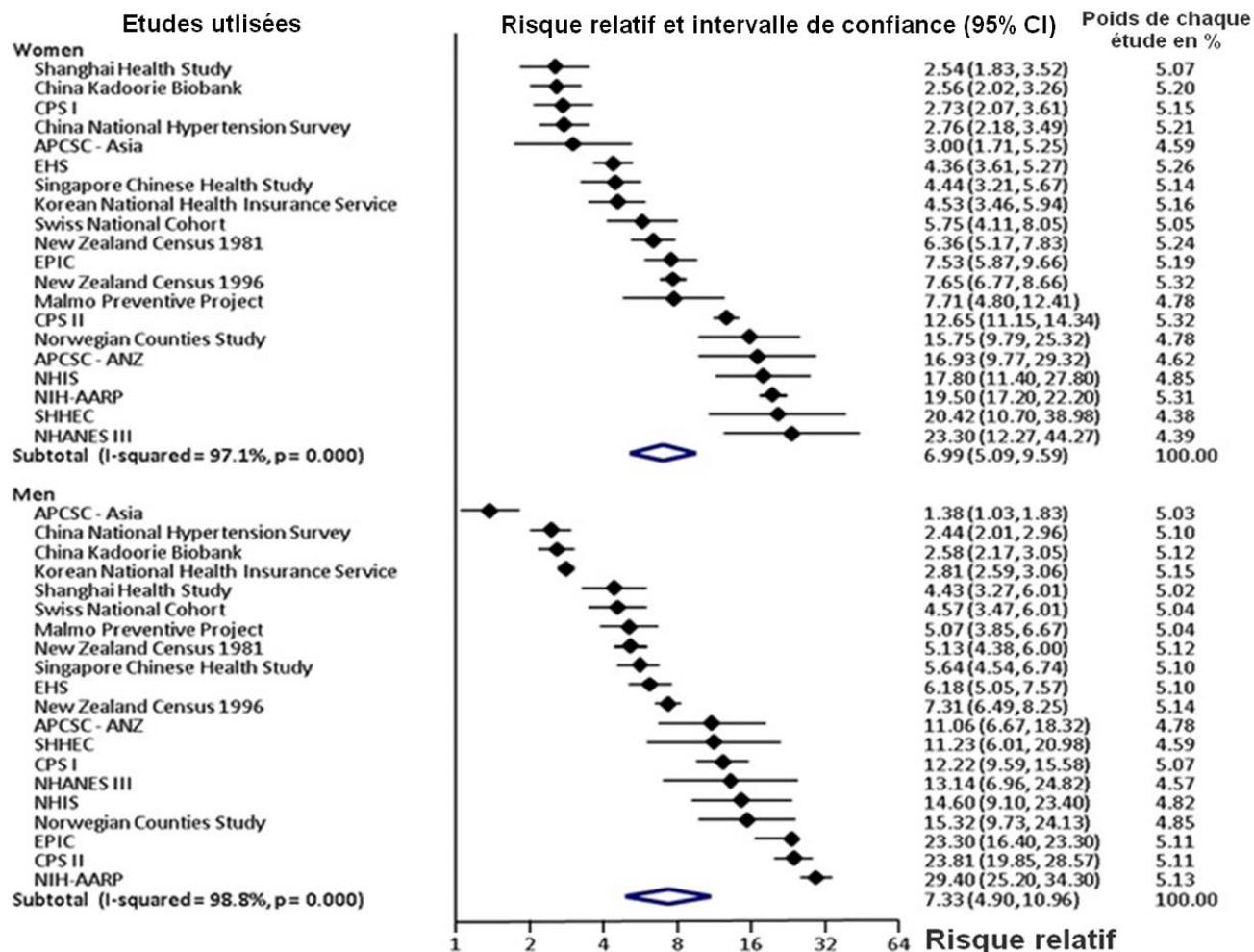
Le budget annuel américain (en orange) alloué à la science est corrélé au nombre de suicides par pendaison (en bleu)

Coefficient de corrélation : 0,992

Document 17 : Méta-analyse analysant le risque relatif de développer un cancer du poumon lorsque l'on est fumeur *versus* non-fumeur

Extrait de O'Keeffe LM, Taylor G, Huxley RR *et al.*, *British Medical Journal Open*, 2018.

Les données de 29 études représentant 99 études de cohorte, 7 millions de sujets et plus de 50000 cas de cancer du poumon ont été inclus ici.



Document 18 : Les niveaux de preuve en science

D'après European Patients' Academy on therapeutic Innovation, dernière consultation le 15 mars 2024.



Document 19 : Réduire l'exposition aux nitrites et aux nitrates dans l'alimentation

D'après Agence Nationale Sécurité Sanitaire Alimentaire Nationale (ANSES), version du 12 juillet 2022.



Une pluralité de sources d'exposition

Les nitrates et les nitrites sont présents dans notre alimentation du fait :

- de la présence naturelle des nitrates dans les sols (cycle de l'azote), dont la concentration peut être renforcée par des activités agricoles, et dans les ressources en eaux ;
- de leur utilisation en tant qu'additifs alimentaires (E249, E250, E251, E252) pour leurs propriétés antimicrobiennes dans la charcuterie et les viandes transformées principalement ;
- de leur accumulation dans les végétaux.

Environ deux tiers de l'exposition alimentaire aux nitrates provient de la consommation de produits végétaux, [...] et un quart est associé à l'eau de boisson. Moins de 4 % de l'exposition alimentaire aux nitrates est due à leur utilisation en tant qu'additifs alimentaires dans la charcuterie.

Concernant les nitrites, plus de la moitié de l'exposition provient de la consommation de charcuterie du fait des additifs nitrités utilisés pour leur préparation.

Association entre cancer colorectal et exposition aux nitrites et nitrates

Les nitrites et les nitrates ingérés via les aliments et l'eau sont connus pour engendrer la formation de composés nitrosés, dont certains sont cancérigènes et génotoxiques pour l'être humain.

L'Anses a analysé les publications scientifiques en cancérologie parues depuis 2017 [...]. Elle confirme l'existence d'une association entre le risque de cancer colorectal et l'exposition aux nitrites et/ou aux nitrates, qu'ils soient ingérés par la consommation de viande transformée, ou via la consommation d'eau de boisson. Plus l'exposition à ces composés est élevée, plus le risque de cancer colorectal l'est également dans la population. [...]

Niveaux d'expositions, valeurs de référence et leviers d'action

[...]

En France, [...] Alors que les limites d'expositions sont majoritairement respectées, les expositions sont néanmoins associées à la formation de composés augmentant la probabilité de cancers. C'est pourquoi l'Agence considère que l'ajout intentionnel des nitrites et des nitrates dans l'alimentation doit se faire dans une approche « aussi bas que raisonnablement possible ». Des leviers existent pour la mettre en œuvre.

Réduire les additifs dans les charcuteries : à chaque type de produit sa solution

Dans les charcuteries, l'ajout de nitrates et de nitrites vise notamment à limiter le développement des bactéries à l'origine de maladies [...]. Selon l'Agence, la réduction de leur utilisation aussi basse que raisonnablement possible peut être envisagée à la condition impérative de prendre des mesures pour maîtriser le risque de contamination par ces bactéries par d'autres moyens. [...] Par exemple, pour le jambon cuit, la réduction des nitrites pourrait s'accompagner du raccourcissement de la date limite de consommation. [...]

Les extraits végétaux apportent aussi des nitrates et nitrites

Certains fabricants utilisent des extraits végétaux ou des bouillons de légumes comme substituts aux additifs nitrés. Cela ne constitue pas une réelle alternative dans la mesure où ils contiennent naturellement des nitrates qui, sous l'effet de bactéries, sont convertis en nitrites. [...]

Pour limiter leur exposition aux nitrates et nitrites, l'Anses rappelle également aux consommateurs de :

- limiter leur consommation de charcuterie à 150 grammes par semaine ;
- avoir une alimentation variée et équilibrée, avec au moins cinq portions de fruits et légumes par jour d'origine différente.

Document 20 : Interview de Bernard Vallat, président de la Fédération française des Industriels Charcutiers Traiteurs

D'après un article rédigé par France Info ; publié le 12 juillet 2022.

[...]

France info : Allez-vous suivre les recommandations et utiliser moins de nitrites ?

Bernard Vallat : Nous les suivons déjà. On remarque que l'avis de l'Anses ne remet pas en cause l'utilisation ni l'intérêt des nitrates et des nitrites tels qu'ils sont utilisés actuellement. La réglementation européenne prévoit un plafond maximal de 150 milligrammes de nitrites par kilo de charcuterie et, à travers une politique volontariste de réduction de nos entreprises et des artisans charcutiers, nous sommes à 100 milligrammes, donc nous sommes déjà très nettement en dessous du plafond fixé par l'Europe. [...] Nous sommes engagés à réduire progressivement et, bien entendu, sans mettre en danger la santé des consommateurs du fait des risques microbiens puisque les nitrites et les nitrates sont un puissant protecteur vis-à-vis des proliférations microbiennes.

France info : Le député [...] Richard Ramos, auteur d'une proposition de loi pour interdire les nitrites, assure que l'argument sanitaire ne tient pas car aujourd'hui, "des millions de tranches se mangent sans nitrites, avec zéro retour de botulisme ou salmonellose (maladies liées à des bactéries)". Est-ce que vous pouvez enlever l'ensemble des nitrites ?

Bernard Vallat : On conteste cet argument. Tous les pays du monde recommandent l'usage des nitrites, sans exception. Et la France, avec le Danemark, est aujourd'hui le pays du monde qui en utilise le moins. [...]. Certains industriels, qui produisent de très gros volumes et qui ont pu faire des investissements très importants, arrivent à produire des jambons cuits sans nitrites en utilisant un nouvel additif [...] à base d'agrumes, [...] constitué d'extraits végétaux riches en polyphénols et en vitamine C, qui évitent l'oxydation du jambon et permettent de le conserver vingt jours. Il permet au jambon de garder le même goût, la même couleur mais on est obligé de le consommer très vite une fois qu'on a ouvert la barquette, il contient un peu plus de sel et il est plus cher. Il y a environ 11 % de ce type de jambons qui sont vendus dans les grandes surfaces.

France info : Pourquoi tout le monde ne fait pas ça ?

Bernard Vallat : Car cette production nécessite de gros investissements que seuls les gros industriels peuvent se permettre. [...]

France info : Bernard Vallat : Peut-on, par exemple, raccourcir les dates limites de consommation, comme le propose l'Anses ?

Bien sûr, c'est la responsabilité du fabricant de la fixer en fonction de l'évaluation du risque de son produit. On peut toujours réduire les dates limites de consommation mais les consommateurs, en achetant des charcuteries, s'attendent le plus souvent à pouvoir les consommer progressivement et pas dans les 24 heures qui suivent leur achat.

Document 21 : Extraits des programmes de SVT

Document 21a : Extraits du programme première spécialité SVT (3 extraits)

Préambule

■ Les objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre au lycée

L'enseignement des sciences de la vie et de la Terre (SVT) au lycée vise à dispenser une formation scientifique solide préparant à l'enseignement supérieur. Dans le prolongement du collège, il poursuit la formation civique des élèves. À partir de bases générales établies en seconde, les enseignements de spécialités de première et de terminale conduisent à des approfondissements, à des approches complémentaires et à des généralisations ainsi qu'à une pratique de méthodes et de raisonnements scientifiques plus aboutis. Discipline en prise avec l'évolution rapide des connaissances et des technologies, les SVT permettent à la fois la compréhension d'objets et de méthodes scientifiques et l'éducation en matière d'environnement, de santé, de sécurité, contribuant ainsi à la formation des futurs citoyens.

Dans ses programmes, la discipline porte trois objectifs majeurs :

- renforcer la maîtrise de connaissances validées scientifiquement et de modes de raisonnement propres aux sciences et, plus généralement, assurer l'acquisition d'une culture scientifique assise sur les concepts fondamentaux de la biologie et de la géologie ;
- participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation civique en appréhendant le monde actuel et son évolution dans une perspective scientifique ;
- préparer les élèves qui choisiront une formation scientifique à une poursuite d'études dans l'enseignement supérieur et, au-delà, aux métiers auxquels elle conduit.

■ La Terre, la vie et l'organisation du vivant

Transmission, variation et expression du patrimoine génétique

L'étude s'appuie sur les connaissances acquises en collège et en classe de seconde sur la molécule d'ADN et les divisions cellulaires. Les élèves apprennent comment le matériel génétique est transmis lors de la multiplication cellulaire, d'une génération à l'autre et comment il s'exprime dans les cellules vivantes. La reproduction conforme et la variation génétique issue des mutations sont expliquées par l'étude de la réplication de l'ADN. Les mécanismes de transcription et de traduction de l'information génétique sont explicités jusqu'à leur aboutissement : la synthèse de molécules d'ARN et de protéines qui sont à la base du fonctionnement d'une cellule vivante.

Mutations de l'ADN et variabilité génétique

Connaissances

Des erreurs peuvent se produire aléatoirement lors de la réplication de l'ADN. Leur fréquence est augmentée par l'action d'agents mutagènes. L'ADN peut également être endommagé en dehors de sa réplication.

Les mutations sont à l'origine de la diversité des allèles au cours du temps. Selon leur nature elles ont des effets variés sur le phénotype.

Les erreurs répliquatives et les altérations de l'ADN peuvent être réparées par des mécanismes spécialisés impliquant des enzymes. Si les réparations ne sont pas conformes, la mutation persiste à l'issue de la réplication et est transmise au moment de la division cellulaire.

Chez les animaux dont l'être humain, une mutation survient soit dans une cellule somatique (elle sera présente dans le clone issu de cette cellule) soit dans une cellule germinale (elle devient potentiellement héréditaire).

Notions fondamentales : *allèles, mutations, nature et fréquence des mutations, mutations spontanées et induites, systèmes de réparation, ADN polymérase.*

Objectifs : *les élèves acquièrent des connaissances fondamentales sur la formation des mutations. La notion d'allèles s'applique à tout segment d'ADN codant ou non.*

Capacités

- Concevoir et réaliser un protocole pour étudier l'action d'un agent mutagène (par exemple les UV) sur la survie des cellules et sur l'apparition de mutants. Quantifier.
- Recenser et exploiter des informations permettant de montrer l'influence d'agents mutagènes physiques (rayonnements) ou chimiques (molécules).
- Recenser et exploiter des informations permettant de caractériser des mutations.
- Recenser et exploiter des informations sur la diversité allélique au sein des populations (par exemple humaine).
- Recenser et exploiter des informations de recherche sur les génomes des trios (père, mère, enfant) afin de se faire une idée sur la fréquence et la nature des mutations spontanées chez l'être humain.
- Exploiter des bases de données pour mettre en relation des mutations et leurs effets.

Précisions : *on distinguera les mutations spontanées de l'ADN des modifications introduites volontairement par génie génétique conduisant par exemple à la création d'OGM, aux thérapies géniques, etc.*

L'action des agents mutagènes est étudiée à titre d'exemple mais le mécanisme n'est pas attendu. Aucune exhaustivité n'est attendue pour la présentation de ces agents. La liste des mutations possibles n'est pas attendue. Les mécanismes de réparation de l'ADN ne doivent pas être détaillés. Pour des expériences impliquant des microorganismes, on respecte des protocoles stricts concernant à la fois la culture de microorganismes et leur destruction systématique en fin de manipulation.

■ Corps humain et santé

Variation génétique et santé

Altérations du génome et cancérisation

Connaissances

Des modifications du génome des cellules somatiques surviennent au cours de la vie individuelle par mutations spontanées ou induites par un agent mutagène ou certaines infections virales. Elles peuvent donner naissance à une lignée cellulaire dont la prolifération incontrôlée est à l'origine de cancers.

On connaît, de plus, des facteurs génétiques hérités qui modifient la susceptibilité des individus à différents types de cancers.

La connaissance des causes d'apparition d'un type de cancers permet d'envisager des mesures de protection (éviter des agents mutagènes, surveillance régulière en fonction de l'âge, vaccination), de traitements (médicaments, thérapie génique par exemple) et de guérison.

Notions fondamentales : mutations, cancérisation, facteurs de risques.

Objectifs : les élèves acquièrent les connaissances fondamentales sur le développement des cancers, sur leurs origines et leurs formes multiples. Ils comprennent que l'identification de l'origine de certains cancers permet la mise en œuvre de mesures de santé publique.

Capacités

- Recenser, extraire et organiser des informations pour identifier les facteurs de cancérisation (agents mutagènes, infections virales, susceptibilité génétique).
- Estimer l'augmentation du taux de mutation induit par un agent mutagène.
- Recenser les causes multiples pouvant concourir au développement de certains cancers (pulmonaire, hépatique, peau) et les mesures de prévention possibles (limitation de l'exposition aux UV et à diverses pollutions chimiques, politique antitabac, etc.).
- Identifier l'importance, en matière de santé publique, de certains virus liés à la cancérisation (hépatite B, papillomavirus) et connaître les méthodes de prévention possibles (vaccination).

Précisions : les mécanismes moléculaires de la cancérisation ne sont pas à traiter.

Document 21b : Préambule et extrait du programme première enseignement scientifique (2 extraits)

Préambule

L'ensemble des disciplines scientifiques concourt à la compréhension du monde, de son organisation, de son fonctionnement et des lois qui le régissent. Elles permettent aussi de maîtriser les outils et les technologies imaginés et mis en œuvre par les êtres humains. L'histoire des sciences raconte une aventure de l'esprit humain, lancé dans une exploration du monde (la science pour savoir) et dans une action sur le monde (la science pour faire). Le développement des sciences et des technologies a profondément modifié les conditions de vie des êtres humains et les sociétés dans lesquelles ils vivent. Cela s'est traduit par d'importants progrès, dans les domaines de l'alimentation, de la santé, de la communication, des transports, etc. Grâce à ses inventions, l'être humain a les moyens de transformer son environnement immédiat. Les activités humaines utilisent massivement des ressources naturelles et produisent des déchets. Elles peuvent modifier les équilibres à l'échelle de la planète (biodiversité, climat, etc.).

Par, notamment, l'approche scientifique, l'être humain dispose des outils intellectuels nécessaires pour devenir un acteur conscient et responsable de sa relation au monde et de la transformation des sociétés. L'approche scientifique nourrit le jugement critique et rencontre des préoccupations d'ordre éthique. Ainsi, c'est de façon rationnellement éclairée que chacun doit être en mesure de participer à la prise de décisions, individuelles et collectives, locales ou globales.

La science construit peu à peu un corpus de connaissances grâce à des méthodes spécifiques. Elle élabore un ensemble de théories, établit des lois, invente des concepts, découvre des mécanismes, effectue des mesures, analyse et traite des données, explique des processus, etc. ; cet ensemble se perfectionne par la confrontation à des faits nouvellement connus, souvent en lien avec l'évolution des techniques. Le savoir scientifique est une construction collective qui a une histoire. Il est fondé sur le raisonnement rationnel et la recherche de causes matérielles ; il se développe parfois en réfutation des intuitions premières au-delà desquelles la recherche doit s'aventurer.

La compréhension de l'histoire des savoirs scientifiques et de leur mode de construction, la pratique véritable d'une démarche scientifique (y compris dans sa dimension concrète) cultivent des qualités de l'esprit utiles à tous. Ainsi, en pratiquant la science, chacun fait croître ses connaissances, son intelligence, sa curiosité, sa raison, son habileté manuelle, son humilité devant les faits et les idées, pour enrichir son savoir.

Le but essentiel de l'enseignement scientifique dispensé dans le tronc commun de la filière générale du lycée est de donner une formation scientifique à tous les élèves, tout en offrant un solide ancrage à ceux qui poursuivent des études scientifiques. Il ne vise pas à construire un savoir encyclopédique, mais cherche plutôt à atteindre trois buts intimement liés :

- contribuer à faire de chaque élève une personne lucide, consciente de ce qu'elle est, de ce qu'est le monde et de ce qu'est sa relation au monde ;
- contribuer à faire des élèves des citoyens responsables, qui connaissent les conséquences de leurs actions sur le monde et disposent des outils nécessaires pour les analyser et les anticiper ;
- contribuer au développement en chaque élève d'un esprit rationnel, autonome et éclairé, capable d'exercer une analyse critique face aux fausses informations et aux rumeurs

1.3 — Une structure complexe : la cellule vivante

Dans le monde, la matière s'organise en structure d'ordre supérieur à l'échelle moléculaire. Cette partie du programme se fixe comme objectif de montrer les caractéristiques essentielles de la vie par rapport au non-vivant.

Un exemple est ici proposé : la cellule, unité fondamentale de la vie.

Savoirs	Savoir-faire
<p>La découverte de l'unité cellulaire est liée à l'invention du microscope.</p> <p>L'observation de structures semblables dans de très nombreux organismes a conduit à énoncer le concept général de cellule et à construire la théorie cellulaire.</p> <p>Plus récemment, l'invention du microscope électronique a permis l'exploration de l'intérieur de la cellule et la compréhension du lien entre échelle moléculaire et cellulaire.</p>	<p>Analyser et interpréter des documents historiques relatifs à la théorie cellulaire.</p> <p>Situer les ordres de grandeur : atome, molécule, organite, cellule, organisme.</p> <p>Relier l'échelle de la cellule, de ses organites et des molécules qui la constituent.</p> <p>↔ Échelle, proportionnalité.</p>
<p>La cellule, unité fondamentale du vivant, est un milieu réactionnel aqueux séparé de l'extérieur par la membrane plasmique.</p> <p>Le fonctionnement cellulaire nécessite un apport en énergie, la cellule est donc en interaction permanente avec son environnement avec lequel elle réalise de nombreux échanges.</p>	<p>Mettre en évidence des échanges au travers de la membrane plasmique.</p> <p>Discuter du statut des virus : vivants ou non vivants.</p> <p>Relier la présence de molécules exogènes avec le bon fonctionnement cellulaire, mais également avec des dysfonctionnements.</p>

Pistes de mise en œuvre du programme

Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration

Histoire des sciences : la construction de la notion de membrane plasmique.

Histoire des sciences : la naissance de la biologie moléculaire, une synergie entre disciplines.

Histoire des sciences : la découverte des virus.

Sciences, société et environnement

Des toxiques cellulaires présents dans l'environnement (protoxyde d'azote, alcool, solvants, métaux lourds, composés chimiques libérés par les cigarettes, etc.).

Des êtres vivants pour dépolluer (bactéries, plantes, etc.).

Reproduire ou modifier des fonctionnements cellulaires : la biologie de synthèse.

Des questions de bioéthique : cellules souches, thérapie cellulaire, etc.

Sciences de la vie et de la Terre

Les professeurs veillent à la progressivité et à la continuité dans les apprentissages des notions et concepts, sur l'ensemble du cycle, pour laisser aux élèves le temps nécessaire à leur assimilation. Dans le prolongement des approches en cycle 2 (questionner le monde) et en cycle 3 (sciences et technologie), il s'agit dans le cadre de l'enseignement de sciences de la vie et de la Terre au cours du cycle 4 de permettre à l'élève :

- d'accéder à des savoirs scientifiques actualisés, de les comprendre et les utiliser pour mener des raisonnements adéquats, en reliant des données, en imaginant et identifiant des causes et des effets ;
- d'appréhender la complexité du réel en utilisant le concret, en observant, en expérimentant, en modélisant ;
- de distinguer les faits des idées ;
- d'appréhender la place des techniques, leur émergence, leurs interactions avec les sciences ;
- d'expliquer les liens entre l'être humain et la nature ;
- d'expliquer les impacts générés par le rythme, la nature (bénéfices/nuisances) et la variabilité des actions de l'être humain sur la nature ;
- d'agir en exerçant des choix éclairés, y compris pour ses choix d'orientation ;
- d'exercer une citoyenneté responsable, en particulier dans les domaines de la santé et de l'environnement, pour :
 - o construire sa relation au monde, à l'autre, à son propre corps ;
 - o intégrer les évolutions des domaines social, économique et technologique ;
 - o assumer les responsabilités sociales et éthiques qui découlent des choix opérés.

L'éducation au développement durable, au changement climatique et à la biodiversité est un enjeu majeur de formation des élèves. Les savoirs et compétences nécessaires pour étudier ces thématiques constituent l'un des fils conducteurs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre. Il s'agit de comprendre l'effet de certaines activités humaines sur l'environnement sans se limiter à une vision anthropocentrée du monde. Il s'agit aussi de permettre aux jeunes de distinguer faits et savoirs scientifiques des opinions et des croyances, pour entrer dans une relation scientifique avec les phénomènes naturels ou techniques, et le monde vivant. Cette posture scientifique est faite d'attitudes (curiosité, ouverture d'esprit, esprit critique, exploitation positive des erreurs...) et de capacités (observer, expérimenter, modéliser...).

Le corps humain et la santé

L'activité physique et les systèmes cardio-vasculaire et respiratoire, le fonctionnement du système nerveux, le monde microbien que nous abritons ou côtoyons, la nutrition et la reproduction sont des sujets d'étude fondamentaux et indispensables pour comprendre les bases physiologiques humaines. Cette partie du programme permet de faire le lien avec le troisième objectif de développement durable défini par les Nations unies « Bonne santé et bien-être ».

Attendus de fin de cycle

- Expliquer quelques processus biologiques impliqués dans le fonctionnement de l'organisme humain, jusqu'au niveau moléculaire : activités musculaire, nerveuse, cardio-vasculaire et respiratoire, activité cérébrale, alimentation et digestion, relations avec le monde microbien, reproduction et sexualité.
- Relier la connaissance de ces processus biologiques aux enjeux liés aux comportements responsables individuels et collectifs en matière de santé.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<p>Expliquer comment le système nerveux, le système respiratoire et le système cardiovasculaire interviennent lors d'un effort musculaire, en identifiant les capacités et les limites de l'organisme.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rythmes cardiaque et respiratoire, et effort physique <p>Mettre en évidence le rôle du cerveau dans la réception et l'intégration d'informations multiples.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Message nerveux, centres nerveux, nerfs, cellules nerveuses. <p>Relier quelques comportements à leurs effets sur le fonctionnement du système nerveux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Activité cérébrale ; hygiène de vie : conditions d'un bon fonctionnement du système nerveux, perturbations par certaines situations ou consommations (seuils, excès, dopage, limites et effets de l'entraînement). 	<p>Ce thème se prête :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à l'histoire des sciences, lorsque l'élève situe dans son contexte historique et technique l'évolution des idées sur la vaccination et les antibiotiques ; - à l'interprétation évolutive d'adaptations concernant le fonctionnement humain ; - à la prévention de conduites addictives ; - aux applications biotechnologiques, lorsque l'élève explique, à partir des connaissances acquises, les procédés et étapes de fabrication de vaccins et de techniques de procréation médicalement assistée. <p>L'élève construit ses compétences par des collaborations avec des partenaires dans le domaine de la santé (médecins, sportifs, etc.).</p> <p>Les exemples et les démarches choisies permettent à l'élève d'envisager les facteurs du bien-être physique, social et mental, et découvrir l'intérêt et les logiques des politiques de santé publique. Cette thématique contribue particulièrement à l'enseignement moral et civique.</p>
<p>Expliquer le devenir des aliments dans le tube digestif.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Système digestif, digestion, absorption ; aliments et nutriments. <p>Relier la nature des aliments et leurs apports qualitatifs et quantitatifs pour comprendre l'importance de l'alimentation pour l'organisme (besoins nutritionnels).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupes d'aliments, besoins alimentaires, besoins nutritionnels et diversité des régimes alimentaires. 	

Croisements entre enseignements

De par la variété de leurs objets d'enseignements, les sciences de la vie et de la Terre se prêtent à de nombreux rapprochements et croisements avec d'autres disciplines : de la climatologie ou la gestion des risques naturels, avec l'histoire-géographie, aux sciences de la Terre avec la physique-chimie, en passant par la santé de l'organisme qui est liée à l'éducation physique, ou encore les biotechnologies qui mobilisent des connaissances de la discipline technologie.

- **Sciences, technologie et société, Information, communication, citoyenneté**

En lien avec la géographie, l'éducation physique et sportive, la technologie, le français, les mathématiques, les langues vivantes, l'éducation aux médias et à l'information.

- **Santé des sociétés**, épidémies, pandémies au cours du temps ; maladies émergentes ; gestion de la santé publique, enjeux nationaux et mondiaux ; prévention (vaccinations, traitement de l'eau, etc.) ; campagnes de protection (ouïe par exemple) ou de prévention (consommation de tabac par exemple, qualité de l'air) ; sciences et transmission de la vie ; le rapport à la maîtrise de la reproduction dans différents pays ; statistiques, risque et gestion du risque ; sécurité routière.

Document 22 : Les compétences psycho-sociales (CPS)

D'après ANSES, 2022.



Les compétences psychosociales

