

# LA VIE ETERNELLE: MYTHE OU OBJECTIF RAISONNABLE?

## UN ETAT DES AVANCÉES

Yves Gimbert  
Chercheur CNRS

[Yves.Gimbert@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:Yves.Gimbert@univ-grenoble-alpes.fr)

# Plutôt une pensée de l'immortalité

- le rapport de l'homme à lui-même,
- de l'homme à l'autre que lui (la transcendance, Dieu)
- de l'homme dans son rapport aux autres (son inscription dans la société des hommes, dans l'histoire, etc.).

# Plutôt une pensée de l'immortalité

L'évolution de la pensée de l'immortalité doit se contextualiser car fonction:

- des découvertes scientifiques,
- des changements de paradigmes et de représentation du monde,
- de l'évolution du rapport au temps, des croyances, etc.

# L'immortalité chez les Grecs

On parle plutôt de l'immortalisation

→ trois types d'activité :

- l'objet qui immortalise mon action (une oeuvre, une épopée, un monument...),
- l'action elle-même, en tant qu'elle est héroïque, glorieuse, et de ce fait mémorable,
- le choix de vie philosophique qui consiste à côtoyer les choses immortelles (les objets de la pensée).

**oeuvre, action mémorable, de vie philosophique**

# L'immortalité chez les Grecs

L'immortalité est associée à un espace commun qui permet à la liberté de se déployer, un espace politique où ces actions apparaissent.

Le politique est intrinsèquement lié à la possibilité d'une immortalité, c'est-à-dire pour les Grecs, d'une forme de mémoire qui exalte les valeurs de l'humanité

# L'immortalité chez les chrétiens: un changement de paradigme

L'immortalité est une **récompense divine** accordée après la mort à la suite **d'une vie animée par la foi et la spiritualité**

Le rapport au temps présent (au temps de la vie) est complètement modifié

L'espace politique s'efface derrière le royaume divin

# L'immortalité chez les chrétiens: un changement de paradigme

Le salut ne viendra pas du monde des hommes, et encore moins de leur communauté politique, mais de l'âme

Partition entre la terre et les cieux, le corps et l'âme



L'immortalité chez les  
transhumanistes...mais pas que

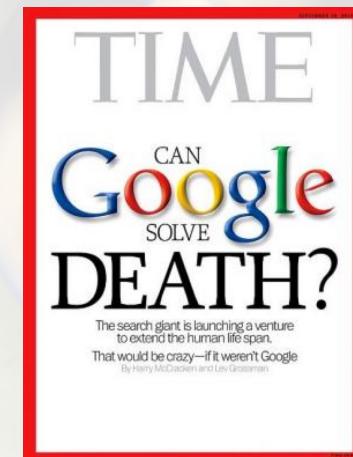
# Que nous dit Wikipedia?

« Le transhumanisme est un mouvement culturel et intellectuel prônant l'usage des sciences et des techniques afin de développer les capacités physiques et mentales des êtres humains. Le transhumanisme considère certains aspects de la condition humaine tels que le handicap, la souffrance, la maladie, le vieillissement ou la mort subie comme inutiles et indésirables. Dans cette optique, les penseurs transhumanistes comptent sur les biotechnologies et sur d'autres techniques émergentes... ».

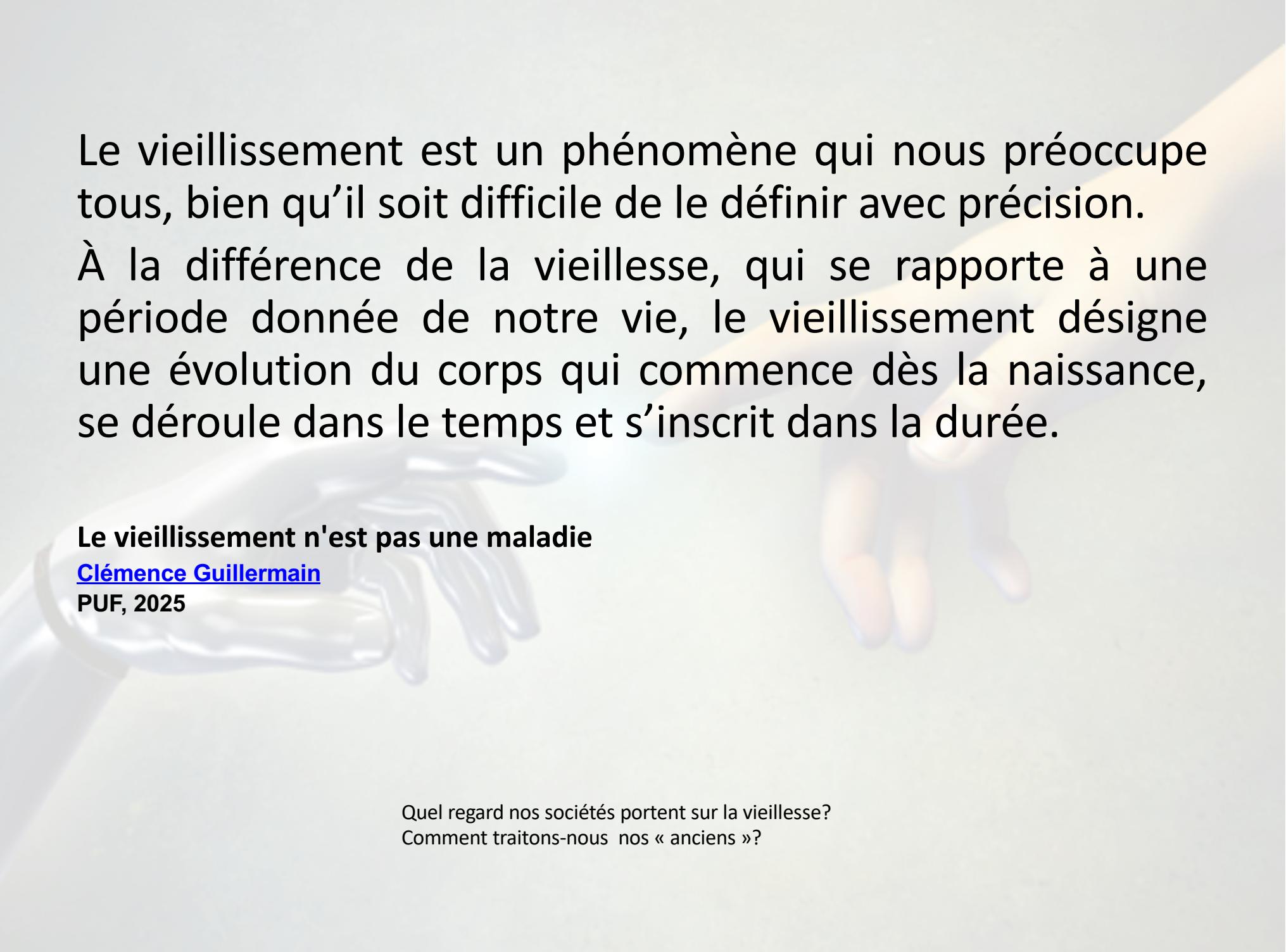
# A quoi bon avoir un cerveau renforcé si on meurt à 80 ans?

Objectif d'ici 2045 : augmenter notre espérance de vie de 20 ans

Google et Apple créent en 2013  
CALICO, dont l'objectif est de se  
concentrer sur le défi de la lutte  
contre le vieillissement et  
les maladies associées  
avec pour projet de “Tuer la mort”



Septembre 2013



Le vieillissement est un phénomène qui nous préoccupe tous, bien qu'il soit difficile de le définir avec précision.

À la différence de la vieillesse, qui se rapporte à une période donnée de notre vie, le vieillissement désigne une évolution du corps qui commence dès la naissance, se déroule dans le temps et s'inscrit dans la durée.

**Le vieillissement n'est pas une maladie**

[Clémence Guillerman](#)

PUF, 2025

Quel regard nos sociétés portent sur la vieillesse?  
Comment traitons-nous nos « anciens »?

# Peut-on définir la vieillissement sous l'angle de la biologie de la vieillesse?



# Peut-on définir la vieillissement sous l'angle de la biologie de la vieillesse?

- ★ Usure: stock de cellules souches, les télomères
- ★
- ★
- ★
- ★
- ★
- ★

# Peut-on définir la vieillissement sous l'angle de la biologie de la vieillesse?

- ★ Usure: stock de cellules souches, les télomères
- ★ Accumulation d'erreurs (accidents): réPLICATION, réPARATION
- ★
- ★
- ★
- ★
- ★

# Peut-on définir la vieillissement sous l'angle de la biologie de la vieillesse?

- ★ Usure: stock de cellules souches, les télomères
- ★ Accumulation d'erreurs (accidents): réPLICATION, réPARATION
- ★ Mal-adaptation: organisme en interaction avec l'environnement
- ★
- ★
- ★
- ★

# Peut-on définir la vieillissement sous l'angle de la biologie de la vieillesse?

- ★ Usure: stock de cellules souches, les télomères
- ★ Accumulation d'erreurs (accidents): réPLICATION, réPARATION
- ★ Mal-adaptation: organisme en interaction avec l'environnement
- ★ Vieillissement intrinsèque: programmation établie (génome), évolution saine, naturelle de l'organisme
- ★
- ★

# Peut-on définir la vieillissement sous l'angle de la biologie de la vieillesse?

- ★ Usure: stock de cellules souches, les télomères
- ★ Accumulation d'erreurs (accidents): réPLICATION, réPARATION
- ★ Mal-adaptation: organisme en interaction avec l'environnement
- ★ Vieillissement intrinsèque: programmation établie (génome), évolution saine, naturelle de l'organisme
- ★ Fragilité: initialement une démarche en gériatrie avec des marqueurs mesurés

# Peut-on définir la vieillissement sous l'angle de la biologie de la vieillesse?

- ★ Usure: stock de cellules souches, les télomères
- ★ Accumulation d'erreurs (accidents): réPLICATION, réPARATION
- ★ Mal-adaptation: organisme en interaction avec l'environnement
- ★ Vieillissement intrinsèque: programmation établie (génome), évolution saine, naturelle de l'organisme
- ★ Fragilité: initialement une démarche en gériatrie avec des marqueurs mesurés
- ★ Corrélations négatives: sport et carence calorique par ex.



A la recherche des gènes de la longévité

# Albert Einstein College of Medicine BRONX

Une communauté de juifs ashkénazes centenaires  
etudiée par Nir Barzilai (2006)

2 gènes mutants: effet protecteur du cœur

Tests sur cellules saines soumises à  
différents stress.



# Université de Bristol, IRCCS MultiMedica (Milan)

Cardiovascular Research (2023) 119, 1583–1595

**The longevity-associated BPIFB4 gene supports cardiac function and vascularization in ageing cardiomyopathy**

Le gène BPIFB4 associé à la longévité soutient la fonction cardiaque et la vascularisation dans la cardiomyopathie liée au vieillissement

Il a été démontré qu'un gène anti-âge découvert dans une population de centenaires recule l'âge biologique du cœur de 10 ans. Il s'agit d'un gène mutant

« Nos découvertes confirment que le gène mutant sain peut inverser le déclin des performances cardiaques chez les personnes âgées. Nous souhaitons maintenant déterminer si le fait de donner la protéine au lieu du gène peut également fonctionner... »

# MDI Biological Laboratory

## Jarold Rollins, 2020

### Etudes sur des nématodes

Des gènes communs entre  
ce ver et l'homme

gène régulant le vieillissement



Transfert  
à l'homme?



Modifications génétiques (voies de  
Signalisations)



Ralentissement processus  
vieillissement (+500%)



Double mutant portant sur les voies de signalisation de l'insuline et TOR :100% + 30% → 500%!!

# Institut de biologie de synthèse

## San Diego

## Nan Hao

Etudes sur des levures

Augmentation durée de vie de 82%

Lorsque la levure vieillit, un circuit génétique l'oblige, à la manière d'un interrupteur, à choisir une voie de dégénérescence (plus assez de mitochondries ou instabilité ADN)

Voies contrôlées par les protéines

Sir2 -> instabilité ADN

Hap4 -> production mitochondries



Modifications génétiques (voies de Signalisations) mis en place d'un oscillateur génétique à la place d'un interrupteur



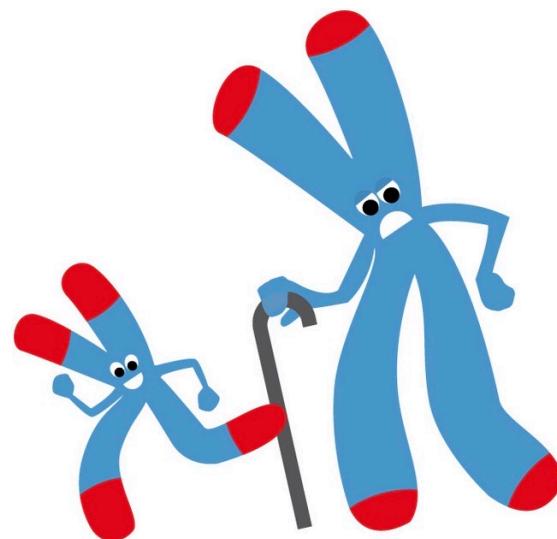
Transfert  
à l'homme?



Durée de vie +82%

Science 2023, 380, 376-681

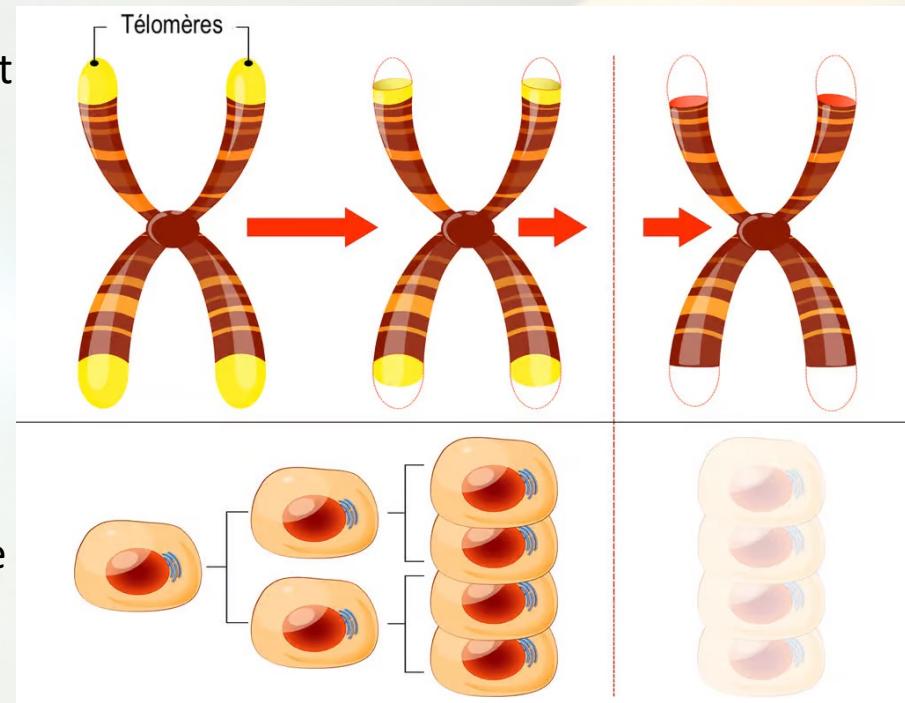
# Le raccourcissement des télomères: un marqueur du vieillissement important



# Le raccourcissement des télomères: un marqueur du vieillissement important

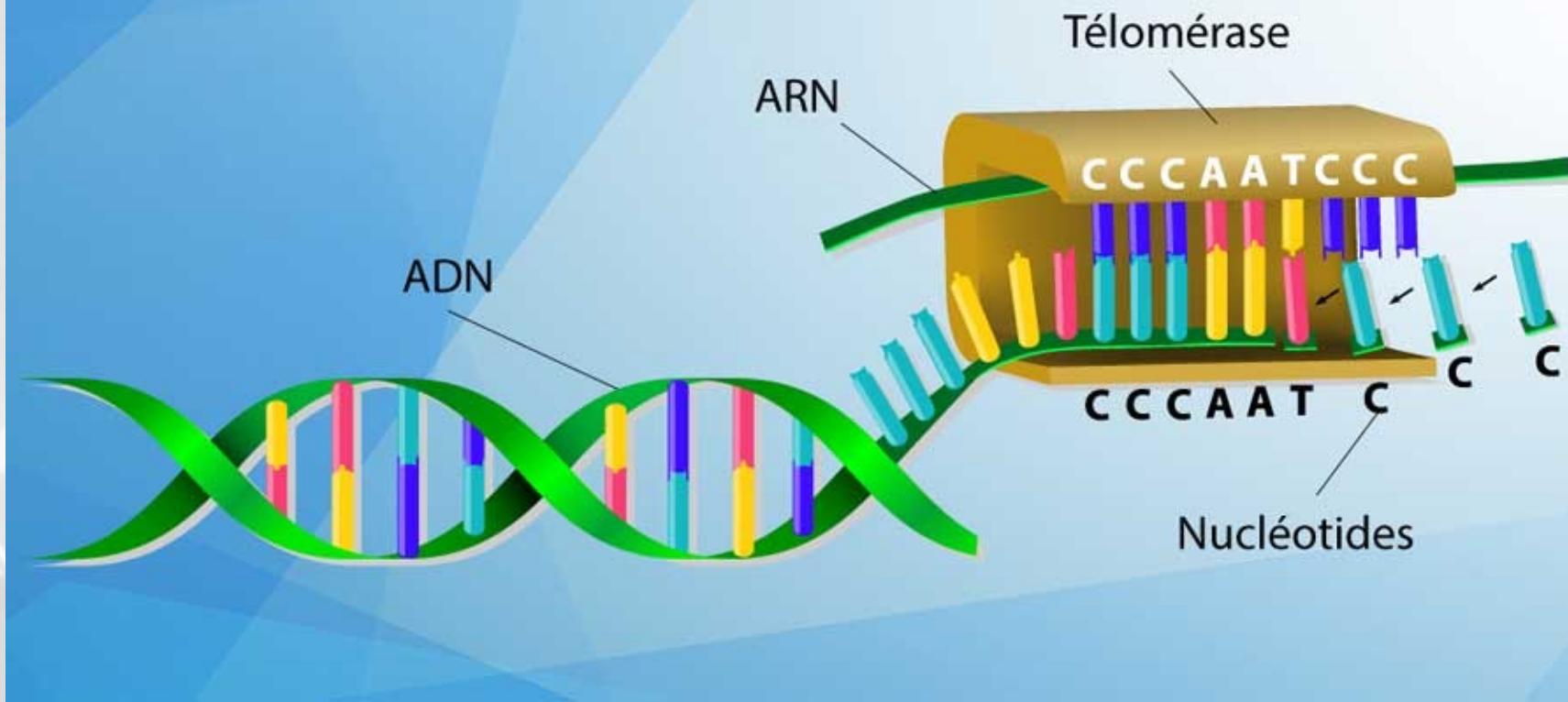
À chaque fois qu'une cellule duplique son ADN avant de se diviser, elle perd un petit bout de son télomère, opercule que l'on trouve à l'extrémité des chromosomes. À terme, au bout d'environ soixante divisions, elle finit par ne plus pouvoir se diviser et devient alors "sénesciente"

Elle ne meurt pas mais émet des signaux extrêmement délétères dans son voisinage immédiat, ce qui contribue à l'accélération de la dégradation tissulaire.



la réduction des télomères a de multiples conséquences sur les cellules et les organismes. Elle conduit à la sénescence cellulaire, limite la capacité de réPLICATION cellulaire, favorise l'instabilité chromosomique, contribue au vieillissement cellulaire et à l'apparition de maladies liées à l'âge, et déclenche des réponses de stress cellulaire

# TELOMERASE



Très peu exprimée dans les cellules, à l'exception des cellules germinales...et les cellules cancéreuses!

Comment activer la production de télomérases dans des cellules différencierées saines?

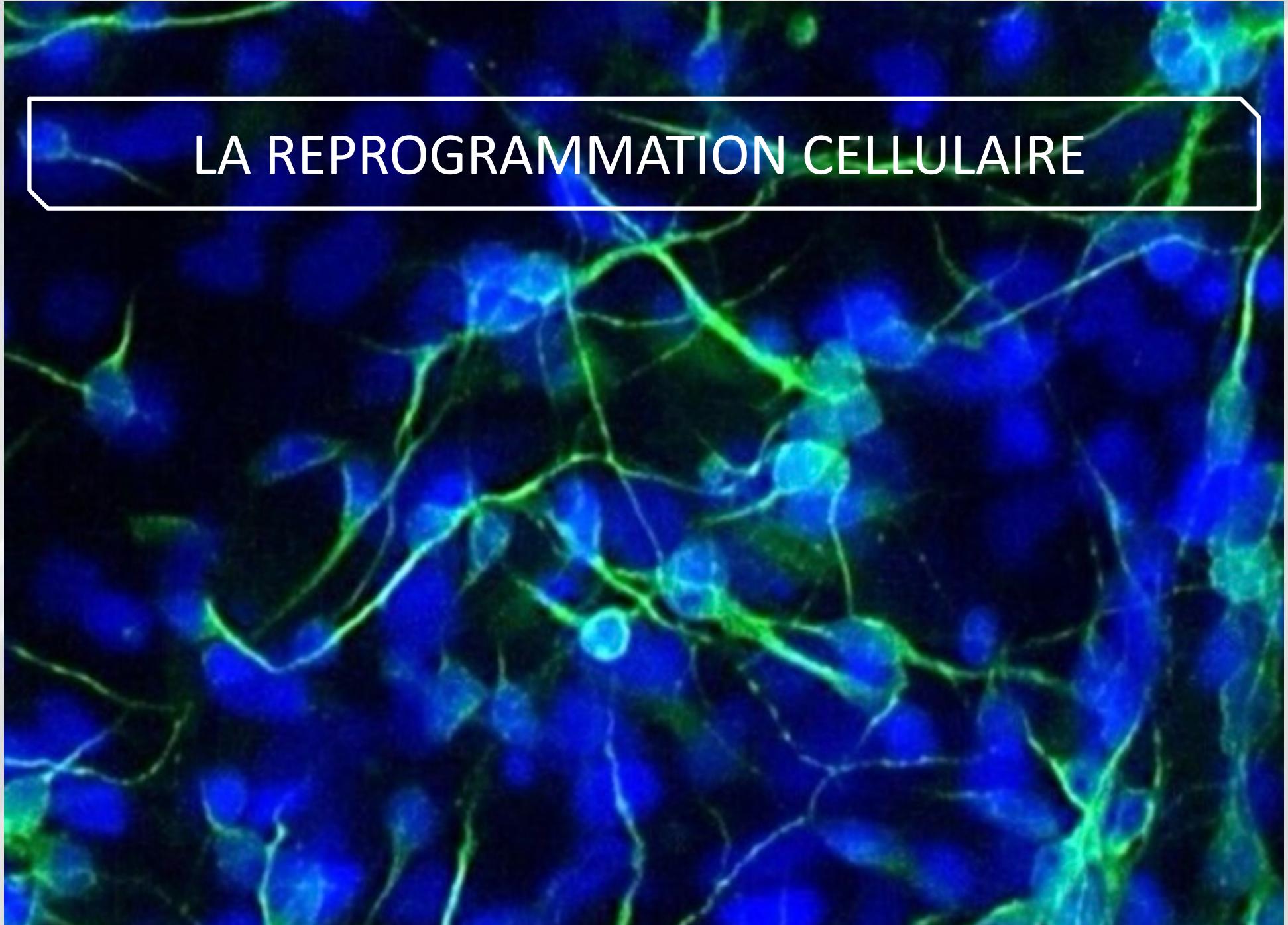
# Université de TelAviv centre médical SHAMIR

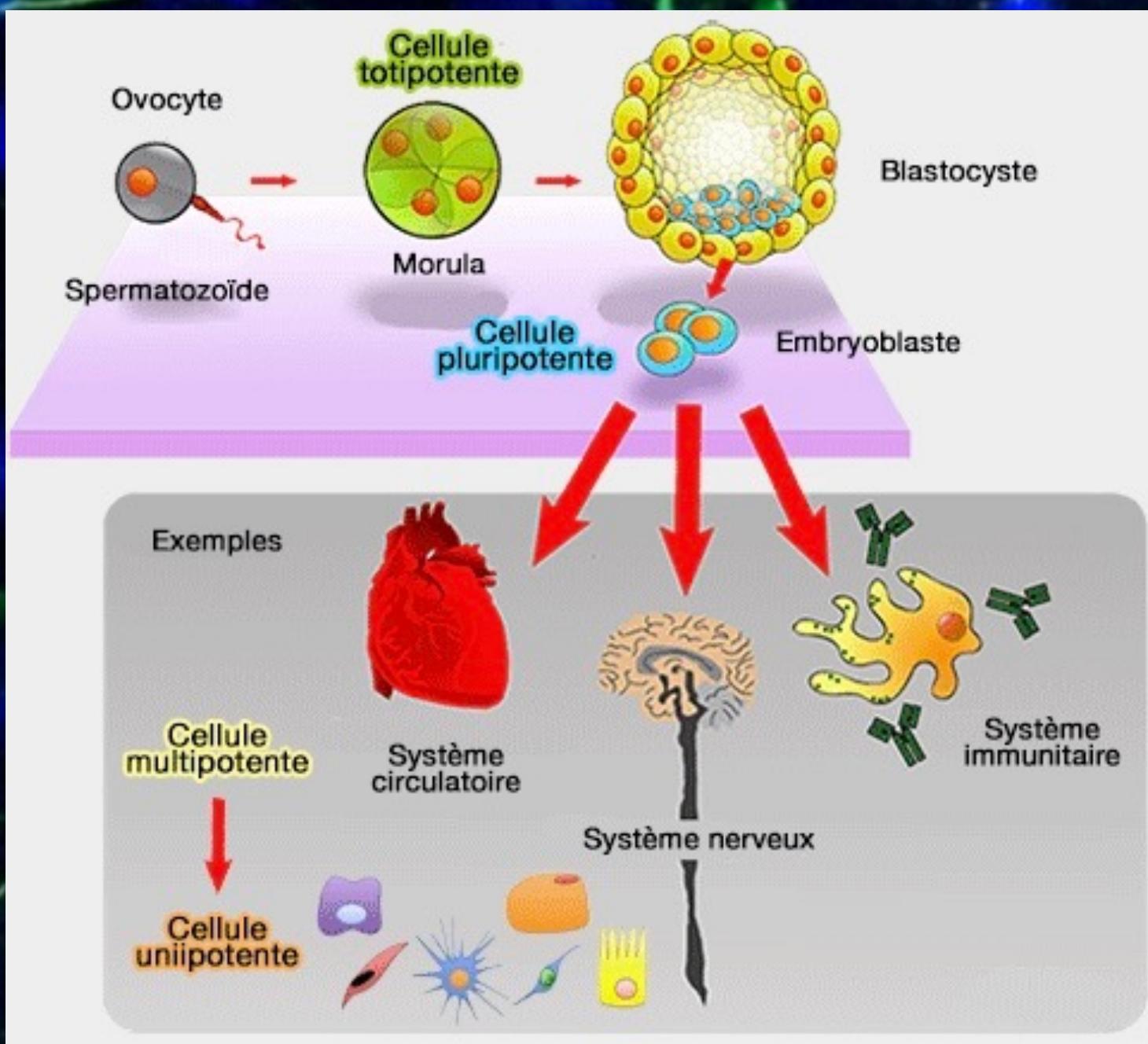
*The independent 20 novembre 2020*

*L'oxygène inverserait le vieillissement des cellules du cerveau*

Etude portant sur 26 patients. Chacun d'entre eux se sont assis dans une chambre hyperbare pour cinq séances de 90 minutes par semaine pendant **trois mois**. En conséquence, certains des télomères de leurs cellules ont été **allongés de 20 %**, soit un cinquième de leur longueur perdue.

# LA REPROGRAMMATION CELLULAIRE





# Altos Lab 2022



San Francisco  
San Diego  
Cambridge  
Kyoto

Jeff Bezos, Iuri Milner  
3 milliards \$

plusieurs Nobel dont le Pr Yamanaka (2012) pour la découverte de la reprogrammation de cellules matures en cellules pluripotentes et Jennifer Doudna (2020) pour CRISPR

# Altos Lab 2022



San Francisco  
San Diego  
Cambridge  
Kyoto

En pratique, ses travaux ont démontré *in vivo* qu'il était possible de faire rajeunir des cellules via injection d'un cocktail de 4 gènes, les amenant à un état originel primitif, pour les faire ensuite repartir dans le sens habituel mais avec une nouvelle jeunesse.

vieillissement cellulaire apparaît comme réversible

# Altos Lab 2022

## **Comprendre les facteurs Yamanaka : une clé pour la reprogrammation cellulaire**

pour l'instant complexe et inefficace. Voici les principaux enjeux :

**Durée du processus** : La reprogrammation cellulaire prend plusieurs semaines.

**Rendement faible** : Moins de 1 % des cellules atteignent le stade final de rajeunissement.

**Applications potentielles** : Régénération de tissus, remplacement d'organes, traitements contre des maladies dégénératives.

# RETRO BIOSCIENCES 2023

**Joe Betts Lacroix**, 62 ans, bio-informaticien, transhumaniste

**Reprogrammation cellulaire**

**Lève 180 millions de \$**

**Sam Altman**

**Janvier 2025:** OpenAI, en collaboration avec Retro Biosciences, vient de franchir une étape importante dans la recherche sur la longévité humaine avec le développement de GPT-4b Micro. Ce modèle d'intelligence artificielle (IA) de pointe pourrait transformer la reprogrammation cellulaire et offrir de nouvelles perspectives dans le domaine de la biologie.

# Université de Montpellier, INSERM-CHU

institut de médecine régénératrice et biothérapies



Jean-Marc Lemaitre

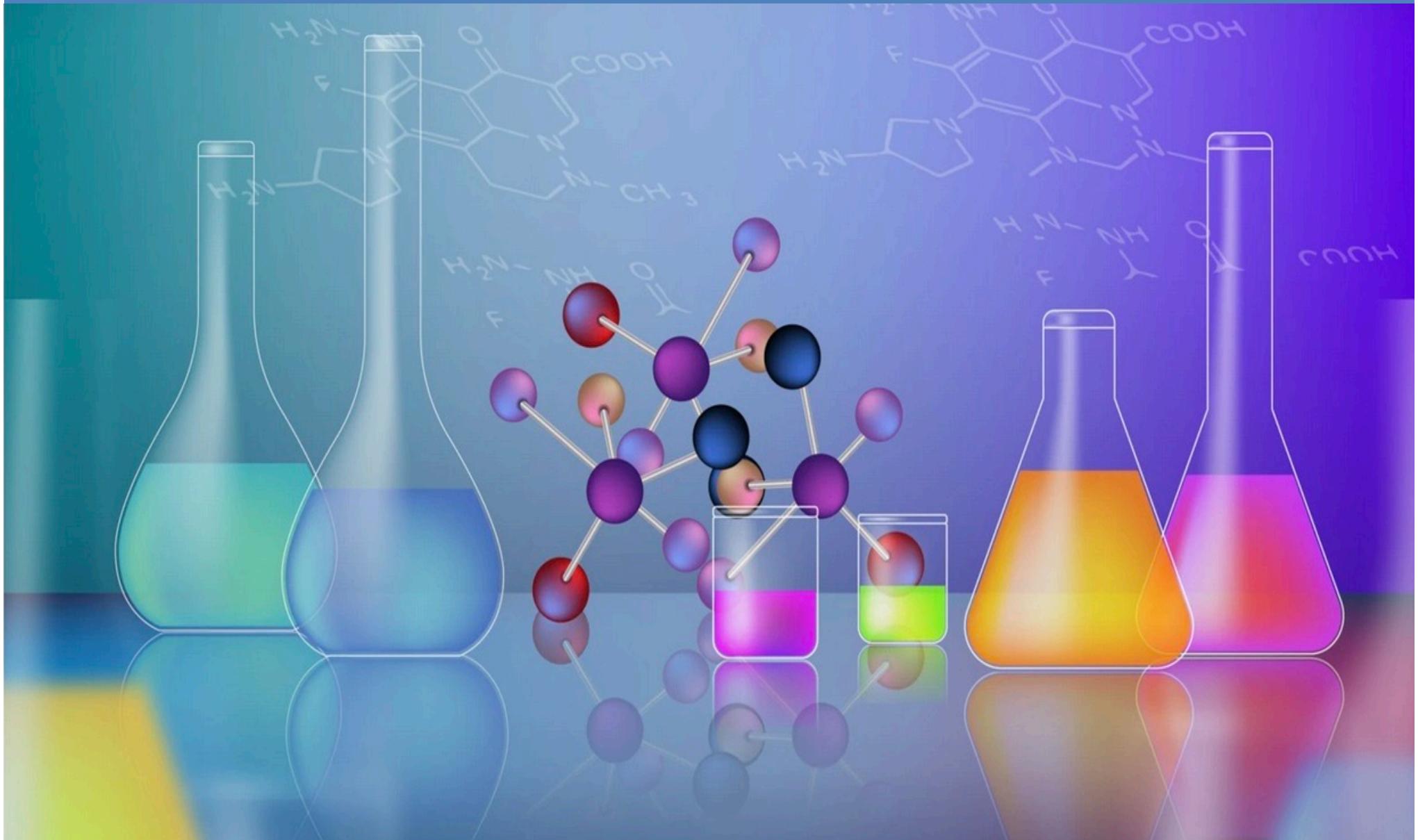
Reprogrammation des cellules, traitement de la sénescence

Midi Libre, mars 2022:

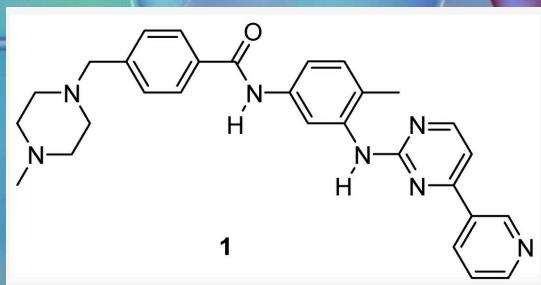
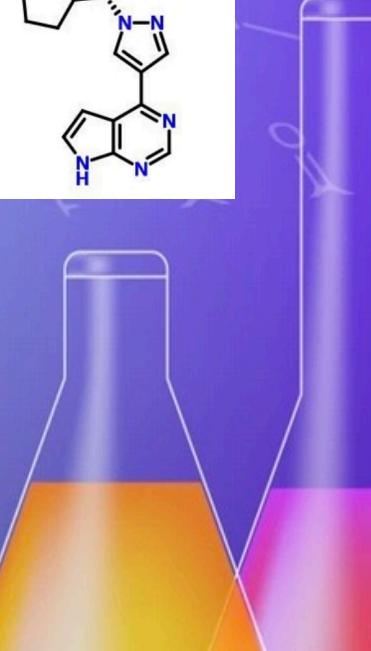
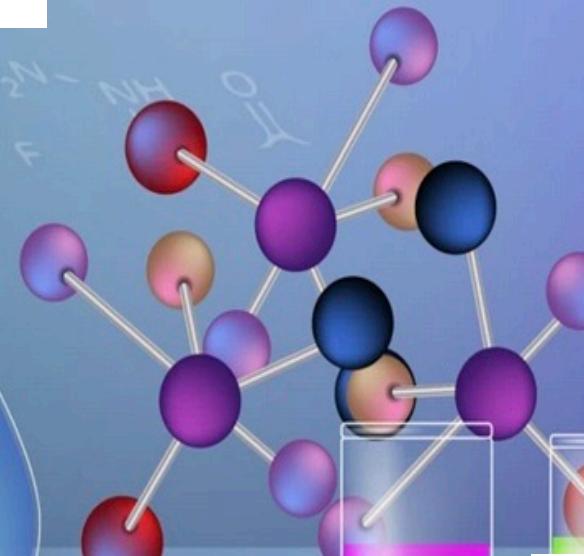
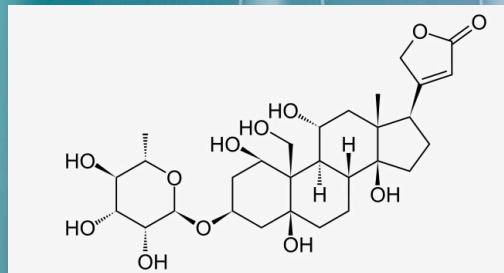
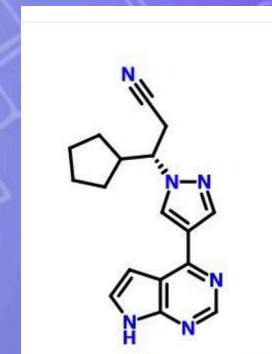
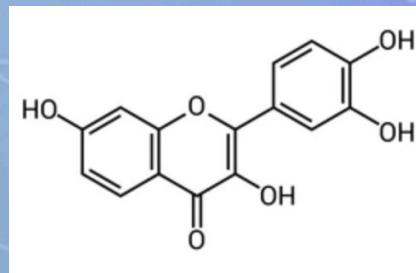
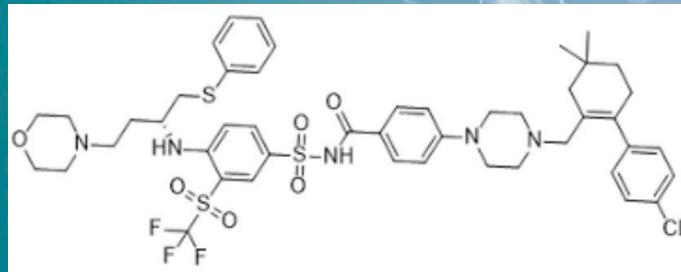
"la vieillesse est une maladie et on peut la guérir »

Décider de son âge, livre publié en 2024

# LA CHIMIE SUR TOUS LES FRONTS

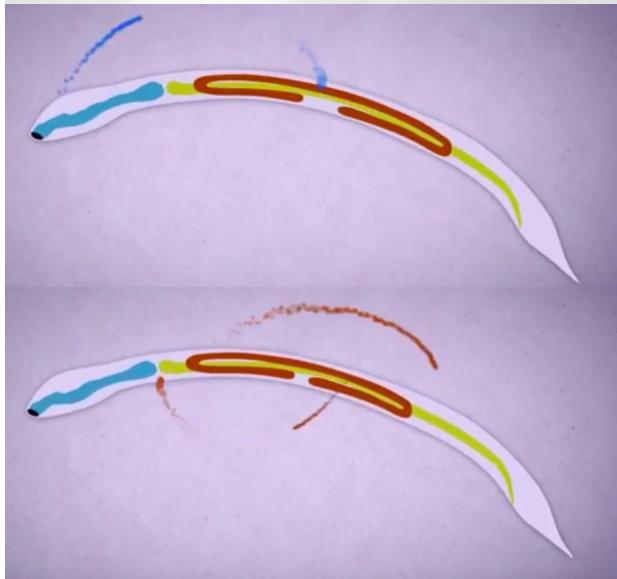


# LA CHIMIE SUR TOUS LES FRONTS



## Hugo Aguilaniu Généticien

### Etudes sur des nématodes



Stress cellulaire par la restriction alimentaire



Blocage capacités reproductives



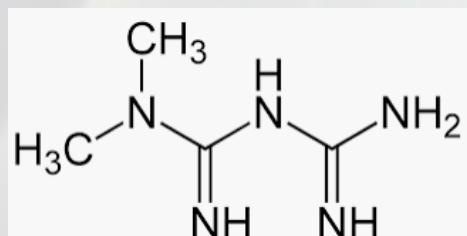
Ralentissement processus vieillissement (x15)



## Hugo Aguilaniu Généticien

Etudes sur des nématodes

Stress cellulaire par la restriction alimentaire (restriction calorique)



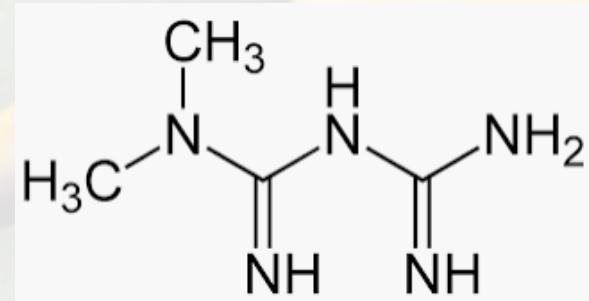
la metformine, un antidiabétique qui a pour effet de « faire croire » aux cellules qu'elles vont manquer de sucre.

## Hugo Aguilaniu Généticien

La voie de l'insuline, voie qui « pilote » l'appétit

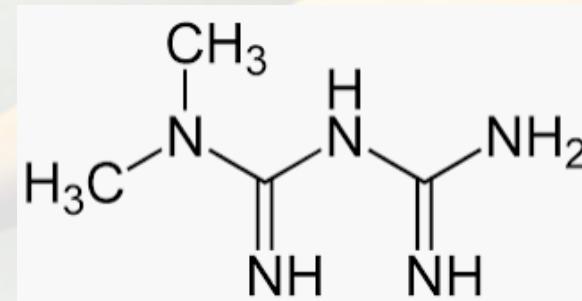
Chez un petit ver rond nommé *Caenorhabditis elegans* mesurant à peine un millimètre, on a ainsi noté que le fait de réguler négativement la voie de l'insuline augmentait l'espérance de vie de... 100 %

# Albert Einstein College of Medicine BRONX



Une étude appelée Targeting Aging with Metformin vient d'être lancée sur 3000 personnes âgées de 65 à 80 ans pour évaluer son effet sur la progression du vieillissement. Menée par le directeur de l'AFAR (American Federation For Aging Research), cette étude devrait donner ses premiers résultats dans 5 à 6 ans.

# Albert Einstein College of Medicine BRONX



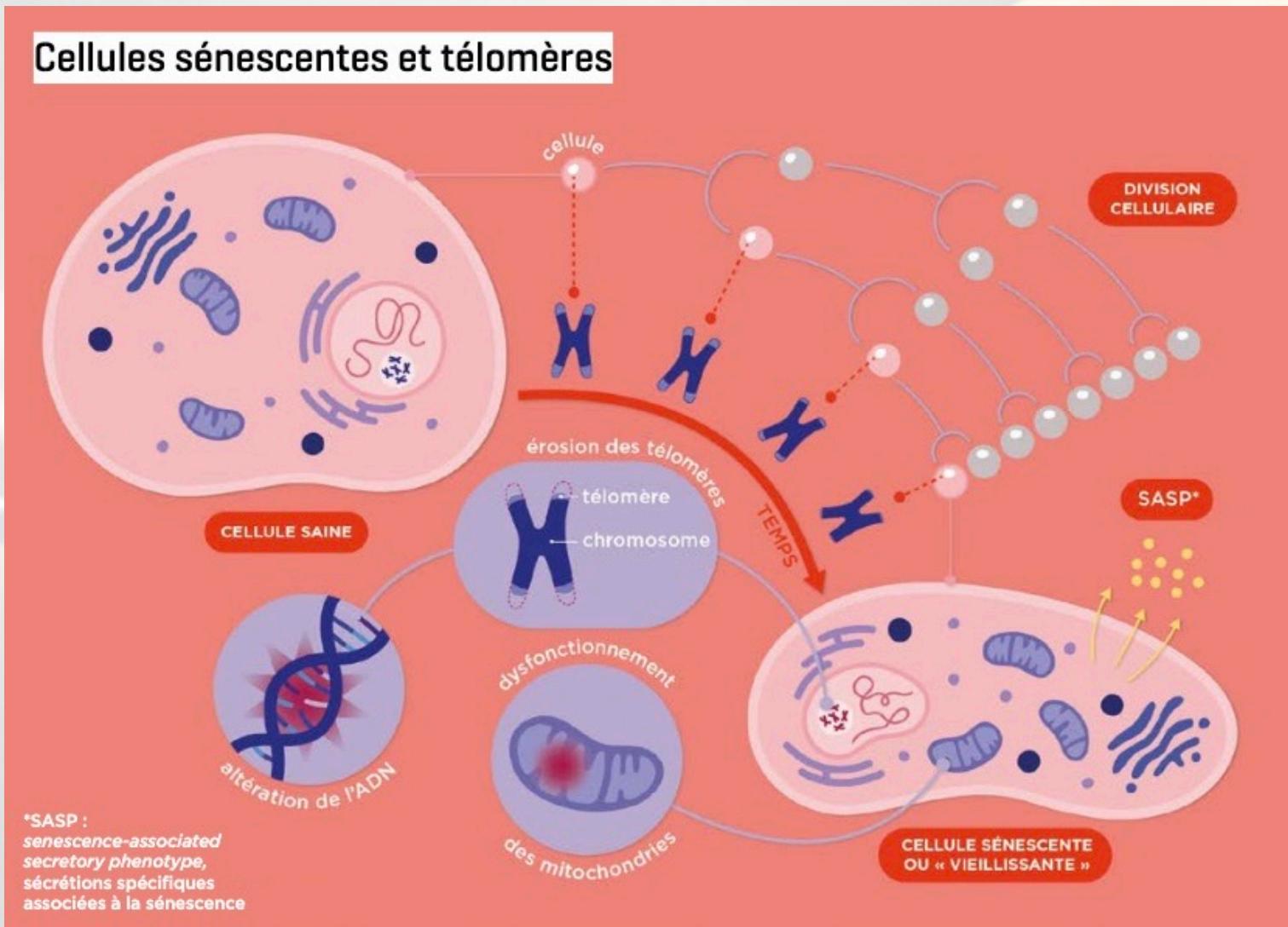
Prévue sur 3 000 personnes âgées de 65 à 80 ans, suivies dans 14 instituts de recherche. La moitié recevra un médicament factice, ou « placebo » (groupe contrôle) ; et l'autre, 1 500 mg de metformine chaque jour.

Le but : étudier l'effet de cette molécule sur la survenue ou l'aggravation de cinq maladies majeures liées à l'âge:

- infarctus du myocarde,
- accident vasculaire cérébral,
- cancer,
- insuffisance cardiaque,
- déficience cognitive ou démence.

Une fois lancée, l'étude devrait durer 6 ans.-

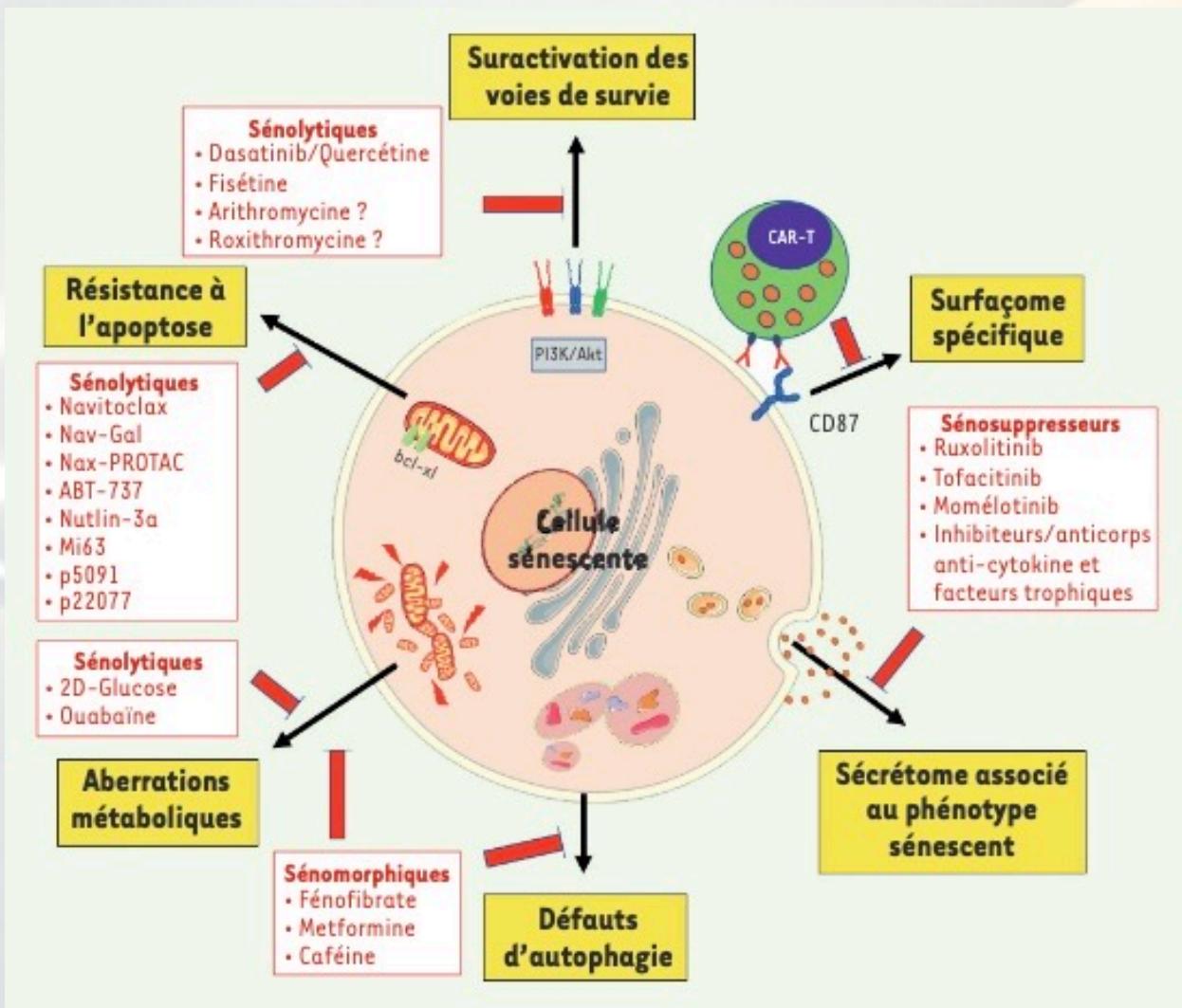
# Les sénolytiques : Une intense activité de recherche



# L'arsenal chimique

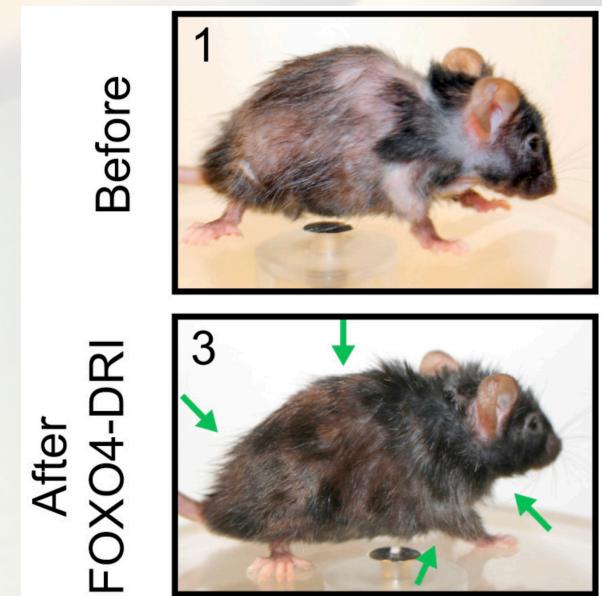
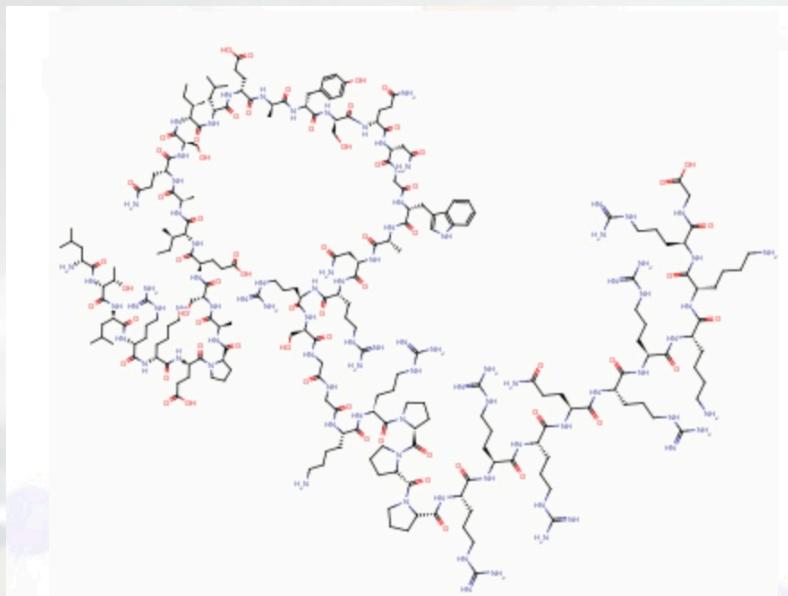
Classe	Nom(s)	Cible(s)	Mode(s) d'action
Sénolytiques	Dasatinib/Quercétine	Antagonistes des PI3K/	Induisent la mort en inhibant les voies de survie. Protègent des radicaux oxygénés libres
	Fisétine	Antioxydants	
	Navitoclax		
	Nav-Gal	Inhibiteurs des protéines anti-apoptotiques de la famille Bcl-2	Induit la mort en réactivant l'apoptose
	Nav-PROTAC		
	Nutline-3a	Inhibiteurs de MDM2	
	Mi-63		Suractivation des voies de stress induites par p53 pour provoquer l'apoptose
	p5091		
	p22077	inhibiteurs d'USP7	
	CAR-T	uPAR/CD87	Activité cytotoxique
Sénomorphiques/sénostatiques	2D-Glucose	Transporteurs du glucose et glycolyse	Dépletion compétitive de l'utilisation du glucose par les cellules sénescentes
	Ouabaïne	Inhibiteur ATPase Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	Induit la mort en activant la voie de stress NOXA-dépendante
	Rapamycine	Antagoniste mTORC1	
	Metformine	Agoniste de l'AMPK	Favorise le catabolisme cellulaire en réactivant l'autophagie
Senosupresseurs	Fénofibrates	Agoniste des PPAR	
	Caféine	Antagoniste A2AR	
	Ruxolitinib		
	Momélotinib	Inhibiteur JAK1/2	Empêche la production du SASP en inhibant la voie JAK/STAT
Sénosupresseurs	Baricitinib		
	Anticorps/protéines (ex. : Étanercept®)	Facteurs du SASP (ex. : TNFα)	Inhibition des facteurs pro-sénescents

# Les sénolytiques : Une intense activité de recherche



Erasmus University Medical Center, Rotterdam  
Medical University of Graz, Austria  
The Buck Institute for Research on Aging, Novato, USA  
National Laboratories, Berkeley, USA

Baar et al., 2017, Cell 169, 132–147



FOXO4 , un peptide synthétique  
de 25 a.a.

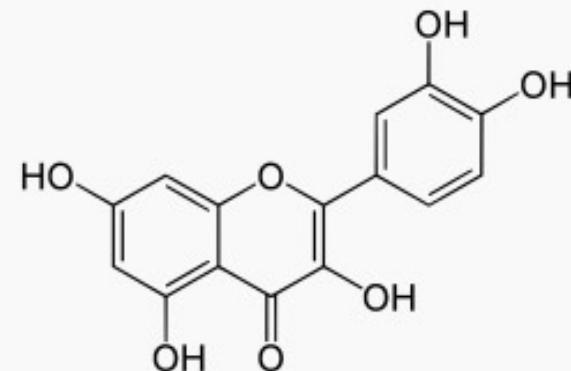
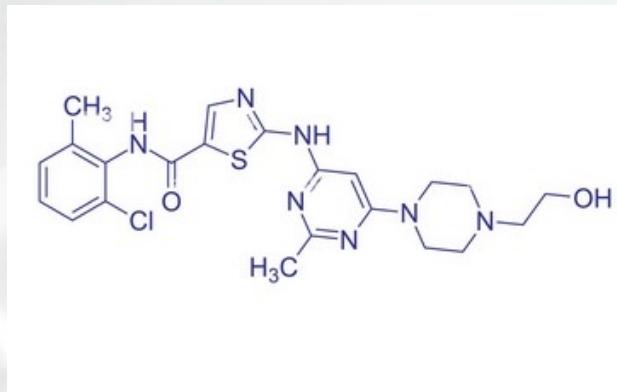
# Rochester Mayo Clinic

Nathan Lebrasseur, James Kirkeland, Médecin



# Rochester Mayo Clinic

Une injection associant deux substances sénolytiques : le dasatinib (qui est un anticancéreux à la base) et la quercétine (flavonoïde disponible en complément alimentaire).

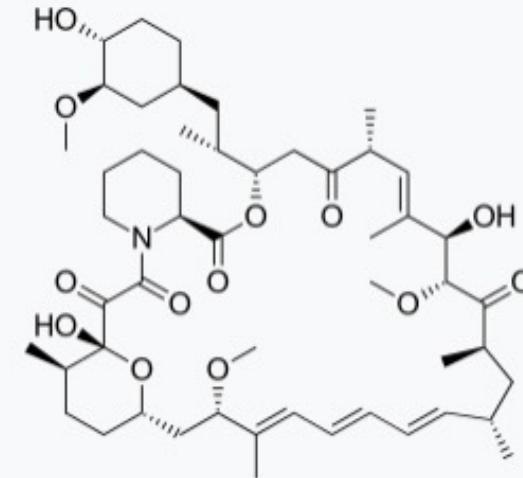
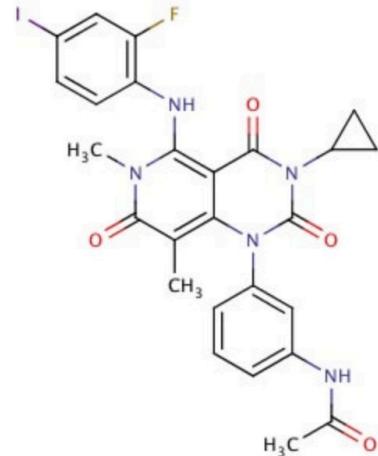


Une combinaison qui s'est avérée capable d'éliminer de manière sélective ces cellules obsolètes. Des chercheurs ont pu illustrer leur efficacité sur les souris puis sur un petit échantillon humain, en 2019.

On sait depuis peu que ces sénolytiques annulent également le risque lié à l'âge quand on contracte le Covid-19. Des essais à grande échelle sont en cours actuellement

# Institut Max Plank de biologie du vieillissement, Cologne (juin 2025)

Une injection associant deux substances anticancéreuses : le tramétinib et la rapamycine augment de 30% la durée de vie des souris



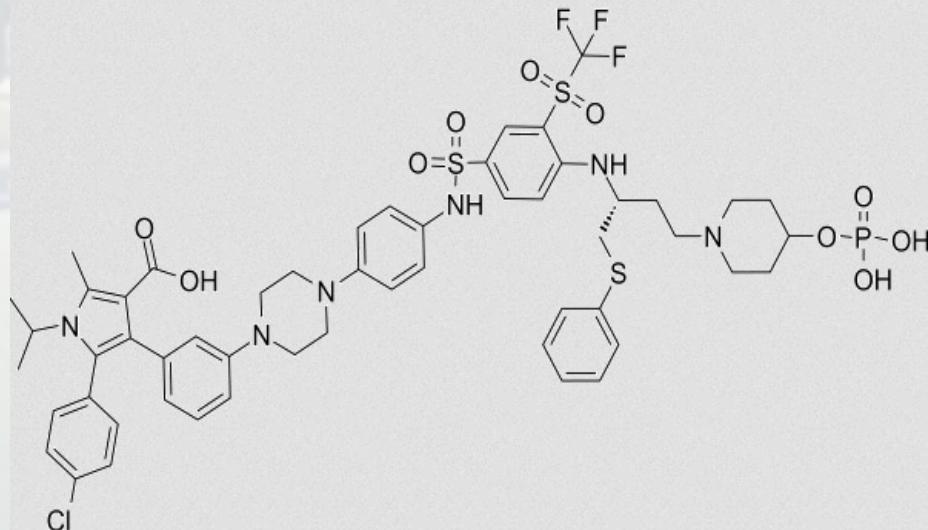
Bien que la rapamycine et le tramétinib agissent sur le même réseau, leur association induit des effets inédits qui ne sont probablement pas uniquement dus à une augmentation de la dose. L'analyse de l'expression génique dans différents tissus montre que cette association influence l'activité des gènes différemment de l'administration de chaque médicament individuellement. Des modifications spécifiques de l'activité génique sont observées, induites uniquement par l'association des deux médicaments.

# Unity Biotechnology 2024

## Jeff Bezos

- Travaillant à la frontière de la biotechnologie et de la médecine, notre mission est de développer des thérapies fondées sur la science de la sénescence cellulaire pour traiter la biologie sous-jacente des maladies chroniques et inflammatoires.
- **Notre objectif initial est de fournir une thérapie localisée dans les maladies ophtalmologiques.**

UBX1325  
1 mg 500€



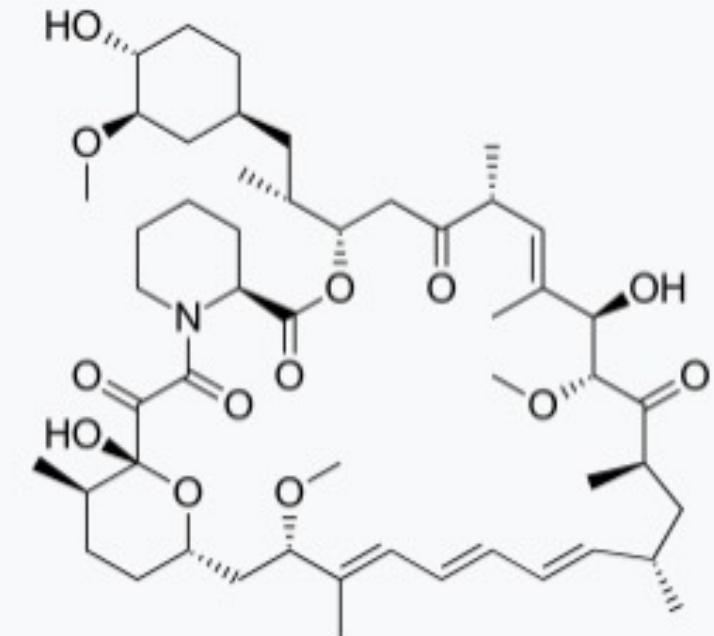
# La rapamycine prolonge la durée de vie de souris

[Nature](#) volume 460, pages 392–395 (2009), plus de 2800 citations

propriétés immunosuppressives ,utilisée pour Limiter les risques de rejets en cas de greffe.

En 2009 mise en évidence sur le ralentissement de la sénescence par inhibition de la synthèse de la protéine mTOR via le blocage du complexe mTORC1 ....mais aussi mTORC2 qui régule l'insuline, d'où prb

En 2023, une étude sur l'homme montre la faisabilité et l'influence sur plusieurs maladies (arthrite, Covid long,...



1316 mg/l par biofermentation  
La boîte de 30 cpr à 2 mg, 212€

Travail en cours pour trouver un analogue qui bloque sélectivement mTORC1

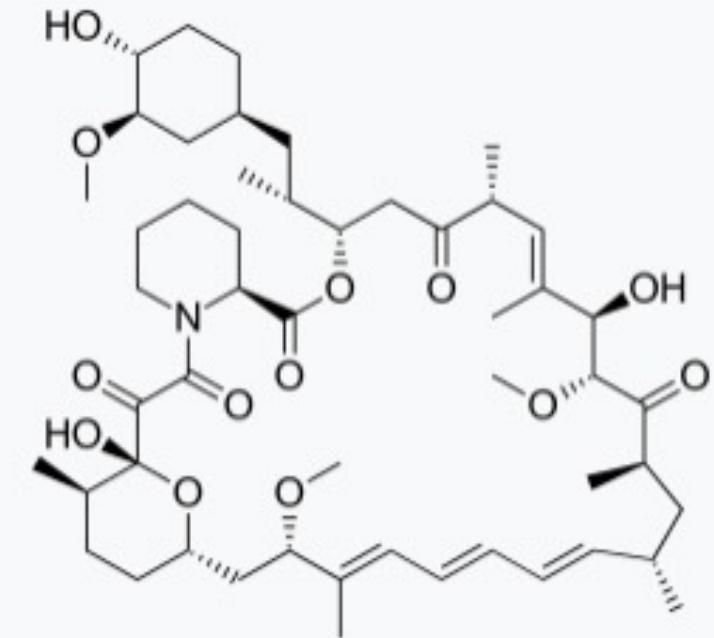
# La rapamycine prolonge la durée de vie de souris

[Nature](#) volume 460, pages 392–395 (2009), plus de 2800 citations

propriétés immunosuppressives ,utilisée pour Limiter les risques de rejets en cas de greffe.

En 2009 mise en évidence sur le ralentissement de la sénescence par inhibition de la synthèse de la protéine mTOR via le blocage du complexe mTORC1 ....mais aussi mTORC2 qui régule l'insuline, d'où prb

En 2023, une étude sur l'homme montre la faisabilité et l'influence sur plusieurs maladies (arthrite, Covid long,...



1316 mg/l par biofermentation  
La boîte de 30 cpr à 2 mg, 212€

Travail en cours pour trouver un analogue qui bloque sélectivement mTORC1

Bryan Johnson arrête d'en consommer: effets secondaires (infections cutanées, glycémie élevée, prb cardio.)

# Trois moyens à l'étude pour inverser les horloges du vieillissement

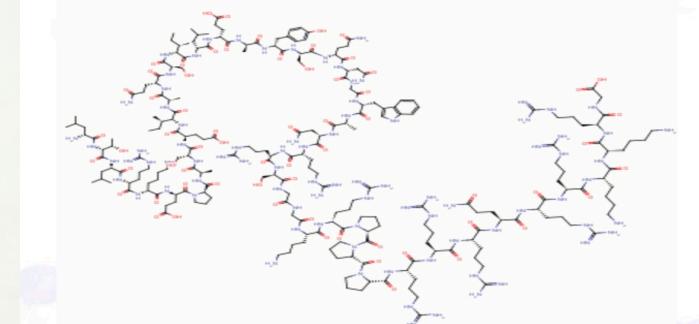
## Télomérase : revitaliser notre ADN

une enzyme capable d'allonger  
les télomères...mais ce n'est pas si simple....



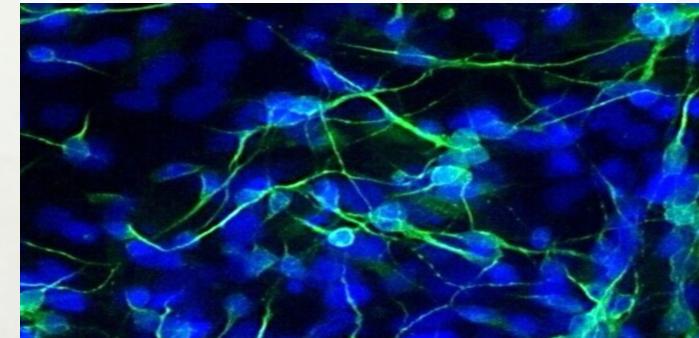
## Traitements sénolytiques : tuer les cellules âgées

les sénolytiques constituent une option prometteuse en tant que premier véritable traitement anti-âge



## Reprogrammation cellulaire

Differencée->pluriopotente->différenciée

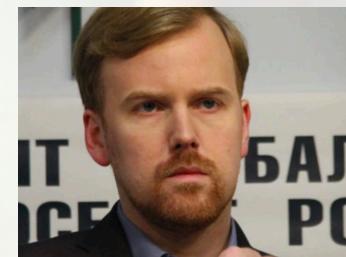


# Un cerveau à conserver au froid...de l'intérêt de la cryogénération?

*Max More ALCOR, Scottdales (Arizona)  
Cryonic Institute (Michigan)*



*Danila Medvedev Kriorus*



*Tim Gibson Cryonics UK*



# La société ALCOR

60 000 euros pour un cerveau  
200 000 euros pour le corps entier



Mais à -196°C, les tissus cellulaires souffrent et le retour à t.a. se passe mal !!

# Max More: lettre à mère nature



*Mère Nature....Sans aucun doute tu y as consacré le meilleur de tes forces. Mais sans vouloir te manquer de respect, concernant la constitution humaine, tu n'as pas toujours bien travaillé. Tu nous as faits vulnérables aux maladies et aux blessures. Tu nous obliges à vieillir et à mourir, juste au moment où nous commençons à atteindre la sagesse. Tu as été avare en nous fournissant une conscience limitée des processus somatiques, cognitifs et émotionnels qui nous concernent...Tu nous as équipés d'une mémoire limitée, de très peu de capacité de contrôle, d'impulsions tribales et xénophobes. Et tu as oublié de nous transmettre le mode d'emploi de notre fonctionnement! Ce que tu as créé est magnifique, mais pourtant profondément déficient.*

# Max More: Déclaration transhumaniste

« Nous allons au-delà de beaucoup d'humanistes en ce que nous proposons des modifications fondamentales de la nature humaine en vue [...] de son amélioration. »

*Extropian Principles 3.0. A Transhumanist Declaration.*

« L'humanité ne doit pas stagner. [...] L'humanité est une étape provisoire sur le sentier de l'évolution. Nous ne sommes pas le zénith du développement de la nature. »

*On*

*Becoming*

*Posthuman*

# Comment réveiller du tissu cérébral sans le détruire ?

En Chine, des neuroscientifiques ont réussi pour la toute première fois à ramener à la vie des tissus de cerveau humain cryogénisés. Dans leur étude, les chercheurs ont détaillé une technique qui permet la cryogénération sans altérer les fonctions des tissus après la décongélation.

## Effective cryopreservation of human brain tissue and neural organoids

Weiwei Xue<sup>1</sup> [wwxue@fudan.edu.cn](mailto:wwxue@fudan.edu.cn) · Huijuan Li<sup>1</sup> · Jinhong Xu<sup>1</sup> · ... · Huihui Liu<sup>1</sup> · Rui Zhao<sup>2</sup> ·  
Zhicheng Shao

Celle Reports Methods Vol. 4, Issue 5, 100777 May 20, 2024

Université Fudan à Shanghai

methylcellulose, ethylene glycol, DMSO, et du Y27632 (MEDY)

Y-27632 permet de stabiliser la barrière endothéliale et de maintenir les jonctions intercellulaires en réduisant l'activité du cytosquelette notamment sa contractilité via la formation de fibres de stress

# L'ère des jumeaux numériques

*Deepbrain AI* propose un service nommé *re:memory*.

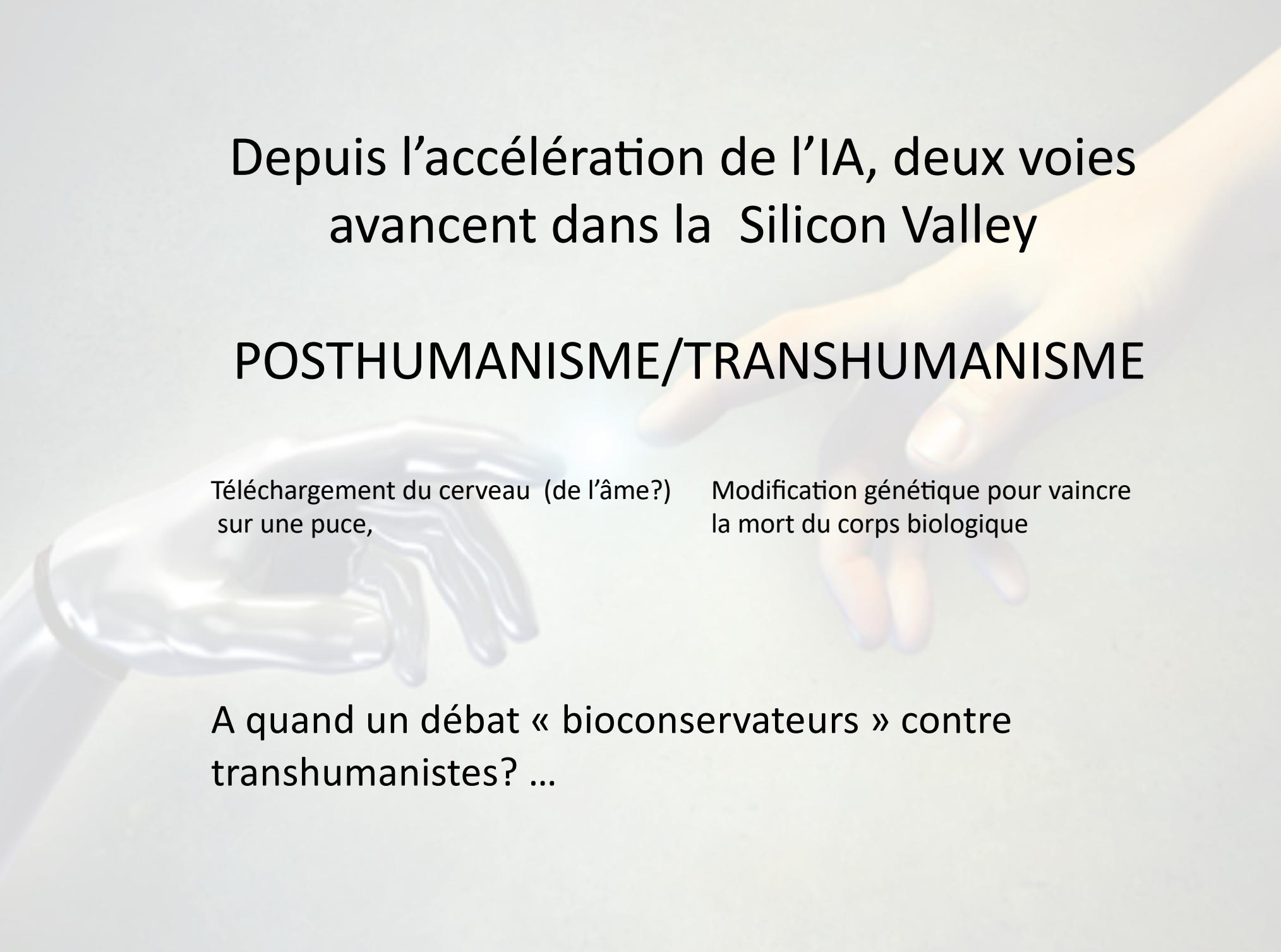
Pour 10 000 dollars, on crée un avatar virtuel reproduisant les visages, les voix, les expressions de la personne décédée, que les proches peuvent venir voir dans un studio.

*Eternos.life*

Entreprise proposant de créer un jumeaux numérique :

- reproduction de la voix (en 144 langues)
- créez votre IA eternos en partagent vos connaissances, anecdotes, images, photos, vidéos, docupents articles, présentations, liens hypertextes,...
- invitez vos proches à discuter avec votre IA eternos

Le coût pour un utilisateur juste au-dessus de l'entrée de gamme : 995€ puis 49 par mois



# Depuis l'accélération de l'IA, deux voies avancent dans la Silicon Valley

## POSTHUMANISME/TRANSHUMANISME

Téléchargement du cerveau (de l'âme?)  
sur une puce,

Modification génétique pour vaincre  
la mort du corps biologique

A quand un débat « bioconservateurs » contre  
transhumanistes? ...

## L'ectogénèse

Procréation d'un être humain qui permet le développement de l'embryon et du fœtus dans un utérus artificiel

# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

Philadelphia, Temple Hospital  
Service de maternité,  
soins intensifs, 1997  
Pr Thomas Schaffer

Oscar a 6 mois de grossesse

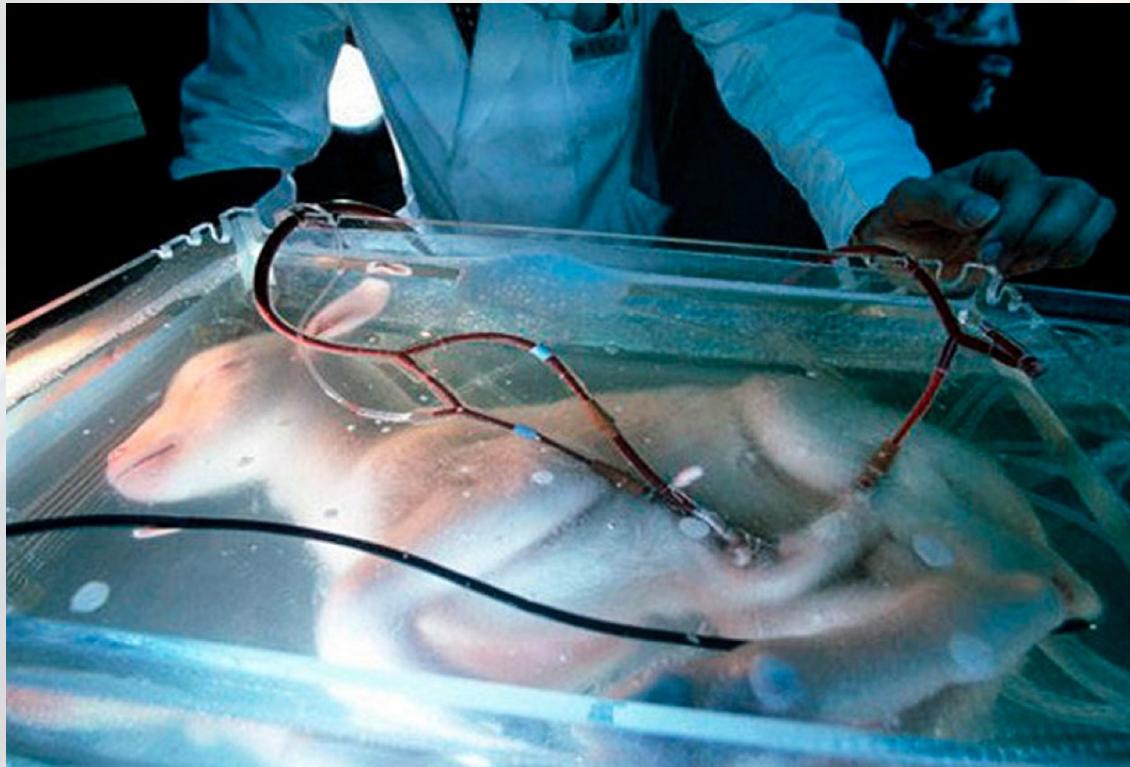


# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

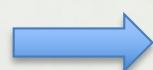
Tokyo, Jutendo University

Dr Yoshinori Kuwabara 1996

Après 9 ans de recherche

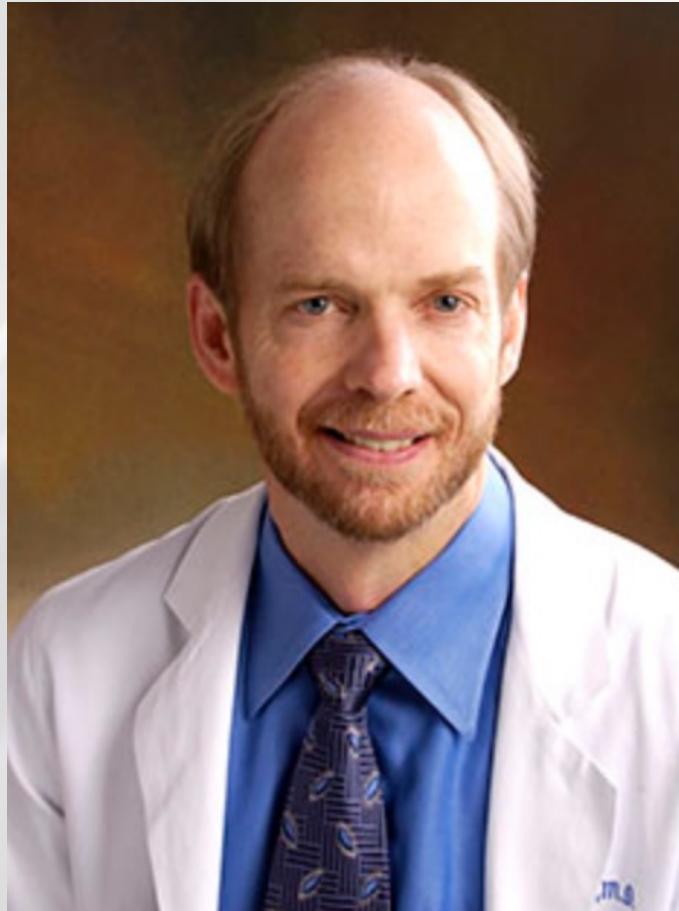


3 semaines après sa naissance



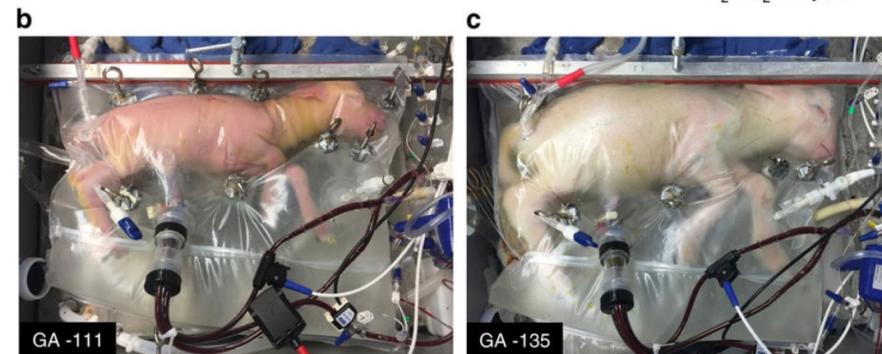
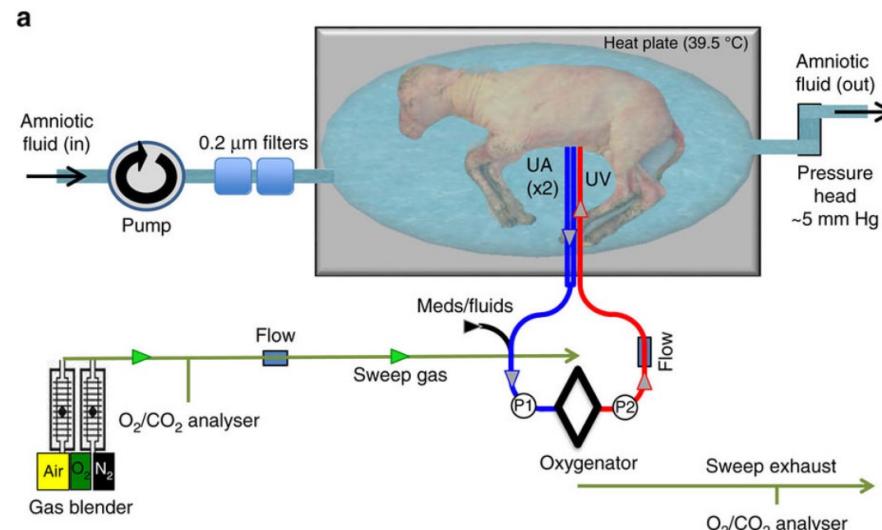
# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

Temple Hospital  
Pr Alan Flake 2017



Après 20 ans de recherche

From: An extra-uterine system to physiologically support the extreme premature lamb



(a) Circuit and system components consisting of a pumpless, low-resistance oxygenator circuit, a closed fluid environment with continuous fluid exchange and an umbilical vascular interface. (b) Representative lamb cannulated at 107 days of gestation and on day 4 of support. (c) The same lamb on day 28 of support illustrating somatic growth and maturation.

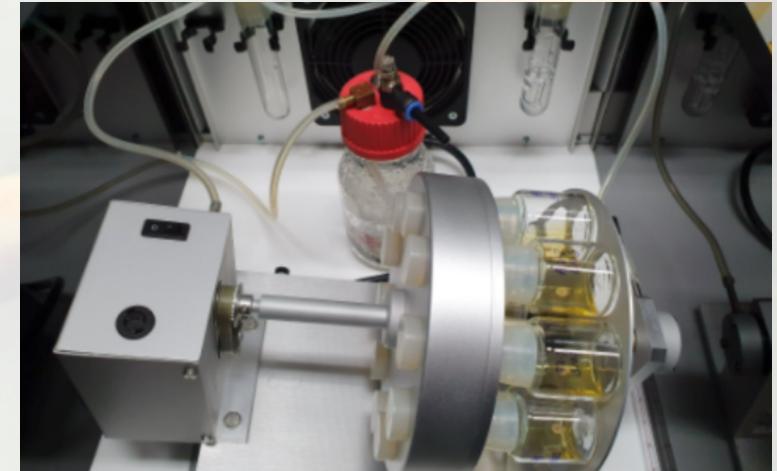
# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

**Jacob Hanna, Institut Weizmann**  
**Biologiste**

2021: expérimentation souris

Prélèvement d'un embryon au stade de 250 cellules (5 j)  
-> placement dans un incubateur jusqu'au jour 11:

« Au jour 11, ils fabriquent leur propre sang  
et ils ont un cœur qui bat,  
un cerveau pleinement développé.....  
Il s'agit clairement d'un fœtus de souris avec  
toutes les caractéristiques d'une souris »

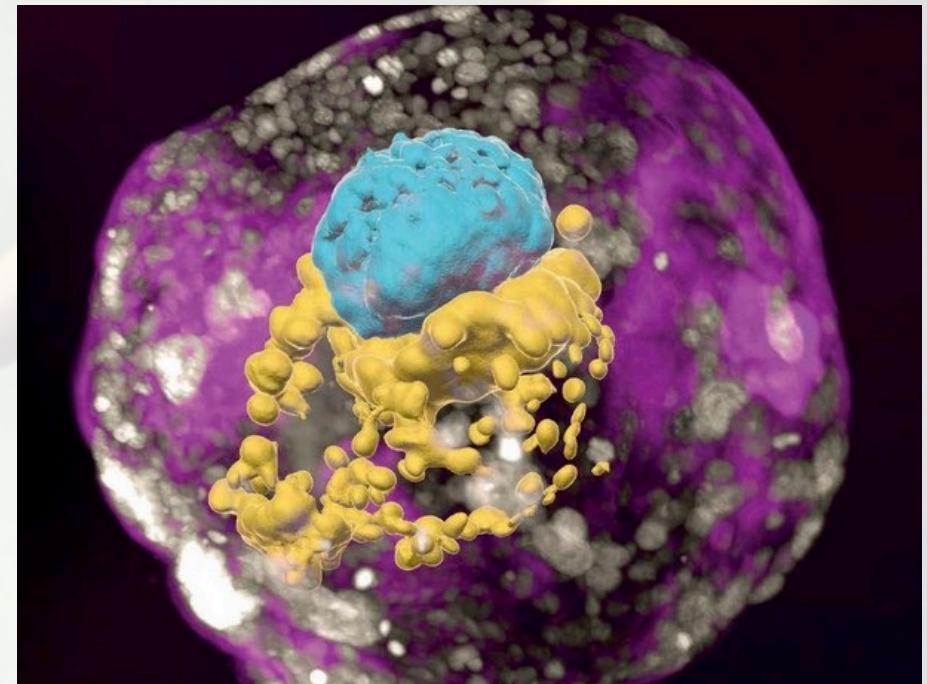


# Des embryons de vie au laboratoire

Jacob Hanna, Institut Weizmann  
Biogiste

2023, Nature 622, 562-573

A partir de cellules souches totipotentes,  
Programmation de 4 types de cellules de  
manière chimique pour donner  
les bases cellulaires nécessaires  
pour constituer un début d 'embryon



Embryon synthétique humain cultivé par l'équipe de Jacob Hanna développé jusqu'à l'équivalent du 14e jour après la fécondation. En bleu l'amnios, qui enveloppe l'embryon ; en jaune la vésicule vitelline, réserve de nutriments ; en violet le trophoblaste, une couche nutritive.

# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

**David Elad, Département de génie biomédical  
de la Faculté d'ingénierie de l'Université de Tel-Aviv**

Publication à venir en 2021:

*« Disposer d'un utérus artificiel biologique, élaboré à partir de cellules humaines nous aidera à mieux comprendre le début de la vie humaine et à améliorer les chances de grossesse des femmes »*



Comment?

- > prélèvement de cellules humaines de l'endomètre et des muscles lisses de l'utérus
- > culture par couches en laboratoire, suivant une méthode permettant de manipuler leur structure.
- > fabrication d'un modèle recréant la structure de l'utérus féminin par couches, qui représente un utérus réceptif, qui, selon le Prof. Elad:  
"pourrait théoriquement constituer un terrain fertile pour l'implantation et le développement d'un ovocyte nouvellement fécondé".

# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

Cornell Medical College  
Dr Hung Ching Liu 2002

Conception d'un tissu endométrial au laboratoire en prenant des cellules de l'endomètre d'une femme et les incitant à se développer sur un support biodégradable en forme d'utérus humain.

Implantation d'un embryon humain: succès du développement, interrompu après 10 jours, puis...

foetus de souris en 2005, 17 jours (24jours de gestation)

D'ici quelques dizaines d'années, l'utérus artificiel disponible?

# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

Université de Cambridge

Nature Cell Biology | Technical Report

Self-organization of the human embryo in the absence of maternal tissues

Marta N. Shahbazi, Agnieszka Jedrusik, Sanna Vuoristo, Gaelle Recher, Anna Hupalowska, Virginia Bolton, Norah M. E. Fogarty, Alison Campbell, Liani G. Devito, Dusko Ilic, Yakoub Khalaf, Kathy K. Niakan, Simon Fishel & Magdalena Zernicka-Goetz

Nature Cell Biology 18, 700–708 (2016) doi:10.1038/ncb3347

Received 25 February 2016 Accepted 29 March 2016

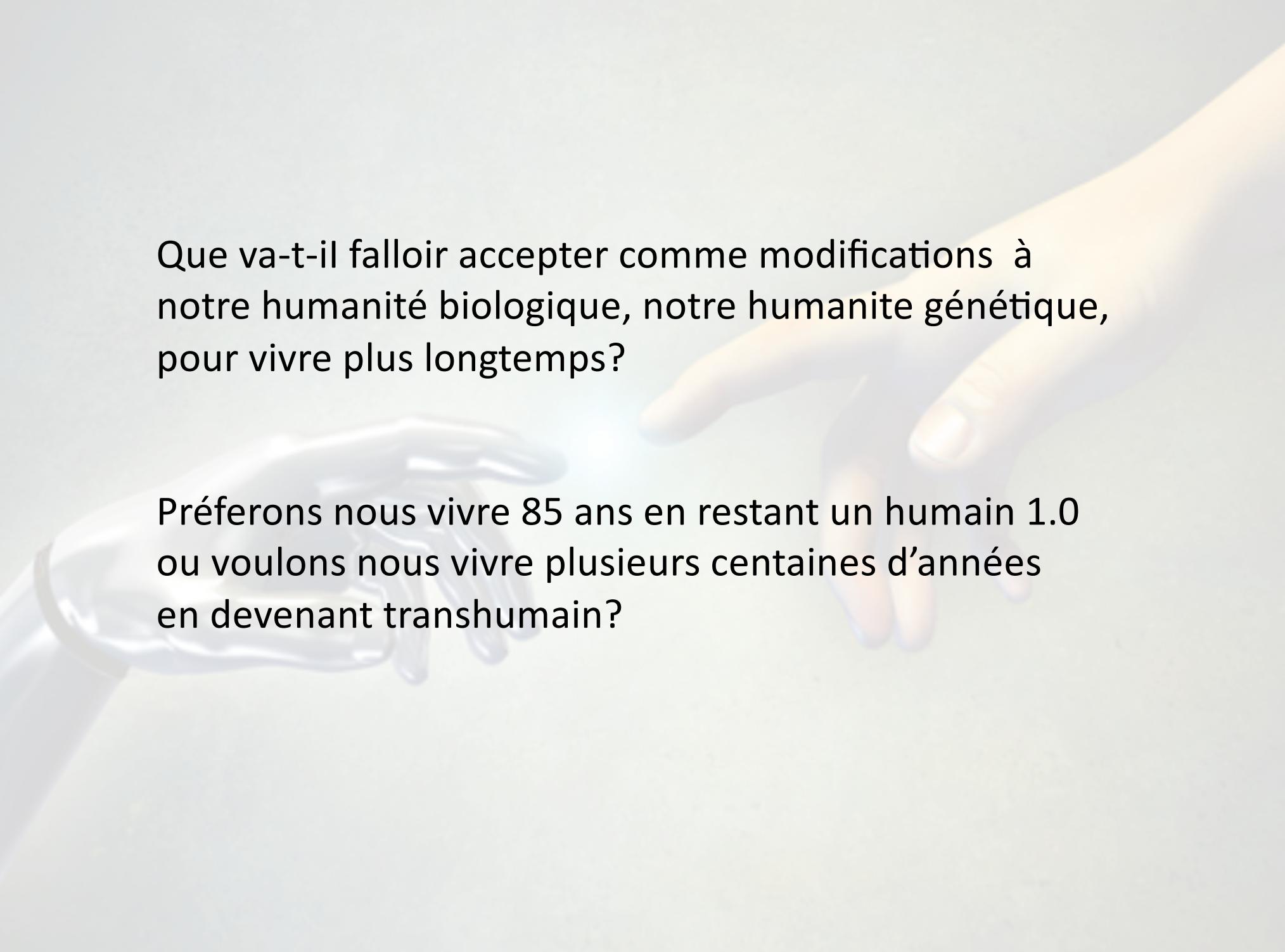
Published online 04 May 2016

# L'ectogénèse: vers un utérus artificiel...

Université de Technologies  
Eindhoven NL

Le programme européen Horizon 2020 accorde une subvention de 2.9 millions d'euros à TU pour permettre aux chercheurs de développer des prototypes d'utérus artificiels

*TU/e and MMC are initiators of a European consortium and are working together with the Dutch university medical centers Amsterdam UMC, Radboud UMC, Erasmus MC, Leiden UMC, UMC Groningen, Maastricht UMC+, UMC Utrecht and Universitätsklinikum Aachen, with the universities UTwente, TU Delft and Politecnico di Milano, with the companies Medsim, LifeTec Group BV, Nemo Healthcare, MSB de Medici, Demcon Advanced Mechatronics Best BV and ANSYS, Inc. - USA, and with the organizations Vereniging van Ouders van Couveusekinderen (association for parents of premature babies), Centre for Social Ethics and Policy (Univ. Manchester, UK) and the BOM (Brabant Development Agency).*



Que va-t-il falloir accepter comme modifications à notre humanité biologique, notre humanité génétique, pour vivre plus longtemps?

Préferons nous vivre 85 ans en restant un humain 1.0 ou voulons nous vivre plusieurs centaines d'années en devenant transhumain?

# Une conscience éternelle

Transférer l'âme d'un individu sur des circuits intégrés  
afin de permettre un transfert en cas d'accident  
Cryoconservation, la société Netcom (vitrification)