Xénotransplantation

Enquête sur une industrie



OXA
OBSERVATOIRE
DE L'EXPÉRIMENTATION
ANIMALE

Rapport produit par l'Observatoire de l'Expérimentation Animale (OXA) ayant son siège à Périgueux (24000).

Achevé d'imprimer par Printoclock (SAS Constellacom, sise 229 Route de Seysses – 31100 Toulouse) en novembre 2026.

Dépôt légal en novembre 2026.

Recherche et écriture

Nicolas Marty, président de l'Observatoire de l'Expérimentation Animale

Roland Cash, médecin, économiste de la santé, vice-président de l'association Transcience

Relectures

Conseil scientifique de l'OXA :

Sarah Zanaz (docteure en philosophie)

Guillaume Reho (docteur en neurosciences)

Edwin Louis-Maerten (docteur vétérinaire, docteur en bioéthique)

Bénévoles de l'OXA :

Céline Cornayre

Laura Vanpeene

Vincent Jacquot

Illustrations à l'aquarelle

VonLeydig (page de couverture et pages 24 et 69).

Vous pouvez consulter la version PDF en ligne de **ce rapport, sur laquelle les liens sont cliquables pour accéder aux sources,** via le QR code ci-dessous :

oxanimale.fr/xenotransplantation/

06 **Synthèse argumentée**

06 *Trente ans de promesses*
07 *Le coût animal et le coût économique*
08 *La question éthique*
09 *Les alternatives*
10 *Les recommandations de l'OXA*

12 **De quoi parle-t-on ?**

14 *Questions de vocabulaire*
15 *Une ressource illimitée*
16 *Les xénogreffes de type A*
17 *Les xénogreffes de type B*
18 *Les contraintes de la biosécurité*
19 *Le coût en primates*
20 *Le coût de la production, chiffré par ceux qui la mènent*
21 *Les rouages de l'industrialisation*
22 *Les cochons ne sont pas des pièces détachées*

24 **Origines historiques**

26 *Les premiers échecs, du rêve de Carrel à Baby Fae (1905-1984)*
26 *Du choix du cochon au moratoire oublié (1990-2000)*
28 *« Diaries of Despair » : l'affaire Imutran et la réponse des institutions (2000-2003)*
29 *La valeur du contrôle*
30 *L'héritage*

32 **Réglementations et bioéthique**

34 *Une réglementation taillée pour protéger l'embryon humain*
35 *La loi de bioéthique de 2021 : la porte laissée ouverte*
36 *La France avant 2021 : un interdit contourné, puis levé*
37 *L'angle mort de la réglementation européenne*
38 *Les demandes européennes, et le débat qui n'a pas eu lieu*

SOMMAIRE

40 **Les essais sur l'humain (2021-2025) : résultats et limites**

42 Les premières mondiales
43 Une « réussite » ?
44 Les greffés vivants : records récents et bascule industrielle
45 EXPAND & EXPRESS - Les engagements des essais cliniques
46 Le mirage du « pont » (bridge-to-transplant)

48 **La course mondiale aux organes de cochon : acteurs et financements**

50 Les organes entiers de cochon, cœur de la course
51 L'Allemagne : les échéances annoncées, puis non tenues
52 L'argent : États-Unis et Chine
53 La contribution française : Necker et l'équipe Loupy
54 Xenocure et la « filière nationale »
55 Une journée fondatrice sous parrainage parlementaire
56 Un marché, pas une réponse au manque d'organes
57 Combien sera vendu un organe de cochon ?

60 **Les risques immunitaires et sanitaires**

62 Le rejet, un mur immunitaire repoussé à coups de génie génétique
63 L'infection, un risque qu'on pense réduire sans pouvoir le quantifier
64 Le risque rétroviral déclaré clos, de 2009 à 2022
65 Le dépistage défectueux
66 Le risque collectif

SOMMAIRE

68 **Éthique**

70 Les grands absents du débat : les animaux
71 Assez éloignés, et tout aussi proches
72 L'argument de la viande
73 Les limites de l'argument de la viande
74 Les cadres de la réflexion éthique
75 Le spécisme
76 Comment le CCNE considère les cochons
77 Ce que le CCNE ne dit pas
78 Deux poids, deux mesures
79 La vulnérabilité n'est pas le propre de l'humain
80 Coûts et bénéfices
81 Qui pourra acheter, et qui recevra
82 Le rapport Belmont...
83 ...appliqué aux autres animaux ?
84 Le bilan éthique

86 **Alternatives**

88 Utiliser des organes artificiels
89 Le coût animal des organes artificiels
90 Récupérer les greffons écartés
91 Favoriser la tolérance immunitaire
92 Développer le don d'organes
93 Une cible réaliste de développement
94 Des propositions concrètes
95 Un écart persistant entre l'intention et l'acte
96 Prévenir en amont
97 Les causes que l'on pourrait traiter
98 Tableau de synthèse

100 **Conclusion et recommandations**

102 Conclusion
103 Les recommandations de l'Observatoire de l'Expérimentation Animale

Xénotransplantation.

Enquête sur une industrie.

Synthèse argumentée

Trente ans *de promesses*

Depuis les derniers jours de 1992, où naît chez Imutran la première portée de porcelets porteurs d'un gène humain, la xénotransplantation d'organes de cochons génétiquement modifiés est présentée comme la réponse au manque de greffons humains.





Un mot revient d'une décennie à l'autre :
« illimité ».

Les documents internes d'Imutran, révélés par The Observer en 2003, retracent *« la course à la fourniture d'un approvisionnement illimité en organes animaux »*.

Le chirurgien Robert Montgomery compare en 2021 les reins de cochon à l'éolien et au solaire, *« durables et illimités »*.

Pascal Vouhé, de l'Académie nationale de médecine, y voit en 2022 *« une quantité sans limites de greffons »*.
Et la Commission européenne publie en 2026 les mots d'une coordinatrice d'un projet qu'elle finance : *« une source potentiellement illimitée et renouvelable »*.

Le premier industriel du secteur écrit pourtant l'inverse dans son propre document de présentation :

« l'écosystème du don d'organes n'est pas encore prêt à recevoir une offre illimitée d'organes »,

faute de centres et de chirurgiens.

Et les résultats ne suivent pas les annonces.

Entre 2021 et 2025, des chirurgiens ont greffé des reins, des cœurs, un foie et un poumon de cochon, d'abord sur des corps en état de mort cérébrale, puis sur des patients vivants. En mai 2026, la revue de référence de la discipline recense **neuf xénogreffes d'organe sur des personnes vivantes** aux États-Unis et en Chine. **Aucun greffon n'a tenu un an.** Le plus durable, **271 jours**, a été explanté. Cinq de ces neuf cas n'ont donné lieu à aucune publication relue par les pairs.

Le premier greffé cardiaque, David Bennett, est mort

en mars 2022 (deux mois après la greffe) avec un cytomégalovirus porcin dans le cœur, que le dépistage n'avait pas identifié. Quinze mois plus tôt, une équipe de virologues appelait à éliminer ce virus chez les cochons donneurs. L'entreprise qui a fourni l'organe qualifie pourtant les deux greffes cardiaques, suivies de la mort des deux greffés, de *« premières xénogreffes réussies de cœurs porcins »*.

Les échéances annoncées ne sont pas tenues.

2022
Une équipe munichoise promet une première greffe cardiaque chez l'homme, a annoncé trois échéances successives, et n'a greffé personne.

2025
Essai rénal
Le premier essai clinique rénal aux États-Unis prévoyait six greffes. Une seule a été annoncée, en novembre 2025, et le délai réglementaire pour la suivante est écoulé depuis janvier 2026.

Mai 2026
Essai cardiaque
L'essai cardiaque autorisé en mai 2026 porte sur deux participants au maximum, et n'était toujours pas enregistré fin août.

Le coût animal *et le coût économique*

Le nombre d'animaux que cette filière utilise n'est pas connu, mais les équipes publient parfois le détail de leurs propres pratiques.

Derrière chaque cochon donneur ont été utilisés des milliers d'embryons clonés et les truies qui les portent.

Les survivants naissent par césarienne et vivent en isolement stérile, la queue coupée et les dents épointées, sans soleil, sans herbe et sans boue. Les truies sont inséminées pour deux à trois portées par an, et leurs porcelets leur sont retirés après 7 à 16 jours.

Rendements déclarés :

0,9 % 2017

étude chinoise sur cinq ans, pour 367 701 embryons et 2 019 truies.

2,12 % 2026

étude américaine : 37 porcelets obtenus, 15 encore en vie à la publication, pour 3400 à 5100 embryons transférés dans 17 truies.

3,95 % 2013

étude munichoise, à condition d'écarter du calcul les 108 truies qui n'ont pas mis bas.

Les malformations congénitales et la mortalité sont fortes dans les élevages.

La publication munichoise recense des langues surdimensionnées, des fentes palatines, une atrésie anale ou des anomalies des pattes chez de nombreux porcelets. Dans un élevage américain dit *« exempt de pathogènes désignés »*, la mortalité des nouveau-nés pendant les trois premières semaines varie de **15 % à 57 %** selon les cohortes. La cause tient au régime sanitaire lui-même : privés du colostrum de leur mère, les porcelets ne développent pas l'immunité qui devrait les protéger.

Chaque organe greffé à un humain a d'abord été essayé sur des primates. Le programme Imutran a tué au moins **424 macaques** crabiers et **49 babouins**, et les documents internes révélés en 2003 recensent **520 erreurs** et omissions, dont un primate tué par un tampon oublié dans son corps.

Aujourd'hui encore, des primates sont utilisés pour développer et tester les xénotransplantations, notamment en Allemagne.

Des centaines de millions de dollars ont été dépensés

pour la promesse d'une industrie. En 2019, un cofondateur de la société savante du domaine estimait à **438 millions** de dollars le financement mondial engagé depuis 2000. Récemment, l'une des grandes entreprises du domaine a levé environ **495 millions**. Une autre a bâti une installation à **75 millions** de dollars pour une capacité de 125 organes par an, et en construit une seconde à **110 millions**. En Europe, l'agence allemande de financement de la recherche a versé plus de **42,8 millions** d'euros à un consortium munichois qui n'a jamais dépassé le stade de la greffe chez le babouin. Aucun bailleur n'a publié le bilan de ce que son argent a produit.

Et le prix de vente n'est pas encore connu.
Un industriel envisage un prix d'**un million de dollars par rein.**

La question *éthique*

> Le débat public confine l'éthique à l'acceptabilité sociale, au consentement des receveurs et à la communication. Ainsi, Pascal Vouhé, de l'Académie nationale de médecine, considérait en 2022 que les questions éthiques à venir étaient les *« réticences des receveurs potentiels »* et les *« manifestations des activistes antispécistes »*. Un problème d'opinion, un problème d'ordre public : rien sur les animaux.

La réflexion éthique de fond est encore souvent esquivée via l'argument de la viande : puisque nous tuons déjà des cochons pour les manger, pourquoi refuserions-nous de le faire pour sauver des vies ? Florence Burgat nomme ce mécanisme *« l'argument du pire »* : relativiser la mise à mort de milliers de cochons au motif que des millions d'autres sont déjà tués dans l'élevage intensif revient à considérer qu'une pratique est acceptable dès lors qu'il en existe de pires. Un tel raisonnement pourrait alors justifier n'importe quoi, puisqu'il y aura toujours pire ailleurs.

Pour un vrai débat éthique, la parole devrait être donnée aux spécialistes. Les deux grandes familles de philosophie morale se sont prononcées sur les xénotransplantations.



Peter Singer
(utilitariste)

acceptait la xénogreffe en 2021 à condition que les cochons ne soient pas élevés en ferme industrielle.



Christine Korsgaard
(déontologiste)

refuse au contraire la xénotransplantation au motif qu'un cochon a un droit premier sur sa vie et ses organes.

Nos sociétés tiennent une position intermédiaire, spéciste : nous protégeons les humains sur un fondement déontologiste tandis que les autres animaux ne sont considérés qu'au regard de l'utilité qu'ils ont pour nous. Justifier le spécisme suppose d'identifier une caractéristique moralement pertinente que tous les humains posséderaient, et dont aucun autre animal ne serait doté. Or, une telle propriété n'existe pas. La littérature en éthique animale s'accorde largement sur le fait que le spécisme n'est donc pas légitime.

Rapport Belmont
1979

Ce rapport a posé les grands principes éthiques de la recherche sur les personnes humaines (autonomie, bienfaisance, non-malfaisance et justice), pourrait être élargi à tous les êtres sentients, sans oublier de prendre en compte leur vulnérabilité, notion centrale dans la déclaration d'Helsinki, un autre texte de référence en bioéthique.

Pourtant, sur les 338 pages du rapport de synthèse des États généraux de la bioéthique de 2026, et sur les 85 pages de l'avis du Comité consultatif national d'éthique, le spécisme et la sentience, notions centrales en éthique animale, n'apparaissent pas une seule fois.



Les alternatives

Des organes artificiels à la bio-impression, en passant par la prévention et le développement du don d'organes, de nombreuses solutions n'impliquent pas de créer une nouvelle forme massive d'élevage et d'appropriation des corps. Parmi elles, trois n'impliquent pas du tout d'exploitation animale.

Le don après la mort

Le baromètre de l'Agence de la biomédecine montre une adhésion stable depuis dix ans en France, avec **74 %** de personnes favorables au don de leurs propres organes. Mais **49 %** seulement (une part en baisse) ont mentionné leur volonté à leurs proches, alors que **90 %** jugent important que ces derniers la connaissent, et que **62 %** croient à tort le prélèvement automatique en l'absence d'inscription au registre des refus. Les proches sont pourtant toujours consultés avant un prélèvement. Le taux d'opposition, lui, est passé d'environ **30 %** avant 2020 à **37,1 %** en 2025.

Le don du vivant

Aujourd'hui, le don du vivant atteint **8,1 greffes** par million d'habitants en France, contre **28,1** aux Pays-Bas. Pour le rein, **3 867** greffes ont été réalisées en 2025. Il en faudrait de l'ordre de **6 000** par an pour faire face aux besoins annuels et commencer à résorber la file d'attente.

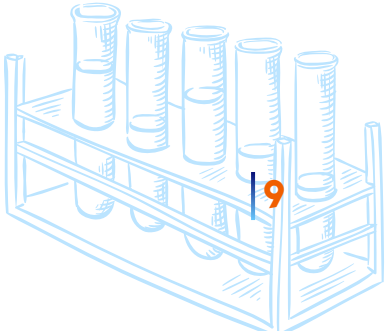
Pour cela :

- aligner toutes les régions sur le meilleur taux de prélèvement français sur les donneurs en mort encéphalique rendrait possibles plus de 1 000 greffes de rein supplémentaires par an ;
- le prélèvement après arrêt circulatoire, limité à 65 centres autorisés, pourrait être triplé.

La prévention

Une étude française portant sur **102 226 cas d'insuffisance rénale** terminale fait de la défavorisation sociale le premier facteur d'explication des écarts géographiques d'incidence, devant le diabète et la pollution de l'air, et ce malgré l'accès aux soins. Réduire cet écart aurait évité **23 092 cas** en dix ans. Le Comité consultatif national d'éthique (CCNE) juge lui-même le rapport coût-bénéfice de la prévention particulièrement favorable, et recommande en particulier le développement du dépistage.

L'argent public va pourtant au traitement plutôt qu'à la prévention. L'Assurance maladie consacre **4,5 milliards** d'euros par an à l'insuffisance rénale terminale, et l'Igas relevait en juin 2026 que la prévention de la maladie rénale chronique ne semble pas encore être une priorité nationale partagée par tous les acteurs.



Les recommandations *de l'OXA*

Ce rapport pose la question de la légitimité de l'usage, avant celle de ses conditions. Les six recommandations qui suivent en découlent, du chiffrage du coût animal et du contrôle des financements publics, applicables sans délai, à la place que le droit accorde aux animaux.

1 Reconnaître et chiffrer le coût animal,

direct et indirect, dans toute évaluation éthique et réglementaire de la xénotransplantation. Le rapport du Conseil de l'Europe le demandait déjà en 2003 : peser les coûts réels pour les animaux, en regard d'un réexamen critique de ce qui a été effectivement obtenu.

2 Rendre compte des financements publics engagés

en France et en Europe. Pour chaque projet doté de fonds publics : les montants obtenus, les bénéficiaires, les résultats, le coût animal, et la confrontation des objectifs annoncés à ce qui a été atteint.

3 Appliquer un principe de précaution face au risque zoonotique.

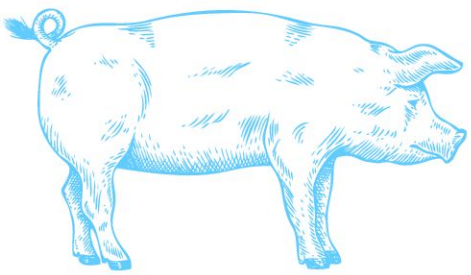
Le risque est collectif autant qu'individuel, et l'industriel qui mène le premier essai clinique engage lui-même ses participants à une surveillance des infections zoonotiques pour le reste de leur vie.

4 Orienter les financements vers les alternatives à meilleur rapport coût-bénéfice,

en commençant par celles qui n'élèvent ni ne tuent aucun animal pour son organe : réduction du taux d'opposition au don, récupération des greffons écartés, développement du don du vivant, politique de prévention des défaillances d'organes.

5 Ouvrir un débat démocratique qui traite en profondeur la question de l'éthique animale,

plutôt qu'un débat cantonné à la seule acceptabilité par le public, et qui s'appuie sur des données publiées et sur l'analyse des spécialistes (notamment en éthique) plutôt que sur les annonces des acteurs.



6 Mettre fin à l'asymétrie spéciste de la loi de bioéthique.

La recherche sur l'embryon humain est soumise à autorisation de l'Agence de la biomédecine, alors que l'insertion de cellules humaines dans un embryon animal relève d'une simple déclaration. Et le principe qui fait primer l'intérêt des personnes sur les seuls intérêts de la science et de la société n'a aucun équivalent pour les autres animaux. Il faut à la recherche sur les animaux autres qu'humains des principes premiers, comme le rapport Belmont en a donné à la recherche sur les personnes humaines.



De quoi *parle-t-on ?*



Le mot xénogreffe recouvre trois pratiques distinctes : l'injection de produits d'origine animale, la greffe de tissus désactivés comme les valves cardiaques, et la transplantation d'un organe vivant. Ce rapport porte sur cette dernière.

Les cochons utilisés naissent par césarienne, vivent en isolement stérile et meurent pour la plupart avant même que leurs organes soient exploitables : les méthodes de clonage qui les produisent dépassent rarement quelques pour cent de rendement, et la mortalité des porcelets dans leurs trois premières semaines atteint 57 % dans certaines cohortes.

Chaque organe greffé à un humain a d'abord été essayé sur des primates. Personne ne publie le nombre d'animaux concernés. Les partisans de la technique, eux, parlent d'une ressource « illimitée » depuis plus de vingt ans.

Questions *de vocabulaire*



Le mot xénogreffe recouvre des réalités distinctes. Pour s'y retrouver, distinguons d'abord les greffes selon l'origine du greffon :

Autogreffe

Le greffon provient de la personne elle-même (Larousse).

Allogreffe
(ou transplantation)

Le greffon provient d'un autre individu de la même espèce (Larousse).

Xénogreffe
(ou xénotransplantation, ou hétérogreffe)

Le greffon provient d'un individu d'une autre espèce (Larousse).

Sous le terme de xénogreffe, on sépare ensuite trois pratiques distinctes selon ce qui est prélevé sur l'animal non-humain.

Xénothérapie

Injection de produits d'origine animale, ou issus de cultures impliquant des produits d'origine animale, par exemple des anticorps polyclonaux « humanisés » d'origine porcine pour moduler la réponse immunitaire.

Xénogreffe au sens restreint

Greffe de tissus désactivés d'origine animale, par exemple les valves cardiaques faites de tissu porcin et bovin, ou des substituts osseux d'origine animale.

Xénotransplantation

Transplantation de tissus ou d'organes vivants d'origine animale, par exemple les récentes transplantations de cœur et de rein de cochons.

Le Conseil de l'Europe, dans sa recommandation de 2003 (Rec(2003)10), a retenu une acception plus large, qui inclut la transplantation de tissus et organes humains ayant eu un contact ex vivo avec des cellules animales, par exemple avec le sérum de veau fœtal utilisé en culture in vitro.

Cochon ou porc ?

Les deux mots sont synonymes, mais leurs connotations sont très différentes. Porc nomme généralement la viande et le produit, dans l'élevage comme dans le vocabulaire médical : on parle de valves porcines, de rétrovirus endogènes porcins. Cochon nomme plutôt l'animal vivant. Ce rapport écrit « cochon » partout où il est question d'un individu, et « porc » dans les termes techniques établis et dans les citations.



Une ressource *illimitée*

Un même mot est répété depuis plus de vingt ans par les partisans de la xénotransplantation : les cochons fourniraient une source ***« illimitée »*** d'organes.

Avril 2003

The Observer révèle le contenu des documents internes du programme Imutran, qui *« retracent la course à la fourniture d'un approvisionnement illimité en organes animaux, pour tenter de sauver la vie de milliers de Britanniques. »*

Octobre 2021

Le chirurgien Robert Montgomery reprend l'image pour *Vox* : *« Si l'on se représente les organes humains comme l'énergie fossile de l'approvisionnement en organes, alors les reins de cochon sont l'éolien et le solaire : durables et illimités. »*

Mars 2022

Pascal Vouhé, membre de l'Académie nationale de médecine, écrit encore dans *un débat public* : *« La xénogreffe apporte, à l'évidence, une solution pérenne, en mettant à disposition une quantité sans limites de greffons. »*

Avril 2026

La Commission européenne publie *sur son propre site* les mots d'Ekaterine Berishvili, coordinatrice du projet VANGUARD : *« Les cellules porcines offrent une source potentiellement illimitée et renouvelable, et la xénotransplantation, autrefois vue comme une perspective lointaine, est aujourd'hui un domaine sérieux qui progresse rapidement. »*

Aucun de ces acteurs ne formule les conséquences de cette idée : pour fournir sans limite, il faut élever sans plafond.

> Emanuele Cozzi en a donné l'ordre de grandeur à Euractiv, en février 2022 : *« En ce moment, en Italie, quelque 5 000 personnes attendent un rein. Si je n'ai pas 5 000 reins humains mais que je peux fournir 5 000 reins de porc, c'est formidable. »*

Mais l'argument se retourne de lui-même. Ces 5 000 reins combleraient un retard accumulé, pas un flux : une fois la liste d'attente résorbée, elle ne se remplirait que de quelques centaines de patients par an, que le don humain pourrait couvrir. La xénotransplantation perdrait alors l'objet qui la justifie.

L'entreprise United Therapeutics dément le concept qu'elle vend.

Le premier industriel du secteur écrit dans son document de présentation :

> *« Le fait est le suivant : l'écosystème du don d'organes n'est pas encore prêt à recevoir une offre illimitée d'organes. Il n'y a pas assez de centres de transplantation ni de chirurgiens transplanteurs partout où le besoin existe. »*

L'entreprise qui a déposé la marque UKidney™ explique donc que le système de santé ne saurait que faire d'une offre illimitée. Quant au besoin, le développement de centres de transplantation et la formation des chirurgiens transplanteurs permettrait d'abord l'utilisation des greffons humains aujourd'hui perdus.

Les xénogreffes *de type A*

Le débat public se concentre presque uniquement sur les organes d'animaux non-humains transplantés à des humains. En amont, cette recherche mobilise les animaux non-humains de plusieurs façons, qu'on regroupe en deux grandes familles, que nous dénommons ici « type A » et « type B ».

Au sein du **type A**, les travaux se déclinent en quatre étapes :



A-0

Développer les modèles ou souches d'animaux adaptés pour produire des cellules et tissus destinés à la xénothérapie, et explorer les pistes de xénogreffes.



A-1

Greffer des cellules humaines sur des embryons d'autres animaux (recherche sur le développement embryonnaire et les maladies génétiques, ou préparation des souches pour le Type A-2), les « chimères ».



A-2

Réaliser des greffes et transplantations entre animaux non-humains pour la recherche et les tests précliniques, sur des animaux génétiquement modifiés et/ou préparés via des greffes de cellules au stade de l'embryon.



A-3

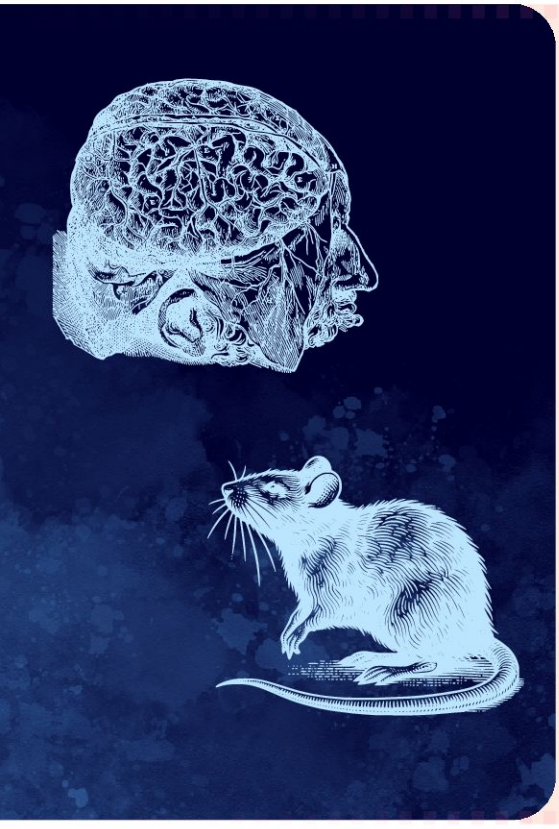
Réaliser les greffes et transplantations dans le cadre des essais cliniques sur des personnes humaines.

Les xénogreffes *de type B*

Alors que le type A-1 place des cellules humaines dans un embryon pour fabriquer l'animal souhaité, la famille B greffe les cellules sur l'animal pour étudier une maladie humaine. En nombre d'animaux non-humains utilisés, c'est le cas le plus fréquent. On greffe ici des cellules humaines sur des animaux non-humains, notamment pour étudier les tumeurs au moyen de xénogreffes dérivées de patients (*patient-derived xenografts*, ou PDX) ou pour produire des modèles d'autres maladies.

Les cellules greffées peuvent être des cellules tumorales, des cellules souches pluripotentes induites (iPSC, des cellules humaines ramenées au stade de cellules souches, servant ensuite à entretenir des lignées) ou, dans certains cas, des cellules souches embryonnaires (soumises à une réglementation spécifique).

Ce rapport porte principalement sur l'utilisation d'animaux non-humains utilisés comme source d'organes pour l'humain (type A).



Quand la famille B inquiète : les chimères cérébrales.

Ces pratiques ne font presque jamais débat, à une exception près : les cellules cérébrales humaines. Greffer des neurones humains ou des organoïdes cérébraux (des amas de tissu nerveux cultivés à partir de cellules souches humaines) dans le cerveau d'un autre animal réveille la figure mythique de la chimère et la crainte de brouiller la frontière entre l'humain et les autres animaux.

En 2022, une équipe de Stanford a transplanté de tels organoïdes dans le cerveau de jeunes rats : leur volume a été multiplié par neuf en trois mois, le tissu humain s'était connecté aux circuits sensoriels et répondait aux stimulations des moustaches de l'animal, au point d'orienter son comportement. De tels travaux nourrissent un débat éthique propre : à mesure que des cellules humaines peuplent le cerveau d'un animal, on s'inquiète d'une humanisation qui accroîtrait ses capacités cognitives et modifierait son statut moral.

Le cas est révélateur : l'inquiétude se cristallise sur la frontière symbolique entre « l'humain » et « l'animal » plutôt que sur ce qui est infligé aux individus non-humains soumis à l'expérimentation.

Les contraintes *de la biosécurité*





L. Syd M Johnson,
professeure de bioéthique

décrit le dispositif en une phrase, dans une tribune publiée par le Hastings Center en janvier 2022 :

« Ces cochons sont génétiquement modifiés et clonés, et doivent être élevés et hébergés selon des mesures de contrôle des infections telles que l'insémination artificielle, le transfert d'embryons, les naissances par césarienne, et l'isolement dans des environnements stériles sans contact avec d'autres animaux, ce qui empêche l'expression de leurs comportements naturels. »

De nombreux comportements propres à l'espèce deviennent en effet inenvisageables. Améliorer les conditions ne lève pas cette contrainte, puisque cette dernière est inhérente aux objectifs poursuivis.



Jasmine Gunkel
bioéticienne



Franklin G. Milleur
bioéthicien

ajoutent des détails en 2025 :

« Souvent, les cochons des installations biosécurisées sont mis au monde par césarienne ou arrachés à leur mère dès la mise bas, ont la queue coupée et les dents épointées, et sont maintenus en petits groupes dans des "bulles" intérieures, loin du soleil, de l'herbe, de la boue et de tout lieu où exprimer leurs comportements naturels.

[…] Si l'élevage industriel nous enseigne quelque chose, c'est qu'il y a tout lieu de craindre que les conditions se dégradent pour les cochons à mesure que la production monte en échelle. »

L'exploitant décrit la même chose avec fierté. Dewey Steadman, porte-parole de United Therapeutics, détaille au *Star Tribune*, en août 2024, le régime de l'installation stérile du Minnesota, concluant avec une expression qui parle d'elle-même : *« tous les cochons naîtront et seront récoltés au sein de l'installation étroitement contrôlée ».*

La détresse des truies

Le Science Learning Hub néo-zélandais décrit le cycle chez Living Cell Technologies, qui élève des cochons pour leurs cellules : les truies sont inséminées pour avoir deux à trois portées par an, puis leurs porcelets leur sont retirés âgés de sept à seize jours, pour récolter leurs cellules avant de les tuer.

D'après l'entreprise :

« les truies peuvent être perturbées quand on leur retire leurs porcelets, et le personnel emploie alors plusieurs techniques pour distraire les cochons, comme les déplacer vers de nouveaux enclos et leur donner de nouveaux jouets. »



Le coût *en primates*

Avant tout essai chez l'humain, les organes de cochon sont transplantés chez des primates.

Imutran

Un quart des primates y sont morts de ce que les documents internes appellent des *« échecs techniques »*. *The Observer*, en avril 2003, décrit des singes et des babouins morts dans des crises de vomissements et de diarrhées, des spasmes violents, des écoulements sanglants, des grincements de dents, des mouvements oculaires incontrôlables, et des animaux repliés sur eux-mêmes, immobiles dans leur cage jusqu'à ce qu'on les tue.

Deux sont désignés par leur matricule : *« **Le babouin W201m** est mort d'un accident vasculaire cérébral après deux jours de spasmes des membres et de paralysie. **Le babouin W205m** a été sacrifié après 21 jours. Le cœur d'un cochon génétiquement modifié avait été soudé aux artères vitales de son cou. »* En amont : au moins **50 babouins** pris dans les plaines africaines, **34 heures** de transport en caisses exiguës, et **trois singes** trouvés morts, du sang aux narines, dans un aéroport parisien.

Xénome

Financé pour produire un cochon donneur d'organes, ce programme européen a aussi greffé des cellules de fœtus de cochons à des fins de thérapie cellulaire dans le cerveau de ***dix-neuf macaques crabiers*** rendus parkinsoniens au MPTP jusqu'à une perte d'au moins 80 % de leur activité locomotrice spontanée. Tous ont finalement été tués.

eGenesis

dans Nature, 2023

Des cochons porteurs de 69 gènes modifiés ont été tués pour greffer **21 macaques crabiers**. Six recevaient un rein à trois gènes de sucres inactivés : fin d'étude aux jours 4, 6, 21, 26, 35 et 50, par défaillance rénale, coagulation intravasculaire disséminée, œdèmes et protéinurie. **Quinze autres** recevaient un rein portant en plus sept transgènes humains, huit sans inactivation des rétrovirus et sept avec : médiane de survie de 176 jours contre 24. Le record affiché, 758 jours, tient à **un seul animal**, M2420, dont le greffon ne portait pas cette inactivation. Le cochon à 69 éditions, lui, a conduit à 176 jours de survie. Les macaques étaient tués dès que leur taux de créatinine dépassait 6 mg/dL (un marqueur de dysfonctionnement rénal).

Le CCNE a oublié les primates.

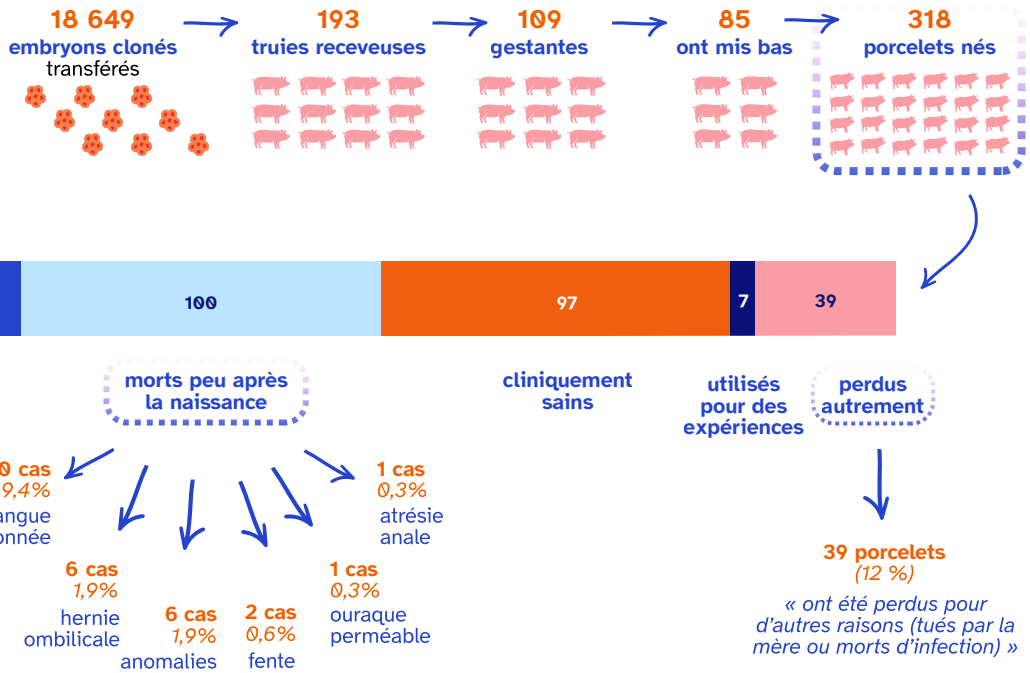
L'avis 152 du 15 septembre 2026, par lequel le Comité consultatif national d'éthique se déclare favorable à la recherche sur les xénogreffes en France, fait 85 pages. Le mot primate y figure deux fois : pour noter que les rétrovirus porcins s'y répliquent peu, et pour rappeler Baby Fae en 1984. Rien sur les greffes précliniques sur babouins et macaques, rien sur le nombre d'animaux concernés.

Le coût de la production
chiffré par ceux qui la mènent

Personne ne publie le total des coûts de la filière, mais les équipes en publient parfois le détail.

Les dommages collatéraux

Kurome et ses coauteurs publiaient en 2013 un bilan sur trois ans :



Le détail de la lignée de cochons dont les rétrovirus endogènes ont été inactivés a été publié par *Science* en 2017.

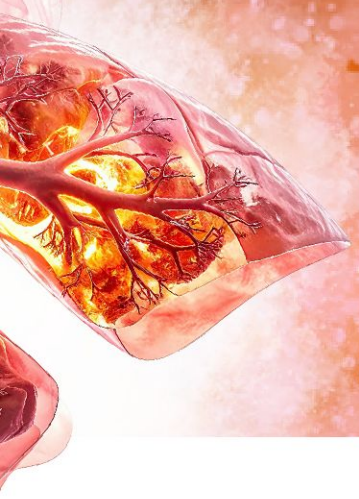
Niu, Yang et leurs coauteurs écrivent : *« nous avons produit à ce jour 37 porcelets PERV-inactivés à partir de 17 truies (200 à 300 embryons transférés par truie), 15 porcelets restent en vie, et les animaux en bonne santé les plus âgés ont 4 mois. »*

Le bilan le plus sévère provient de l'élevage le plus contrôlé.

Noordergraaf et ses coauteurs décrivaient en 2018 la mortalité néonatale d'un élevage américain exempt de pathogènes désignés, qui fournit des matériaux de xénogreffe : *« La mortalité des porcelets nouveau-nés durant les 3 premières semaines a varié selon les cohortes entre 15 % et un maximum de 57 %. »* Cohorte par cohorte, 19 %, 15 %, 39 %, 57 %, 40 %, 28 %. La cause : des infections par la microflore non pathogène de l'installation et *« l'absence d'immunité naturelle des porcelets CDCD [nés par césarienne et privés de colostrum] ».*

Le régime sanitaire censé protéger les porcelets entraine donc leur mort, malgré une prise en charge intensive.

De 2021 à 2025, sur **367 701 embryons** et **2 019 truies**, une étude chinoise retrouve **2,12 %** de naissances, mort-nés compris, en clonage d'élevage. Le bilan de 2013, sur la même base, donnait **1,71 %**.



Les rouages *de l'industrialisation*

Le cabinet Strategy&, du réseau PwC, écrit qu'eGenesis et United Therapeutics emploient l'édition génique *« pour fabriquer des organes et des cellules de cochons génétiquement modifiés, tels que le rein HuCo™ d'eGenesis et l'UKidney™ de United Therapeutics ».*
« Les organes seront récoltés », dit à l'AFP Dewey Steadman, porte-parole de United Therapeutics, chez Revivicor, à Blacksburg. Ailleurs, le mot rapporté est le verbe anglais, harvested.



David Cooper,
l'un des acteurs les plus cités dans le domaine,

écrit en 2020 les deux phrases qui bouclent la démonstration, dans une lettre à l'éditeur sans relecture par les pairs.

L'une range l'organe de cochon comme un article de catalogue :
« dans la mesure où les organes seraient disponibles de façon régulière (comme un dispositif ou un médicament), il y aura des économies [...] ».

L'autre donne l'avantage du cochon sur le donneur humain mort, et le critère est le rendement : Cooper relève, d'après Held et coll., que près de **20 %** des reins humains prélevés aux États-Unis entre 2013 et 2017 se sont révélés non viables et que leur coût a renchéri d'un quart les reins utilisables, puis conclut :

« Il ne devrait y avoir aucun rein non viable prélevé sur des cochons, et donc aucun effort gaspillé. »

Aucune perte. Elle suppose un contrôle complet de l'élevage, donc le confinement biosécurisé, et omet de rappeler qu'un xéno-organe a une durée de vie chez l'homme de quelques semaines contre de nombreuses années pour un organe humain transplanté.

Chez Cooper, le raisonnement aboutit à une organisation du travail :

« Il est hautement probable qu'une équipe de chirurgiens experts soit employée, qui ne fera rien d'autre qu'exciser des organes de cochon chaque matin, et aussi quand des urgences se présentent. »

Une équipe permanente dont la seule tâche est d'ouvrir des cochons chaque matin. L'argument est comptable : elle épargne aux centres receveurs le voyage de leurs équipes vers le centre donneur.

Le coût de l'industrialisation du processus.

Le CCNE, dans son avis 152 du 15 septembre 2026, dit seulement que les xénogreffes sont *« coûteuses »*. Krebs et ses coauteurs en énumèrent les postes en 2025 : ingénierie génétique, élevage en milieu exempt de pathogènes, dépistage viral permanent, immunosuppression lourde à vie, surveillance du rejet, infrastructures de biosécurité. Chiffrer ces postes un à un reste impossible en l'état : personne n'a publié de ventilation détaillée et indépendante.

Les cochons *ne sont pas des pièces détachées*

La sociologue Catherine Rémy, autrice d'Hybrides, soulève auprès de l'AFP le paradoxe entre la *« proximité »* homme-animal qu'implique le transfert d'organes et une *« industrialisation » « fondée sur une perception du donneur animal comme "stock de pièces de rechange" »*, un élevage en batterie *« objectivant »* l'être vivant qui fournit pourtant un rein ou un cœur à l'humain.



Laurent Bègue-Shankland,
chercheur en psychologie sociale :

« Peut-on s'enthousiasmer de transformer à grande échelle ces animaux en simples pièces de rechange de l'industrie biomédicale ? »



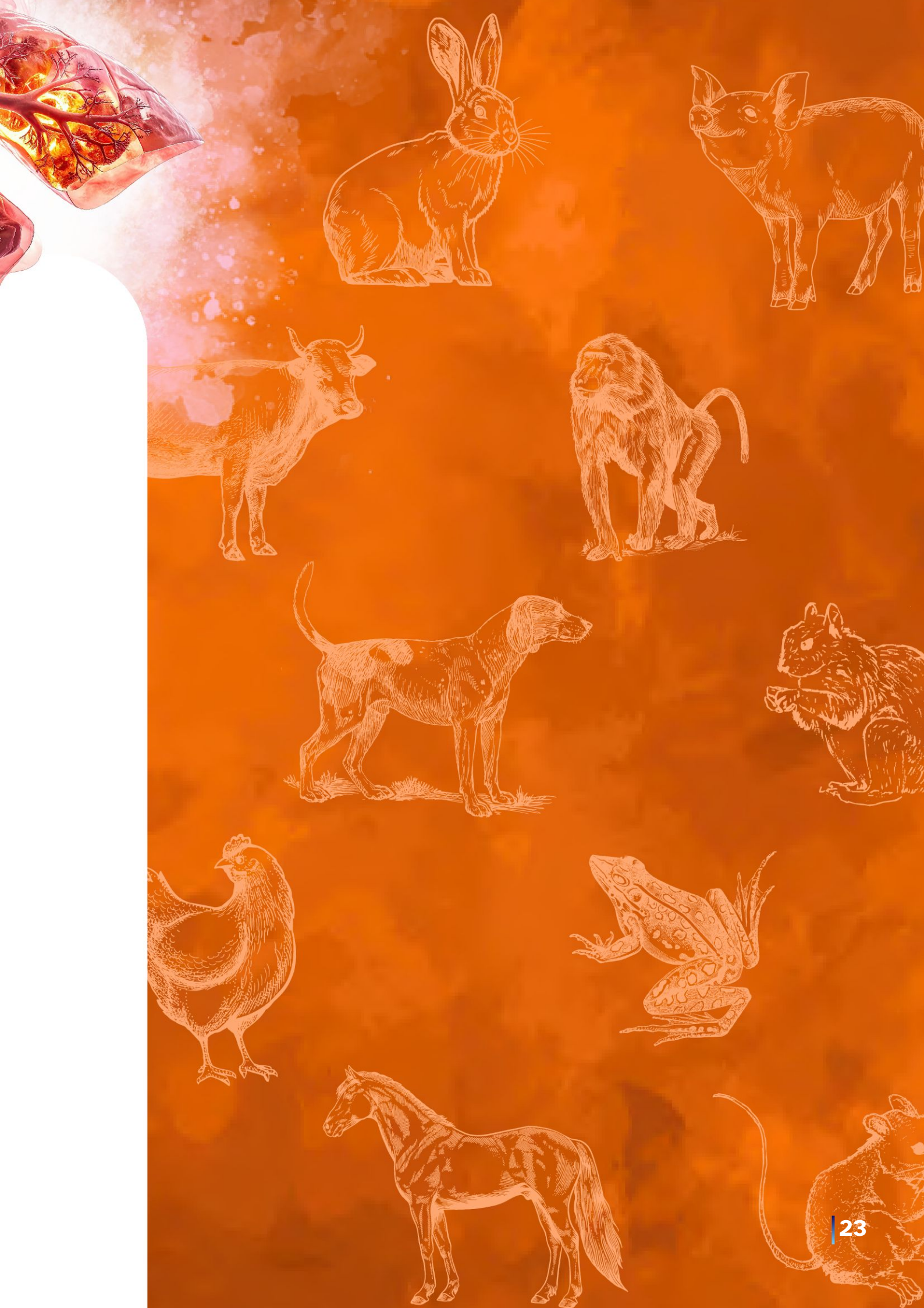
Luisa Bastos,
pour l'Eurogroup for Animals :

« Les animaux ne devraient pas être considérés et utilisés comme une réserve de "pièces détachées" pour les humains. » Elle redoute qu'ils passent pour des *« outils biologiques plutôt que comme des animaux sensibles ayant une valeur intrinsèque ».*



Krebs et ses coauteurs,
dans une revue à comité de lecture :

« [La xénotransplantation crée] une nouvelle forme d'élevage animal industrialisé, abandonnant les principes de l'éthique animale ».



Origines *historiques*



Un siècle de tentatives, et le même schéma à chaque fois :
une annonce présentée comme une percée, une tentative, un échec par rejet ou par infection, la relance sur une nouvelle cible.

Dans les années 1990,
les primates ont cédé la place aux cochons en tant que sources d'organes, pour des raisons qui tiennent autant à l'acceptabilité qu'à la biologie.

L'affaire Imutran,
seul programme dont le fonctionnement interne ait été rendu public, montre ce que valait le système d'inspection : une administration qui négociait à la baisse la classification de la souffrance, annonçait ses visites comme des formalités et renonçait à sanctionner, malgré au moins 520 erreurs et omissions relevées.

Les premiers échecs, *du rêve de Carrel à Baby Fae (1905-1984)*

Les greffes d'organes d'animaux non-humains sur des personnes humaines ne datent pas d'hier : elles ont été explorées dès le début du 20e siècle, portées par les progrès de la chirurgie vasculaire.

Dès 1905

Les travaux des chirurgiens **Alexis Carrel** et **Charles Guthrie** nourrissent l'espoir de remplacer un organe défaillant par celui d'un autre animal.

1984



Baby Fae, née prématurément avec un syndrome d'hypoplasie du cœur gauche, reçoit un cœur de babouin faute d'organe humain disponible. Elle survit vingt jours, quand aucun receveur de cœur non humain n'avait tenu plus de quatre jours avant elle.

L'affaire devient un événement médiatique mondial et suscite l'opposition des associations de défense des animaux.

Du choix du cochon *au moratoire oublié (1990-2000)*

L'intérêt scientifique reprend dans les années 1990, porté par le succès des greffes d'humain à humain et par un changement de cible : le cochon génétiquement modifié remplace les primates. Dix ans séparent les deux modifications décisives.

2000

L'enthousiasme ne retombe pas pour autant. PPL Therapeutics annonce cinq porcelets clonés en mars 2000, les premiers porcs clonés transgéniques en avril 2001, puis, le jour de Noël, cinq porcelets privés du gène responsable du rejet. La xénogreffe est dès lors présentée par les industriels comme la seule réponse à la *« pénurie »* d'organes.

2000

Le Roslin Institute, d'où était issue la brebis **Dolly**, annonce l'arrêt de ses recherches sur les cochons transgéniques ; son financeur Geron Bio-Med a cessé de payer, au vu des risques d'infection et de dissémination virale jugés trop importants.

1906

Un an plus tard, le chirurgien lyonnais **Mathieu Jaboulay** réalise ce qui est considéré comme la première xénogreffe d'organe solide documentée chez l'humain : il greffe des reins de porc, puis un rein de chèvre trois mois plus tard, au pli du coude de deux patientes en insuffisance rénale.

L'échec est rapide, par thrombose.

1920-1930

La pratique prend un tour commercial avec les greffes de tranches de testicules de primates popularisées par le chirurgien **Serge Voronoff**, censées guérir l'impuissance et faire office d'élixir de jouvence. Le tissu greffé se fibrose et l'effet s'éteint. Voronoff cesse pratiquement d'opérer après 1935, après plus de deux mille greffes.



1950-1980

Entre les années 1950 et 1980, une trentaine de tentatives sérieuses de ce type se heurtent toutes au rejet immunitaire.



1964

Dans les années 1960, l'arrivée des immunosuppresseurs relance les tentatives : **Keith Reemtsma** greffe des reins de chimpanzé à treize personnes en 1964. L'une d'elles, institutrice, survit plus de neuf mois et reprend le travail pour un temps ; le chimpanzé, acheté à un cirque, est tué.

En janvier 1964, **James Hardy** réalise la première greffe cardiaque tentée sur un humain, avec un cœur de chimpanzé. Le patient meurt au bout de 90 minutes.

1992

Dans les derniers jours de 1992 naît au Royaume-Uni, chez **Imutran**, la première portée de porcelets porteurs d'un gène humain de régulation du complément (hDAF), censé freiner le rejet. L'inactivation du gène qui fabrique l'alpha-gal, un sucre porté par les cellules de cochon qui peut déclencher un rejet hyperaigu, n'arrivera qu'ensuite : un allèle en 2002, les deux en 2003.

Ce basculement ne tient pas qu'au problème du rejet. Plus un donneur est proche de l'humain, plus ses pathogènes franchissent aisément la barrière d'espèce : le VIH est lui-même né du passage d'un virus simien à l'humain.

Les greffes tentées à partir de singes et de chimpanzés ont d'ailleurs été abandonnées en partie pour ce motif, le risque de zoonose des primates étant jugé trop élevé. Cependant, retenir le cochon, plus éloigné, déplace ce danger sans l'effacer.



1999

Le 29 janvier 1999, l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe adopte, au nom du principe de précaution, la Recommandation 1399 réclamant **un moratoire juridiquement contraignant** sur tous les essais cliniques de xénotransplantation.

Saisi de cette demande, le Comité des ministres crée un groupe de travail, dont sortira un rapport sur l'état de l'art qui ne se prononce pas sur le moratoire.

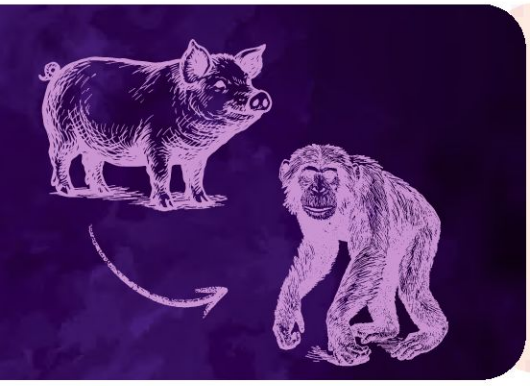
1997

Mais en 1997, on découvre que des **rétrovirus endogènes porcins (PERV)** peuvent infecter des cellules humaines : la piste porcine, présentée comme plus sûre, comporte donc elle aussi des risques sanitaires. Le Comité des ministres du Conseil de l'Europe adopte alors une première recommandation invitant les États à encadrer ces pratiques, et le Royaume-Uni se dote de l'UKXIRA, une autorité chargée d'autoriser et de surveiller les projets de xénotransplantation.

1993

Le monde politique emboîte le pas : en 1993, le Parlement européen appelle à développer les xénogreffes dans sa résolution sur l'interdiction du commerce des organes à transplanter.

« Diaries of Despair » : *l'affaire Imutran et la réponse des institutions (2000-2003)*



Imutran, filiale britannique de Novartis

faisait transplanter des organes de cochons génétiquement modifiés sur des primates, en confiant les expériences au laboratoire Huntingdon Life Sciences.

2000

Au printemps 2000, plus d'un millier de pages de documents internes parviennent à l'association Uncaged, qui les compile dans un rapport, Diaries of Despair.

Le rapport recense au moins 424 macaques crabiers et 49 babouins tués au fil du programme, et montre comment Imutran manipulait la présentation de ses résultats. Dans une étude de greffe rénale, la firme publie une survie médiane de **treize jours** en ne retenant que **sept animaux** parmi les **huit** ayant survécu le plus longtemps, quand la médiane réelle était de deux jours. Un babouin ayant tenu **39 jours** avec un cœur de porcelet est présenté comme actif et énergique, se déplaçant librement dans son enclos, alors que ses relevés cliniques le disaient recroquevillé et réticent à bouger, et que son greffon avait presque triplé de poids.

2003

La diffusion du rapport est empêchée pendant deux ans et demi par une injonction d'Imutran et de Novartis, jusqu'à leur défaite en justice, qui permet en avril 2003 la publication des 1 274 pages (The Observer).

En 2003, en réponse aux recommandations successives, au rapport commandé par le Conseil de l'Europe et, vraisemblablement, aux révélations concernant Imutran, le Comité des ministres adopte une recommandation plus précise et incitative. Elle souligne les risques sanitaires, les risques de rejet et les enjeux d'éthique et de protection des animaux non-humains, rend tout de même obligatoires les expériences sur des animaux autres qu'humains avant toute tentative sur l'humain, et réserve la xénotransplantation au dernier recours, jamais avec des organes de primates, jugés plus risqués que ceux de cochons.



Aux États-Unis, la FDA avait publié dès 1999 une recommandation non contraignante décourageant le recours aux primates comme source, au nom du risque infectieux. Le Hastings Center y voit une interdiction de fait.



La valeur *du contrôle*

Les documents obtenus par Uncaged illustrent ce que valait le contrôle du programme en Angleterre. Il relevait alors, comme aujourd'hui, du Home Office, qui délivre les licences et y fixe les limites de « gravité » applicables.

Le classement de la gravité.

The Observer écrit qu'un document jusque-là confidentiel révèle *« comment le Home Office a travaillé avec Imutran [...] pour sous-estimer la souffrance causée par les expériences les plus sévères »*, puis cite le rapport interne de la firme : *« Le Home Office va tenter de faire classer les greffes de rein comme modérées, ce qui permettra à Imutran d'obtenir plus facilement une licence, en ignorant le caractère sévère de ces programmes. »*

L'examen des demandes

« À plusieurs reprises, des responsables gouvernementaux ont assuré à Imutran qu'une réunion décisive consacrée aux nouvelles demandes de licence ne serait qu'une formalité d'enregistrement. » Et le demandeur embellissait ce sur quoi ces licences se décidaient : *« Plutôt que d'admettre son échec, Imutran a formulé plusieurs affirmations inexactes sur la réussite de ses expériences, exagérant les résultats de ses essais pour augmenter ses chances d'obtenir de nouvelles licences. »*

Les manquements constatés

« Des incidents graves de souffrance d'animaux non couverts par une licence n'ont pas fait l'objet d'enquêtes adéquates, et la réglementation n'a pas été correctement appliquée. Des manquements à la loi sont même restés impunis dans certains cas, le Home Office se limitant à des lettres d'admonestation. » Le convoi qui a amené d'Afrique au moins cinquante babouins en donne un exemple : trente-quatre heures de transport en caisses exiguës, dix de plus qu'autorisé, et le Home Office *« a choisi de ne prendre aucune mesure »*, alors qu'*« une enquête interne a consigné qu'Imutran et le Home Office ont reconnu que les caisses violaient la réglementation sur les dimensions et la ventilation ».*

Le décompte

*« Au total, les documents révèlent au moins **520 erreurs et omissions** dans les recherches d'Imutran. On y trouve des poids d'organes non relevés, un surdosage quadruple, des rapports d'anatomopathologie contradictoires et la réutilisation d'animaux. Un primate a été tué par un tampon oublié à l'intérieur de son corps. »* Ces manquements atteignent la science elle-même : un poids non relevé rend la donnée inutilisable, des rapports contradictoires interdisent de conclure, un animal réutilisé porte les effets de l'expérience précédente. Les primates ont été tués et une partie des résultats a été perdue.

L'héritage



Les premiers patients prévus étaient des nourrissons malades.

The Observer l'annonce parmi les conclusions marquantes des documents : *« D'autres découvertes frappantes révèlent que le gouvernement a approuvé les expériences de xénotransplantation d'Imutran avec l'intention d'utiliser des bébés (humains) malades comme premiers patients d'essai pour les greffes de cœur animal. »* Le gouvernement britannique approuve un programme expérimental aux risques inconnus dont les premiers sujets humains prévus sont des nourrissons malades, hors d'état de consentir, comme c'était déjà le cas de Baby Fae en 1984.

Le précédent judiciaire.

L'association Uncaged Campaigns a fait tomber l'injonction par laquelle Imutran et Novartis empêchaient la publication des documents, en plaidant l'intérêt public prépondérant sur une question de politique publique sensible. Dan Lyons, qui portait le dossier, a passé deux ans et demi *« à se battre contre quelques-uns des avocats les plus puissants de Grande-Bretagne »*. Il en tire ceci : *« C'est un scandale tragique de proportions historiques. Au bout du compte, l'effroyable défaillance du gouvernement dans son devoir le plus fondamental, faire appliquer la loi, est mise à nu. [...] Ils ont perdu ».*

En 2006, l'UKXIRA, créée neuf ans plus tôt pour surveiller les projets de xénotransplantation, sera dissoute sans bruit alors qu'elle n'a jamais reçu de demande portant sur un organe entier. L'examen des projets sera renvoyé aux comités locaux rattachés aux établissements.

Le Conseil de l'Europe hiérarchise en 2003 les motifs de l'abandon du primate pour ces expérimentations. Sa section 6.1 énumère les inconvénients : les implications éthiques et de « bien-être », la disponibilité limitée, les difficultés liées au maintien des conditions exemptes de pathogènes et le risque infectieux. Un motif supplémentaire : les cochons se reproduisent plus vite et en plus grande quantité.

Le même rapport laisse en suspens une question qui n'a toujours pas reçu de réponse.
« Personne ne sait ce qui peut advenir sur des questions telles que la croissance ou la longévité du xénogreffon, qui demanderont des durées de survie plus longues pour être évaluées. »

271 jours

En 2026, le xénogreffon rénal qui a tenu le plus longtemps a été retiré au bout de 271 jours.



Réglementations *et bioéthique*



Le droit protège un embryon humain de quelques cellules, et laisse tuer des animaux bien entiers. La loi française qui encadre les xénogreffes date de 1998, et le rapport des États généraux de la bioéthique la juge encore « très incomplète » en 2026.

La révision de 2021 de la loi de bioéthique interdit d'ajouter des cellules animales à un embryon humain et laisse libre l'opération inverse : une équipe de l'Inserm écrit noir sur blanc avoir choisi son matériel biologique « pour contourner l'interdiction ».

Au niveau européen, le règlement censé couvrir ces pratiques ne contient pas une seule fois le mot organe, annexes comprises.

Une réglementation *taillée pour protéger l'embryon humain*



En France, la loi qui encadre spécifiquement les xénogreffes est ancienne et sommaire : la loi du 1er juillet 1998 sur le renforcement de la veille sanitaire a posé le principe qui vaut toujours, en réservant l'usage thérapeutique d'organes ou de tissus d'origine animale au cadre de la recherche sur l'être humain. La procédure, elle, a suivi les réorganisations successives : le code de la santé publique subordonne aujourd'hui ces recherches à une autorisation de l'ANSM, après avis de l'Agence de la biomédecine.

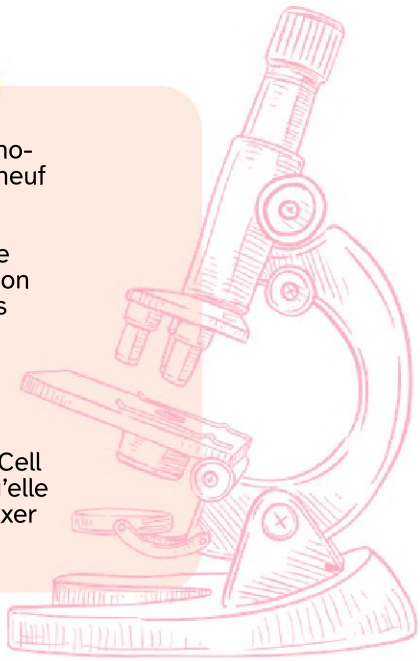
Le rapport des États généraux de la bioéthique 2026 reconnaît lui-même que cette loi demeure *« très incomplète »*.

Ce déséquilibre était déjà observé entre 2005 et 2007, quand un projet européen piloté par l'Allemagne a examiné les implications des chimères et hybrides à partir de dix cas d'étude. Il a donné lieu à un livre, Chimbrids (2009), dont l'enseignement principal est que les réglementations se préoccupent bien davantage de limiter l'utilisation des embryons humains que celle des autres animaux sentients.

Le développement des embryons humains a longtemps été plafonné à quatorze jours : limite inscrite dans la loi au Royaume-Uni et au Japon, simple ligne directrice ailleurs, quand la recherche sur l'embryon n'est pas interdite comme c'est le cas en Allemagne.

Aucun plafond de ce genre n'a jamais visé les embryons d'autres animaux qui, de leur côté, peuvent se voir ajouter des cellules humaines (et ne sont même pas protégés par la réglementation de l'expérimentation animale, **qui ne s'applique qu'à partir du dernier tiers de la gestation**).

Une collaboration sino-américano-espagnole a ainsi poussé à dix-neuf jours la culture d'embryons de macaques porteurs de cellules souches humaines en 2021, et le Japon a levé en 2019 l'interdiction de transférer dans un utérus des embryons d'autres animaux porteurs de cellules humaines, avant d'autoriser la création d'embryons chimères cochon-humain. Du côté humain, l'International Society for Stem Cell Research a annoncé en 2021 qu'elle levait sa propre limite sans en fixer de nouvelle.



En France, une interdiction des « chimères » avait été votée en 2011 par le Parlement à l'initiative du Sénat, lors de la révision de la loi de bioéthique : *« La création d'embryons transgéniques ou chimériques est interdite »*. Ce texte ne prévoyait aucune sanction, ne comportait pas le mot humain, et ne distinguait pas les embryons humains modifiés avec des éléments d'autres espèces (chimères humain-animal) des embryons d'autres animaux modifiés avec des éléments humains (chimères animal-humain). Ces lacunes, et l'ambiguïté qui en résulte, ont fait l'objet de nombreux débats lors de la révision de 2021.

La loi de bioéthique de 2021 : *la porte laissée ouverte*

Premiers débats.

2018

En juillet 2018, Olivier Bastien, directeur du prélèvement et des greffes d'organes et de tissus à l'Agence de la biomédecine, voyait dans CRISPR-Cas9 le moyen d'éviter le rejet. Devant l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), Didier Houssin, président de AP-HP International, y voyait de quoi produire des cochons sans le rétrovirus endogène qui bloque la xénogreffe. En octobre de la même année, Jean-Pierre Scotti, de la Fondation Greffe de Vie, réclamait *« une dizaine d'années encore »* pour les chercheurs.

2019

Le rapport d'information de janvier 2019 listait parmi les risques de la xénogreffe, après le Conseil d'État, *« l'abolition de la distinction symbolique entre l'homme et l'animal »* et les *« risques de conscience humaine chez l'animal ».* Blandine Brocard a repris l'argument le 9 juin 2021, Philippe Berta (rapporteur sur la révision de la loi de bioéthique) y voyant *« l'étalage de tous les fantasmes ».*

2020

En juillet 2020, six associations opposées à l'expérimentation animale et deux anti-OGM ont signé une tribune contre l'instrumentalisation des animaux non-humains, mettant en avant les possibilités ouvertes par la bio-impression et les organes artificiels.

2021

L'Assemblée a adopté la révision en lecture définitive le 29 juin 2021, et la loi 2021-1017 a été promulguée le 2 août. Le code de la santé publique (L. 2151-2) dispose désormais que *« la modification d'un embryon humain par adjonction de cellules provenant d'autres espèces est interdite ».* La loi verrouille donc le cas de l'embryon humain tout en laissant libre cours aux chimères animal-humain, soumises tout de même à une déclaration préalable à l'Agence de la biomédecine, qui peut s'y opposer (L. 2151-6 pour les cellules souches embryonnaires, L. 2151-7 pour les cellules iPS). Ce contrôle renforcé ne joue que si l'embryon chimérique doit être transféré chez une femelle : cultivé sans transfert, il y échappe entièrement pour les iPS.



2026

Deux textes du 31 juillet 2026 posent ce cadre sans l'élargir : un arrêté du 30 juillet fixe le contenu du dossier de demande d'avis au comité de protection des personnes, une décision de l'ANSM du 1er juillet produit le dossier de demande d'autorisation.

Les États généraux de la bioéthique 2026. Lancés le 21 janvier 2026 par le CCNE en vue de la révision attendue vers 2028, ils ont conduit une consultation citoyenne, dont la synthèse est parue le 7 juillet 2026. L'avis du CCNE est attendu à l'automne. L'OXA et Transcience y ont été auditionnés.

Parmi les participants aux 39 rencontres en région (non représentatifs de la population, précise le CCNE), la xénogreffe *« ne fait pas consensus »* et *« cette position défavorable est majoritaire ».* Les réserves portent sur le *« bien-être animal »* (surtout parmi les lycéens) et sur les risques sanitaires.

La France avant 2021 : *un interdit contourné, puis levé*

2011

L'interdiction de créer des embryons transgéniques ou chimériques, inscrite dans le code de la santé publique en 2011, couvrait les embryons de toutes les espèces : la commission du Sénat qui l'a introduite visait les embryons *« mélangeant des cellules animales et des cellules humaines »*. Mais les autorités ont retenu la lecture inverse : dans son étude de juin 2018, le Conseil d'État jugeait que l'emplacement de cet interdit dans le code de la santé publique et les travaux préparatoires *« laissent à penser qu'il n'a pas vocation à couvrir la recherche réalisée sur l'embryon animal »* (alors que les débats au Sénat avaient clairement exposé que l'esprit de l'amendement visait une interdiction générale).

2020

Le rapport de la commission spéciale du Sénat du 8 janvier 2020 va plus loin : il rapporte ce que l'Agence de la biomédecine lui a indiqué des recherches françaises sur les embryons chimériques, et les tient pour régulières. Il cite des chimères entre individus d'une même espèce, notamment chez le lapin, avec transfert de l'embryon chez une femelle et gestation interrompue avant la naissance. Il cite aussi des embryons de lapin et de macaque, cultivés trois jours, porteurs de cellules souches pluripotentes induites humaines. Ce second montage était juridiquement possible, écrit la commission, parce que ces cellules ne rentraient pas, à ce moment-là, dans le périmètre d'action de l'Agence.

En janvier 2020, les sénateurs ont tenté de refermer la brèche : ils ont voulu rétablir par amendement l'interdiction d'insérer des cellules souches embryonnaires humaines dans l'embryon d'un autre animal. L'amendement n'a pas tenu.



2021

La loi de 2021 a tranché dans l'autre sens, en supprimant l'interdiction des embryons transgéniques et en restreignant celle des chimères au seul embryon humain.

Contourner l'interdit.

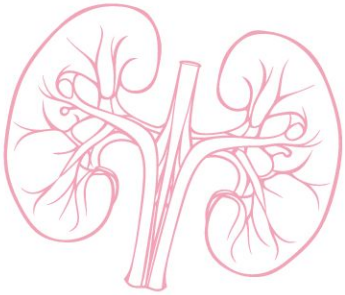
En 2021, une équipe de l'Institut cellule souche et cerveau (Inserm, Bron) publie dans Stem Cell Reports une étude sur l'aptitude de cellules souches à coloniser les embryons d'autres espèces. Elle injecte des cellules de souris, de macaque rhésus et des cellules iPS humaines dans des embryons de lapin et de macaque crabier.

Les auteurs écrivent avoir écarté les cellules issues d'embryons humains *« pour contourner l'interdiction »* de les introduire dans des embryons animaux. L'équipe a choisi son matériel biologique pour épouser le contour de l'interdit. Elle a aussi transféré dans l'oviducte de lapines des embryons de lapin porteurs de cellules de souris, gestation interrompue avant terme.

Résultat annoncé : les cellules de primates s'arrêtent en phase G1, se différencient trop tôt et colonisent mal.

L'angle mort *de la réglementation européenne*

Un organe entier de cochon génétiquement modifié n'entre dans aucune des deux définitions européennes qui devraient le couvrir.





Ralf Tönjes
dirige l'unité des préparations tissulaires non vitales et des thérapies cellulaires xénogènes au Paul-Ehrlich-Institut,
l'autorité fédérale allemande qui instruirait un dossier de xénotransplantation.

Dans une revue de la réglementation européenne publiée en décembre 2024, il relève que le règlement sur les médicaments de thérapie innovante (MTI) ne concerne pas les organes :

« la définition des médicaments de thérapie cellulaire somatique, de même que la définition des produits issus de l'ingénierie tissulaire d'origine animale, repose sur les tissus ou les cellules ; cependant, elle exclut les organes. Naturellement, les organes issus d'animaux génétiquement modifiés contiennent des tissus et des cellules. »

Le règlement de 2007 le précise dans ses définitions. Le règlement (CE) n° 1394/2007 définit le produit issu de l'ingénierie tissulaire par deux conditions : il *« contient des cellules ou des tissus issus de l'ingénierie, ou en est constitué »*, et il est administré *« en vue de régénérer, réparer ou remplacer un tissu humain »*.
Le mot *« organe »* n'apparaît nulle part dans le texte du règlement, annexes comprises.

Le règlement de 2024 sur les substances d'origine humaine ne les couvre pas davantage, et Tönjes l'écrit en une ligne : *« Le domaine de la XTx [xénotransplantation] ne fait pas partie du règlement BTC [substances d'origine humaine]. »* Les tissus d'un cochon modifié relèvent d'un cadre européen, ses organes d'aucun. Des lois nationales peuvent s'appliquer, sans que l'auteur les dise capables de combler ce vide.

Un livre blanc en préparation. Le comité européen de transplantation d'organes du Conseil de l'Europe a décidé en mai 2023 de produire un « livre blanc », qui est la mise à jour de son rapport de 2003. Tönjes en donne le statut : le texte *« ne sera présenté ni comme un instrument juridique, ni comme un guide à l'intention des professionnels de la transplantation »*, mais comme un état des lieux. Il ajoute qu'il pourrait fonder une législation, au conditionnel.

Ce livre blanc devait être rendu fin 2025, mais son échéance a été repoussée au 31 décembre 2026.

Les demandes européennes, *et le débat qui n'a pas lieu*



Deux institutions demandaient déjà un cadre pour la xénotransplantation il y a plus de vingt-cinq ans.

1997

Le 30 septembre 1997, le Comité des ministres du Conseil de l'Europe adoptait la Recommandation n° R (97) 15, encourageant les gouvernements des États membres, *« en vue de minimiser les risques de transmission de maladies [...] à la population humaine ou animale »*, à mettre en place un mécanisme d'enregistrement et de réglementation, c'est-à-dire un recensement obligatoire assorti d'un encadrement, portant sur quatre objets : *« recherche fondamentale et études cliniques »*, *« provenance et traitement des animaux utilisés aux fins de xénotransplantation »*, *« programmes de xénotransplantation »*, *« surveillance à long terme des receveurs xénogreffés et des animaux-ressources »*. Le motif est sanitaire : les animaux non-humains sont une source de risque à surveiller.

2001

Le 1er octobre 2001, le Comité scientifique des médicaments et des dispositifs médicaux (de l'Agence européenne des médicaments) rendait un avis sur l'état de l'art assorti de huit recommandations sur la xénotransplantation.

- La première, au nom du risque sanitaire : *« la Commission européenne devrait proposer la mise en place d'un organe de réglementation centralisé chargé de superviser le processus et de minimiser les risques »*.
- La quatrième demandait des exigences de qualité pour les animaux sources, *« relatives à l'état de santé, au bien-être animal et à la production animale »*.
- La sixième étendait la surveillance à ces animaux et à leurs soigneurs, *« y compris le personnel d'élevage »*, comme aux receveurs et aux tiers exposés.

Le dispositif mis en place par la suite n'a retenu que le versant humain. Le rapport de 2003 a recensé les autorisations exigées avant les protocoles cliniques et les dispositifs de suivi des receveurs, mais rien sur les deux objets concernant les animaux.

Le rapport réclamait un débat public pour obtenir *« une opinion publique favorable »* afin que la xénotransplantation devienne *« une composante acceptée de la pratique médicale »*. À ce stade, deux États membres sur trois n'avaient encore rien organisé dans ce sens. Aujourd'hui, le débat public semble effectivement orienté vers la recherche de l'acceptabilité publique, plutôt que vers un réel souci de débat démocratique.



Les essais sur l'humain *(2021-2025) : résultats et limites*



Entre 2021 et 2025, des chirurgiens ont greffé des reins, des cœurs, un foie et un poumon de cochon, d'abord sur des corps en état de mort cérébrale, puis sur des patients vivants.

Aucun greffon n'a tenu plus de 9 mois, alors qu'en France, plus de la moitié des greffons rénaux humains fonctionnent encore à dix ans. Le premier greffé cardiaque est mort avec un virus porcin dans le cœur, que le dépistage n'avait pas identifié. Le producteur des organes parle de « réussite » pour désigner deux greffes suivies de la mort des personnes greffées.

Le premier essai clinique engage ses participants à une surveillance des infections zoonotiques pour le reste de leur vie.

Les premières *mondiales*



En septembre 2020, deux chirurgiens du Massachusetts General Hospital estiment, dans une tribune, que des essais cliniques de greffes de **cœurs** de cochons pourraient être lancés dans les cinq ans. La marche vers l'humain va d'abord emprunter un détour : des expériences sur des personnes en état de mort cérébrale, dont le corps est suppléé par des machines.

Des expériences sur des personnes en état de mort cérébrale

25 septembre 2021

A New York, des chirurgiens raccordent un **rein** de cochon génétiquement modifié aux vaisseaux de la cuisse d'une personne en état de mort cérébrale. Le fonctionnement est observé **54 heures**, puis l'équipe répète l'expérience en novembre.

30 septembre 2021

En parallèle, le 30 septembre 2021, en Alabama, deux **reins** de cochon restent viables **74 heures** dans le corps d'un homme en état de mort cérébrale, sans que la fonction rénale se rétablisse.

juin 2022

Puis, en juin et juillet 2022, une équipe teste deux **cœurs** de cochon de la même façon.

La Chine suit la même voie sur des personnes décédées, en élargissant la liste des organes :

- un **foie** de cochon génétiquement modifié, greffé en position auxiliaire sans retirer le foie humain et suivi **dix jours**, jusqu'à l'arrêt de l'étude demandé par la famille,
- puis un **poumon** de cochon, suivi **216 heures**, avec un œdème sévère dès la **vingt-quatrième heure** et des signes de rejet **aux troisième et sixième jours**.

Ces « premières » sont réelles, mais leur portée est étroite : quelques jours de fonctionnement, sur des corps sous machines.

Le passage au vivant



7 janvier 2022

Des chirurgiens transplantent un **cœur** de cochon (avec 10 modifications génétiques, fourni par Revivicor) à David Bennett, 57 ans, sans autre option de survie. Le greffon fonctionne une **quarantaine de jours** avant que l'état de Bennett ne se dégrade. Il meurt en mars 2022, deux mois après l'opération. L'**autopsie** va révéler un cytomégalovirus porcin dans le cœur, qui a peut-être contribué au décès. Ce virus précis n'est pas jugé capable d'infecter des cellules humaines, mais les méthodes d'élevage, censées garantir l'absence de tout pathogène porcin, n'ont pas tenu leurs promesses.

La suite confirme des durées de vie des greffons très limitées, greffe après greffe :

20 septembre 2023
Lawrence Faucette

Deuxième cœur de cochon

Survie : **40 jours**

16 mars 2024
Rick Slayman

Premier receveur vivant d'un rein de cochon (eGenesis à 69 éditions)

Survie : **2 mois**

Avril 2024
Lisa Pisano

Reçoit un rein de cochon (Revivicor) doublé d'une pompe cardiaque. Les chirurgiens retirent le rein au bout de **47 jours,** et elle meurt en juillet 2024.

25 novembre 2024
Towana Looney

Vit **130 jours** sans dialyse, record pour un greffé vivant à l'époque, avant que son rein de cochon ne soit retiré en avril 2025 en raison d'un rejet.

Une « réussite » ?

Sur sa page de programmes, United Therapeutics (qui produit l'UHeart) classe les deux opérations de Baltimore comme *« précliniques »* (un terme habituellement réservé aux recherches menées en dehors de l'espèce humaine) et titre *« Premières xénogreffes réussies de cœurs porcins »*. Elle précise que la FDA les a autorisées au cas par cas, en accès compassionnel.

Deux décès après six à huit semaines sont interprétés comme une réussite.

La publication scientifique du second cas est plus précise, et l'entreprise la cosigne. Griffith et ses coauteurs écrivent en janvier 2025 dans *Nature Medicine* que le greffon a développé une insuffisance cardiaque diastolique rapidement progressive, que l'équipe a engagé une assistance extracorporelle au **31e jour**, et que *« le patient a choisi de passer à des soins de confort après **40 jours** »*. Ils concluent au rejet médié par les anticorps.

Le receveur avait été choisi car il était *« en meilleure santé »*, et un dépistage *« plus sensible des pathogènes zoonotiques potentiels »* avait été réalisé sur le cochon. Le dépistage renforcé a tenu sur un point : les auteurs n'ont trouvé aucune réplication du cytomégalovirus porcin dans le greffon.



La revue professionnelle du secteur dressait le même bilan en *septembre 2024*, pour toutes les greffes réalisées à cette date :

> ***« Pour chacune des greffes de porc à humain, les organes ont échoué ou ont dû être retirés dans les deux mois. »***

Des publications éparses et des données incomplètes.

La première livraison d'une *chronique de l'*American Journal of Transplantation, en mai 2026, recense **neuf xénogreffes** d'organe sur des personnes vivantes aux États-Unis et en Chine : deux cœurs, six reins, un foie auxiliaire. **Aucun greffon n'a tenu un an**. Celui qui a duré le plus longtemps, 271 jours (Tim Andrews), a été explanté. Ses auteurs précisent que les références ne sont diffusées que *« lorsque des données relues par les pairs sont disponibles »* : seuls quatre cas sur neuf sont concernés. Les cinq autres, dont Tim Andrews et Bill Stewart, n'en portent aucune.

Cette publication décrit les cochons par leur seul profil génétique, *« sans attribution à des plateformes spécifiques, conformément à la ligne éditoriale »*. La revue de référence de la discipline s'interdit donc de nommer l'entreprise qui a produit l'animal greffé.

Les greffés vivants : *records récents et bascule industrielle*



Tim Andrews
25 janvier 2025

devient l'humain dont **le greffon a survécu le plus longtemps** : **271 jours** de fonction rénale, présentés comme un record, avant que le rein de cochon ne soit explanté le 23 octobre 2025 au terme d'un rejet lent, que ni les modifications génétiques ni les immunosuppresseurs n'ont pu éviter. Remis en dialyse, il a reçu un rein humain en janvier 2026.

Bill Stewart
14 juin 2025

est le deuxième receveur de cette étude pilote, en réalité un protocole d'accès compassionnel (et non un essai clinique contrôlé) autorisé par la FDA en décembre 2024 pour trois patients au Massachusetts General Hospital, avec des reins eGenesis à 69 éditions génétiques. Sorti de l'hôpital au bout d'une semaine et sevré de dialyse après une immunosuppression ajustée tôt, il dépassait, selon la FAQ du Pr Leonardo Riella, **200 jours** de fonction rénale début janvier 2026. Le *Boston Globe* a rapporté en septembre 2026 que le rein de cochon montrait des signes de rejet et a été retiré.

Une receveuse de 69 ans

En Chine, des équipes ont elles aussi greffé des organes de cochon sur des patients vivants : une receveuse de 69 ans a vécu **261 jours** avec un rein de cochon (société ClonOrgan) avant que **le greffon, sa fonction déclinant, ne soit retiré le 23 novembre 2025**, la ramenant en dialyse

Un homme de 71 ans

Un foie de cochon greffé en position auxiliaire chez un homme de 71 ans a été retiré au **38e jour**, après une microangiopathie thrombotique. **Le receveur est mort au 171e jour**, 133 jours après le retrait. Les informations diffusées restent parcellaires, et proviennent souvent des entreprises elles-mêmes.

Molly Falco
22 novembre 2025

devient la quatrième receveuse vivante d'un rein de cochon au Massachusetts General Hospital, d'après la seule FAQ du directeur du programme. **Sa greffe n'a donné lieu à aucun communiqué**, contrairement aux trois précédentes, et elle ne figure pas au tableau des cas que la revue de la discipline publie en mai 2026.

En parallèle de ces tentatives « précliniques », les industriels passent aux essais cliniques. Le 3 février 2025, la FDA lève le premier verrou réglementaire à un essai clinique de xénogreffe rénale (United Therapeutics) ; eGenesis obtient le même feu vert le 8 septembre 2025. La première greffe de l'essai EXPAND (United Therapeutics, NCT06878560) est annoncée le 3 novembre 2025, réalisée peu avant à New York.

Cet essai reste étroit.
Dans son communiqué de février, United Therapeutics écrit qu'il ouvre sur *« une cohorte initiale de **six patients** atteints d'insuffisance rénale terminale (ESRD), pouvant être étendue jusqu'à **50 participants** »* et la page de son pipeline précise : *« La première cohorte sera constituée de **six greffes** dans deux centres. »* Une seule de ces six greffes a été annoncée, celle du 3 novembre 2025. Le protocole impose douze semaines entre la première et la deuxième : le délai est écoulé depuis fin janvier 2026, et rien n'a suivi.

EXPAND & EXPRESS
Les engagements des essais cliniques

EXPAND

Le protocole d'essai clinique EXPAND

engage le receveur à une surveillance des infections zoonotiques pour le reste de sa vie. Le protocole de son essai prévoit 24 semaines de suivi, puis : *« les participants ayant reçu un UKidney continueront d'être suivis pour le reste de leur vie, y compris pour la survie, la fonction du UKidney, et la surveillance des infections zoonotiques. »* La clause existe dans des termes voisins pour le greffon de cœur, où l'entreprise écrit *« dépistage des infections zoonotiques »*. L'industriel reconnaît donc lui-même le risque de zoonose.

EXPRESS

L'essai cardiaque EXPRESS est plus étroit encore.

Le 15 mai 2026, United Therapeutics annonce que la FDA l'autorise à ouvrir l'essai EXPRESS : *« L'étude débutera dans un centre unique, avec l'inclusion d'un maximum de deux participants. »* Ses critères d'inclusion sont :

- cinquante ans au moins,
- une insuffisance cardiaque terminale ou avancée,
- aucune option thérapeutique restante.

Il exclut tout patient qui a *« des antécédents de non-observance thérapeutique susceptibles d'empêcher le respect des exigences et des impératifs de la xénotransplantation »*.

L'entreprise annonce qu'elle transmettra à la FDA les données du premier receveur au moins douze semaines après sa greffe, avant d'engager la seconde, et que les critères complets *« seront communiqués dans une future fiche publiée sur le site clinicaltrials.gov »*. **Au 31 août 2026, l'essai n'est toujours pas enregistré, et clinicaltrials.gov ne porte aucun essai de xénotransplantation cardiaque.**



Tim Andrews, le rejet que personne n'a su arrêter.

Mike Curtis, directeur général d'eGenesis, décrit à CNN un rejet lent qu'il a vu progresser pendant des mois : *« Nous n'avons tout simplement pas trouvé comment [...] le repousser. »*

Au final, le rein de cochon **a coûté environ trois fois plus de traitement immunosuppresseur que le rein humain qui lui a succédé**, mesuré sur la même personne d'après la même enquête. Avant la greffe humaine, l'équipe du Massachusetts General Hospital a cherché chez Andrews des anticorps nouveaux susceptibles de réagir contre le rein humain, et n'en a pas trouvé.

Le résultat semble jouer en faveur de l'idée que la xénotransplantation pourrait être un « pont » vers la transplantation humaine. Mais la réalité est différente (voir page suivante).

Le mirage du « pont » *(bridge-to-transplant)*



Faute de greffon durable, les promoteurs présentent la xénotransplantation comme un « pont » plutôt que comme une greffe définitive : un organe de cochon censé maintenir en vie un patient jusqu'à l'obtention d'un greffon *humain*. Tim Andrews en est devenu la vitrine. Il se décrit comme *« le premier à avoir traversé le pont »*.



Ce pont appelle plusieurs réserves.

1

D'abord, **il a échoué en tant que greffe** : un rejet lent, deux infections, 52 comprimés par jour, et un traitement réajusté en cours de route qui a, de l'aveu de son médecin, laissé au rein des lésions non réversibles.

2

Surtout, l'argument bute sur le fait qu'**un pont n'augmente pas le nombre d'organes disponibles.** Un rapport de l'Institute of Medicine le notait dès 1996 : si la xénogreffe ne sert que de « pont », le manque d'organes humains persistera, voire s'aggravera à mesure que la demande augmente. Le pont déplace le problème sans le résoudre, en y ajoutant l'élevage et la mise à mort d'un cochon. Cette idée a pourtant levé de nouveaux fonds en 2026.

3

Ensuite, **rien n'indique qu'il ait raccourci l'attente d'un organe humain** : son médecin reconnaît qu'il est impossible de savoir ce qui serait arrivé sans la greffe porcine.

4

Un dernier risque, que les promoteurs ont eux-mêmes identifié : l'exposition à un organe porcin pourrait **sensibiliser le receveur et compromettre l'accès à un futur greffon humain**. Pourtant, personne ne mesure ce risque. Le protocole qui incluait la mesure comme critère principal n'a pas été autorisé, et l'essai qui recrute aujourd'hui ne le suit pas. Il s'agit pourtant d'un effet qui, s'il se confirmait, retournerait le pont contre son but.

Le bilan des essais sur l'humain.

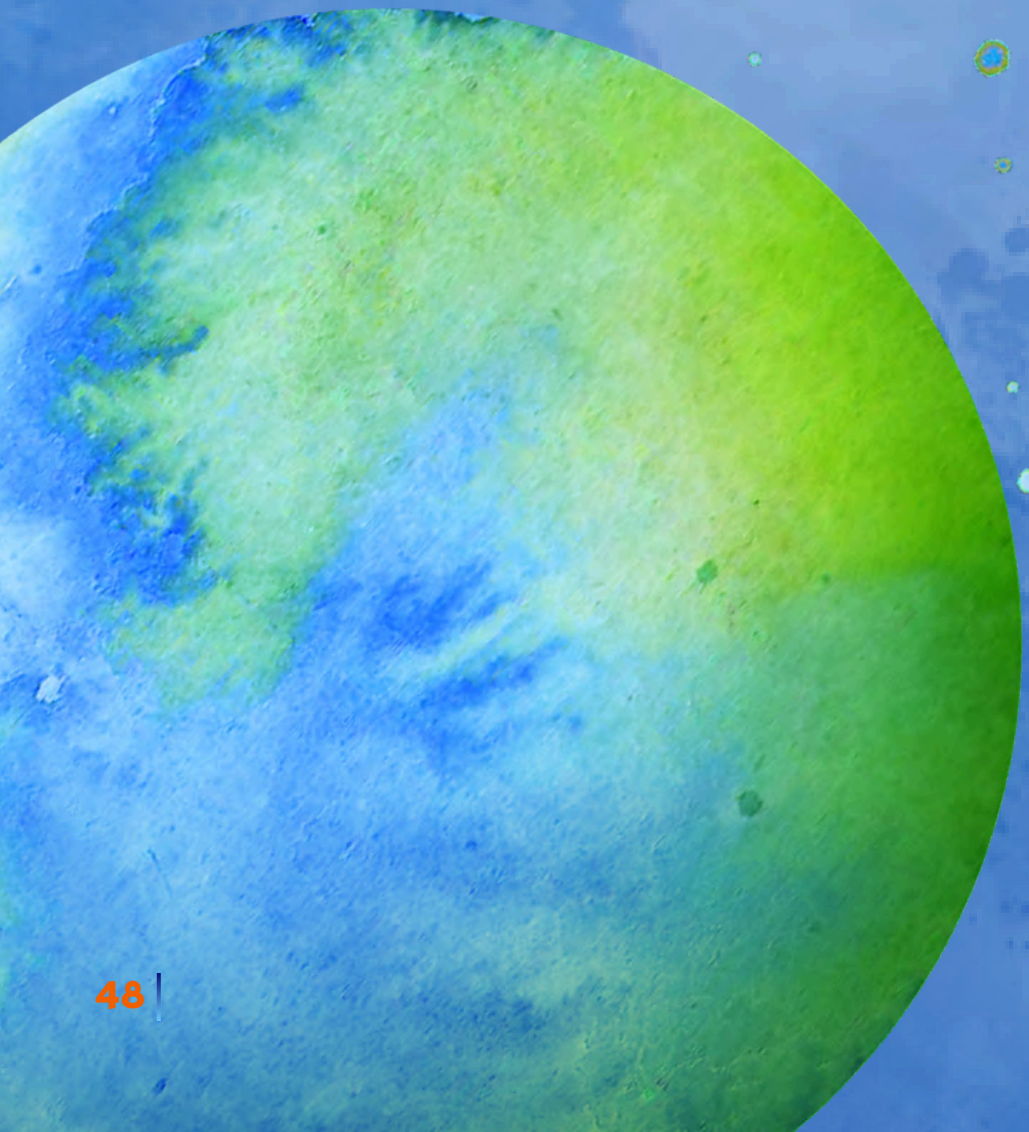
À ce jour, aucun receveur vivant n'a gardé son greffon durablement : les premiers cas se sont tous soldés par un décès ou une explantation en quelques mois, et les cas en cours, aux États-Unis comme en Chine, n'ont qu'un recul de quelques mois. Or, la survie médiane d'un rein de donneur humain décédé est estimée à 11,7 ans aux États-Unis, 19,2 ans pour un donneur vivant, sans commune mesure avec les survies actuelles de greffons porcins.

De plus, les meilleurs résultats de la xénotransplantation restent le fait de quelques individus : on ne peut rien extrapoler pour une population. Personne n'a réalisé de xénogreffe d'organe solide sur un patient vivant en Europe. Chaque tentative suppose un cochon élevé sur mesure puis tué, avec les coûts éthiques et économiques que cela entraîne.

Le passage aux essais cliniques en 2025 signale une accélération industrielle. Il ne garantit pas un succès durable.



La course mondiale aux organes de cochon : *acteurs et financements*



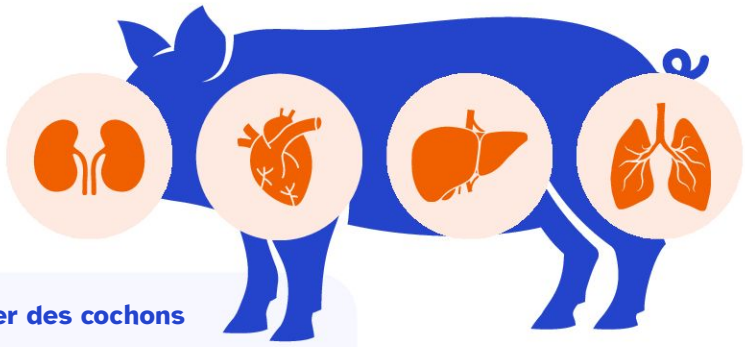
Deux entreprises américaines, des équipes chinoises soutenues par leur État et un consortium allemand se disputent la production d'organes de cochons génétiquement modifiés. Le seul effort public européen d'ampleur sur l'organe entier est allemand : plus de 42,8 millions d'euros ont été alloués à un consortium munichois qui n'a jamais dépassé la greffe chez le babouin.

Depuis 2012, aucun projet financé par l'Union européenne n'a porté sur un organe entier de cochon. Aucun de ces programmes n'a greffé d'organe entier à un patient vivant, et aucun bailleur n'a publié de bilan de ce que son argent a produit.

Le coût de production d'un organe et son prix de vente restent inconnus.

Les organes entiers *de cochon, cœur de la course*

Un seul objet concentre l'attention et les capitaux :
la greffe d'un organe entier de cochon (rein, cœur, foie, poumon) à un humain.



Produire ces organes suppose d'élever des cochons génétiquement modifiés.

Aux États-Unis, **Revivicor** (United Therapeutics) fournit des cochons porteurs de 10 modifications génétiques, dont provenait le cœur greffé à David Bennett.

eGenesis propose des cochons à 69 modifications par édition génique, à l'origine des reins greffés au Massachusetts General Hospital.

En Chine, **ClonOrgan Biotechnology** (Chengdu) revendique le plus grand troupeau de cochons donneurs du pays, et **Qihan Bio** (Hangzhou) a produit en 2019 les cochons alors les plus édités au monde.

Depuis 2012, aucun projet financé par l'Union européenne n'a porté sur un organe entier de cochon. La course aux organes entiers oppose donc les États-Unis à la Chine, l'Allemagne tenant le rôle de challenger possible avec le reste de l'Europe au bord du terrain.

Avant les essais humains, ces organes passent par des greffes précliniques chez le primate. En Europe, l'effort public le plus lourd sur les organes entiers a été allemand : le consortium **TRR 127** (Munich, 2012-2024), financé par la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), l'agence allemande de financement de la recherche, a effectué des greffes précliniques de cœur de cochon chez le babouin sans jamais passer chez l'humain. La DFG l'a financé par tranches de quatre ans : **12,8 millions d'euros** en 2012, plus de **15 millions** en 2016, et à nouveau plus de **15 millions** en 2020.

Les promesses de Xénome.

La fiche du projet européen Xénome (2006-2012) annonçait un cochon *« super-engineered »* cumulant plusieurs modifications, chez qui il restait à éliminer les rétrovirus endogènes porcins (PERV), et des données de sécurité tirées d'études au long cours chez des primates receveurs. Au moins 31 publications portent le numéro de contrat du projet.

Une seule de ces 31 publications porte sur une greffe d'organe vascularisé : sous traitements pourtant lourds, onze babouins ont rejeté leur rein de cochon entre le neuvième et le quinzième jour, et le témoin sans transgènes ajoutés a tenu onze jours comme les autres. Les premiers cochons vivants aux PERV inactivés naissent en 2017, cinq ans après la clôture du projet, dans une étude eGenesis.

Interrogée par le Parlement européen dès décembre 2010 sur le projet Xénome, la Commission mettait en avant tout autre chose : des îlots encapsulés et des cellules neurales greffées à des singes rendus parkinsoniens. La fiche officielle du projet ne publie aucun bilan sur ce point.

L'Allemagne : *les échéances annoncées, puis non tenues*

Février 2022

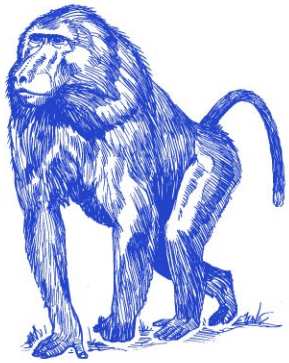
La promesse de huit patients pour 2024. La page de la clinique de chirurgie cardiaque du LMU Klinikum annonce 400 000 euros venus de ce qu'elle nomme la réserve de coalition des groupes CSU et Freie Wähler, qui gouvernent alors ensemble la Bavière. Ces groupes, écrit-elle, rendent ainsi possible une *« percée médicale »* : *« En 2024, des cœurs de cochon doivent être transplantés pour la première fois, au Klinikum Großhadern, chez huit patientes et patients en insuffisance cardiaque terminale. »* Mais aucune greffe n'aura lieu, et la page reste inchangée au 3 août 2026.

Novembre 2023

La promesse réduite vers quatre à six patients. Eckhard Wolf, qui coordonnait alors le consortium avec Bruno Reichart, déclare à la newsroom de la LMU : *« Je pense que dans deux ans, nous aurons les bons animaux donneurs »*, les cochons portant toutes les modifications génétiques prévues. Leurs cœurs devront ensuite être essayés sur des babouins, et la suite en dépend : *« Si cette transplantation réussit, nous pourrons alors demander une première étude pilote clinique portant sur quatre à six patients ».*

Février 2026

Un babouin, une échéance à 2027. Michael Schmoeckel expose le programme le 23 février au congrès de la société allemande de chirurgie thoracique, cardiaque et vasculaire, à Cologne, et la rédaction de Herzmedizin en rend compte le 3 mars 2026 : *« Dans une première expérience, le cœur porteur de 5 modifications génétiques a déjà été transplanté chez un babouin. Six semaines après la transplantation, une bonne fonction cardiaque était détectable à l'échocardiographie. »* C'est le seul résultat que la source publie avant de promettre *« la première étude clinique [...] pour 2027. »* Le consortium *TRR 127*, qui portait la promesse de 2022, a atteint en 2024 les douze ans et les trois périodes maximales qu'un consortium de ce type peut obtenir, sans qu'aucune greffe cardiaque ait eu lieu.



Septembre 2026

Un nouveau projet. La Medizinische Hochschule Hannover, premier centre de transplantation allemand, lance le projet XeNid avec environ quatre millions d'euros sur quatre ans, versés par le Land de Basse-Saxe et la fondation Volkswagen. L'objectif n'est plus la greffe définitive, mais le remplacement temporaire : une dialyse hépatique sur des foies de cochons génétiquement modifiés, et des valves cardiaques porcines recolonisées de cellules humaines. Le projet est coordonné par le directeur de l'institut de science des animaux de laboratoire de l'établissement.

L'argent : *États-Unis et Chine*

En 2019, D. Cooper, qui a cofondé l'association savante de la xénotransplantation, estime à 438 millions de dollars le financement mondial alloué à cette recherche depuis environ 2000, et met ce total en regard des financements annuels de recherche qu'il chiffre à environ 37 millions pour l'American Diabetes Association, à 80 millions dans le monde pour la Fondation de recherche sur le diabète juvénile (JDRF), à 160 millions pour l'American Cancer Society et à 180 millions pour l'American Heart Association.

> *« Dans quelques années, les personnes intéressées par l'histoire de la médecine pourront évaluer si le soutien financier alloué à la recherche sur la xénotransplantation était un choix valable de dépense ».*

Aux États-Unis, United Therapeutics mène la marche. La FDA lui a accordé début février 2025 le feu vert pour l'essai clinique de son rein de cochon UKidney. L'entreprise a racheté Miromatrix pour **91 millions de dollars** en 2023, construit une installation Revivicor en Virginie pour environ **100 millions**, et un centre de R&D dans le Minnesota d'un montant comparable (mise en service visée en 2027).

Son concurrent eGenesis a levé 191 millions de dollars en septembre 2024 (mené par Lux Capital, avec DaVita, Eisai Innovation, Fresenius Medical Care Ventures et Leaps by Bayer), pour un total d'environ **495 millions** selon CB Insights, dette incluse.

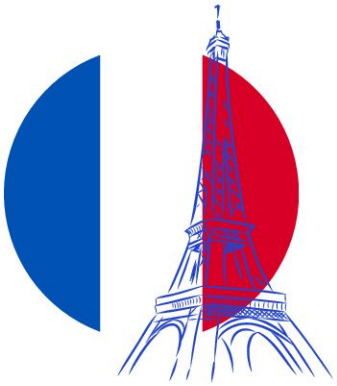


En Chine, la trajectoire est différente. Dès 2019, Science décrivait le retournement : après avoir refusé de financer ces travaux, l'État les soutenait, dans un pays engagé dans un effort national sur l'édition du génome. Les publications chinoises portent aujourd'hui la mention des subventions du National Key R&D Program et de la National Natural Science Foundation of China.

Les entreprises restent plus discrètes sur leurs finances : ClonOrgan aurait levé de l'ordre de **7 millions de dollars**, selon CB Insights. Mais la Chine a multiplié les premières sur organe entier : un rein de cochon greffé à une patiente vivante à l'hôpital Xijing, un foie de cochon chez un patient vivant à l'hôpital de l'université médicale d'Anhui, un autre foie sur un corps en état de mort cérébrale, et le premier poumon de cochon édité, greffé en 2024 et publié en 2025. Une revue parue au printemps 2025 recense les contributions chinoises.

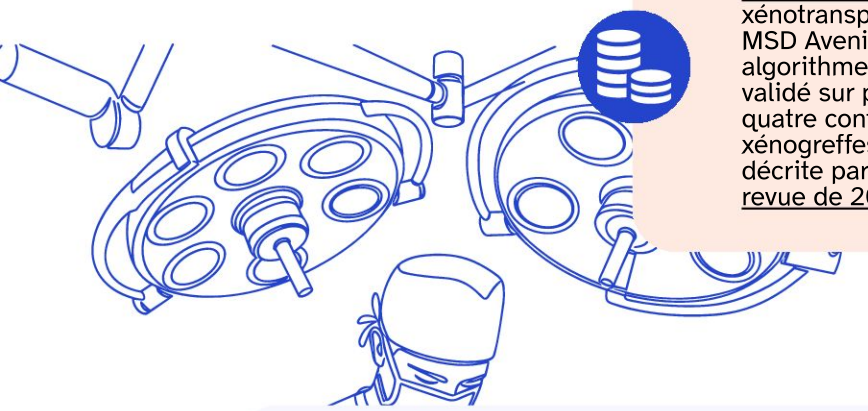
> ***« Outre l'accès à de grandes colonies de singes et d'autres espèces, les chercheurs en expérimentation animale en Chine sont soumis à un regard public moindre que leurs homologues aux États-Unis et en Europe. »***
>
> *Science* en 2019

La contribution française : *Necker et l'équipe Loupy*



La contribution française la plus directement liée aux organes entiers vient de Paris. L'équipe du Pr Alexandre Loupy (PITOR, Paris Transplant Group, PARCC-Inserm, hôpital Necker) a réalisé, avec l'équipe new-yorkaise de R. Montgomery (NYU Langone), la première caractérisation de la réponse immunitaire à un rein de porc greffé chez l'humain, qui conclut à des signes précoces de rejet, sur des personnes en état de mort cérébrale, prolongée en 2025 par une étude de la physiologie et de l'immunologie du greffon. C'est aujourd'hui la seule présence française documentée dans les essais étrangers sur organe entier.

Cette équipe est solidement financée. A. Loupy a obtenu en novembre 2023 une bourse ERC Consolidator dont un volet porte explicitement sur la xénotransplantation, en plus des projets OrganX et MSD Avenir. La même page affirme que son algorithme iBox, outil de médecine de précision, est validé sur plus de 35 000 patients dans 44 centres de quatre continents. L'équipe annonce transposer aux xénogreffes son approche de diagnostic de précision, décrite par un communiqué de l'AP-HP et par une revue de 2025 dans Nature Medicine.



La force française se situe donc côté immunologie, diagnostic et suivi, pas dans la production d'organes.



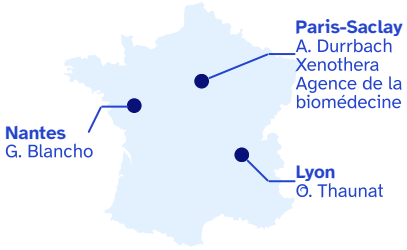
Les autres xénogreffes en France.

Le reste de la recherche française se concentre à Nantes, autour de l'équipe 3 du CR2TI (UMR 1064, Nantes Université-Inserm), co-dirigée par G. Blancho et S. Limou, qui exploite une plateforme de rongeurs humanisés et une plateforme dite *« gros animaux »* où sont pratiquées des transplantations rénales.

L'entreprise Xenothera (Nantes) développe à partir de cochons glyco-humanisés des anticorps à visée thérapeutique (XAV-19, dont la Haute Autorité de santé a refusé l'accès précoce le 27 janvier 2022 ; LIS1 en transplantation rénale), et le CEA a participé à des expériences rendant dix-neuf macaques parkinsoniens par injections répétées de MPTP pour leur greffer dans le cerveau des cellules de fœtus de cochon.

Xenocure
et la « filière nationale »

Lancé fin janvier 2025, et encore en cours de création dix mois plus tard, le consortium Xenocure structure les acteurs français publics et privés autour de la xénotransplantation : Gilles Blancho (Nantes), Olivier Thaunat (Lyon, président de l'European Society for Organ Transplantation en 2025), Antoine Durrbach (Paris-Saclay) et l'entreprise Xenothera, ainsi que l'Agence de la biomédecine qui intervient à leurs côtés.



La demi-journée fondatrice de Xenocure s'est tenue à Paris le 4 novembre 2025, sous parrainage parlementaire (voir page de droite), avec l'ambition de mettre en place une filière européenne adossée au plan d'investissement France 2030

L'Académie nationale de médecine plaide dans le même sens dans un communiqué de mai 2025, qui appelle à un plan national xénogreffes et renvoie à un rapport coordonné par Y. Lebranchu.

L'Agence de la biomédecine, elle, avait fait de la xénotransplantation le sujet du dossier de sa Lettre de la biomédecine (n° 5, novembre 2024). Elle y affirme que la propriété industrielle étant *« aujourd'hui uniquement détenue par des sociétés étrangères »*, la France sera en position de *« dépendance d'organes »* une fois la recherche concrétisée sur le plan clinique, ses équipes devant *« se fournir à l'étranger »*, à un coût qu'elle qualifie de *« significatif »* (un terme manquant singulièrement de précision).

Le discours de ces promoteurs repose sur la *« pénurie »*, le *« besoin »* et la *« souveraineté »* : la France « devrait » rattraper les États-Unis et la Chine. Gilles Blancho veut une filière française *« pour garder une souveraineté médicale et économique »* et dit ne pas vouloir *« acheter des organes ou des animaux à l'étranger »*, en évoquant le *« modèle américain ou chinois »*. Les intéressés reconnaissent eux-mêmes leurs moyens limités : Olivier Thaunat écarte les organes entiers vascularisés, provenant de Chine ou des États-Unis, au profit de sous-parties d'organe comme les îlots pancréatiques, plus accessibles. Ils présentent ainsi comme une « nécessité » un choix de politique et de financement de la recherche, alors que la France n'a jamais réalisé de xénogreffe d'organe sur un patient vivant et pourrait s'orienter vers d'autres solutions.



Le CCNE suit l'industrie.

Dans son avis 152 du 15 septembre 2026, le Comité consultatif national d'éthique *« recommande fortement »* que les investissements français *« s'intègrent très rapidement dans un grand projet européen »*, et juge essentiel que la France *« prenne toute sa place dans la création d'un consortium européen capable d'assurer la production de tels greffons »*. Son président Jean-François Delfraissy déclare clairement au Monde que ce consortium aurait pour objet la production d'*« une ferme de porcs génétiquement modifiés »*.

Une journée fondatrice *sous parrainage parlementaire*



Le consortium Xenocure a organisé sa demi-journée fondatrice au Musée social, à Paris, le 4 novembre 2025, *« sous le parrainage de Monsieur Philippe Mouiller, Président de la Commission des Affaires Sociales du Sénat et de Madame Florence Lassarade, Vice-Présidente de l'OPECST »*. Le contact de presse est une adresse chez Akkanto, agence de conseil en affaires publiques.

Les objectifs affichés.

L'annonce relayée par Atlanpole Biotherapies présente les objectifs du consortium :

« Sensibiliser les décideurs publics à la nécessité d'un plan national pour la xénogreffe ».

« Réaffirmer la souveraineté médicale et économique française dans le domaine des biotechnologies critiques »

Le cadrage du consortium part de *« l'urgence médicale »* et d'un décompte de patients en attente, posé comme une donnée de départ, sans mention des autres leviers d'action envisageables.

Douze intervenants sont annoncés :

2 représentants de l'industrie

- **Dr Odile Duvaux** (présidente de Xenothera)
- **Frédéric Girard** (président de France Biotech)

4 professionnels de la transplantation

- **Pr Gilles Blancho** (CHU de Nantes)
- **Pr Emanuele Cozzi** (Université de Padoue)
- **Pr Antoine Durrbach** (hôpital Bicêtre, AP-HP, Université Paris-Saclay)
- **Pr Olivier Thaunat** (Hospices civils de Lyon, European Society for Organ Transplantation)



3 membres de l'Académie de médecine

- **Pr Jacques Belghiti** (chirurgien transplantateur)
- **Pr Sophie Brouard** (directrice de recherche)
- **Pr Yvon Lebranchu** (néphrologue)

L'Agence qui instruira les dossiers

- **Samuel Arrabal** (responsable du Pôle recherche, Europe, international et veille, Agence de la biomédecine

2 autres voix

- **Hervé Ancelet** (président-adjoint de France Rein)
- **Catherine Remy** (sociologue au CNRS et à l'EHESS, Centre d'étude des mouvements sociaux), seule représentante des sciences sociales

Franck Zal, fondateur d'Hemarina, entreprise qui vend un transporteur d'oxygène employé en préservation d'organes, publie le jour-même *sur LinkedIn* son compte-rendu de la demi-journée. Il résume la table ronde consacrée à l'éthique en une phrase : *« la bioéthique doit accompagner l'innovation, et non la freiner »*.

Formulé ainsi, on pourrait penser qu'aucun principe éthique ne devrait pouvoir empêcher une innovation ou une pratique scientifique, quelle qu'elle soit.

Un marché, *pas une réponse au manque d'organes*

Pour la seule xénotransplantation d'organes entiers, aucun décompte public n'existe. Le seul total publié est celui d'eGenesis, environ **495 millions de dollars** levés selon CB Insights. Le financement public européen reste marginal.

L'argent privé afflue. Le billet de Strategy& relevait en 2023, d'après PitchBook, que *« **28 investisseurs** différents dans le monde ont participé à trois tours de financement de eGenesis depuis janvier 2020, pour une somme totale de **263 millions de dollars** ».*



Cet argent ne paie pas que les opérations sur l'humain, il finance d'abord toute la filière en amont : édition génétique, animaleries stériles, production de cochons et essais précliniques de greffe sur des primates, là où se concentre l'essentiel du coût animal.



De plus, présentée comme un simple « pont » vers un greffon humain, la xénotransplantation additionne les coûts : celui de l'organe de cochon et de son suivi lourd s'ajoute à celui de l'allogreffe finalement nécessaire, sans résoudre le manque d'organes.

Reste à savoir à qui présenter la facture. Strategy& la présente aux États :

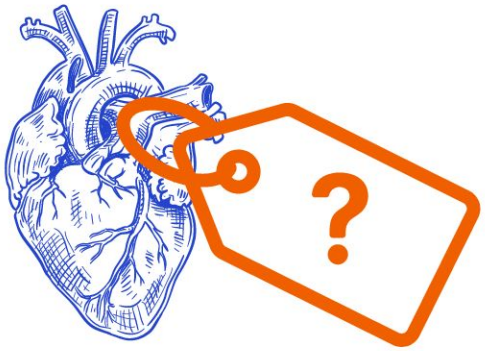
« Les gouvernements doivent augmenter les financements accordés aux groupes académiques et aux biotechs pour maintenir l'innovation dans la recherche et le développement en xénotransplantation. [...] Ce soutien financier est un impératif politique et social. »

Les choix de financement sont aussi une question d'éthique.

Chaque euro investi dans cette filière n'est pas investi ailleurs. Des solutions au manque d'organes existent qui n'élèvent aucun animal pour son organe, et restent sous-financées au regard de leur potentiel. Ce sont donc elles qu'il faudrait financer en priorité. Le CCNE note lui-même que le rapport coût-bénéfice de la prévention serait *« particulièrement favorable »* *(voir la section dédiée).*

Krebs et ses coauteurs chiffrent l'arbitrage aux États-Unis : les 13 milliards estimés par le cabinet Data Bridge pour le marché mondial de la xénotransplantation en 2021 valent *« plus de neuf fois »* le budget 2024 de prévention des maladies chroniques des Centers for Disease Control, et *« beaucoup plus »* que les 67 millions inscrits pour 2025 par la commission des crédits du Sénat américain pour moderniser le système de dons d'organes. Ils demandent aux NIH de renforcer la recherche en prévention, *« qui représente actuellement moins d'un quart de son budget global »*.

Combien sera vendu *un organe de cochon ?*



Personne ne connaît encore le prix d'un organe de cochon greffable : aucun n'a encore été vendu. Les greffes réalisées l'ont été en accès compassionnel ou en essai clinique, où la réglementation américaine interdit de facturer un produit expérimental sans l'autorisation écrite de la FDA, et jamais avec bénéfice. Un seul chiffre vient d'un industriel : United Therapeutics envisage un prix de vente d'environ **un million de dollars par rein**, que son porte-parole présente comme proche du coût de dix ans de dialyse aux États-Unis.

> “



David Cooper,
consultant pour eGenesis

Les rares chiffres trouvés par ailleurs viennent tous du même auteur, et la référence la plus citée n'est pas une étude mais une lettre à l'éditeur de 2020, signée du seul D. Cooper, sans relecture par les pairs.

Cooper juge la question presque impossible à trancher avec exactitude, faute de savoir *« combien coûtera l'élevage et l'hébergement des cochons dans les conditions de biosécurité strictes [...] »*. Il avance ensuite un chiffre obtenu en additionnant ce que les organismes états-uniens de prélèvement facturent aujourd'hui pour des organes humains : à ces tarifs, les deux reins, les deux poumons, le cœur et le foie d'un même cochon représenteraient environ **200 000 dollars**, et **250 000 « ou plus »** avec une majoration pour la disponibilité à la demande.

Ce prix n'est donc pas relié à un coût de production, mais indique ce que chaque cochon *« rapporterait à ceux qui fournissent ces organes »*. Et c'est un plancher : la lettre prévoit une facture *« fortement augmentée »* les premières années, le temps d'amortir les coûts de la recherche.

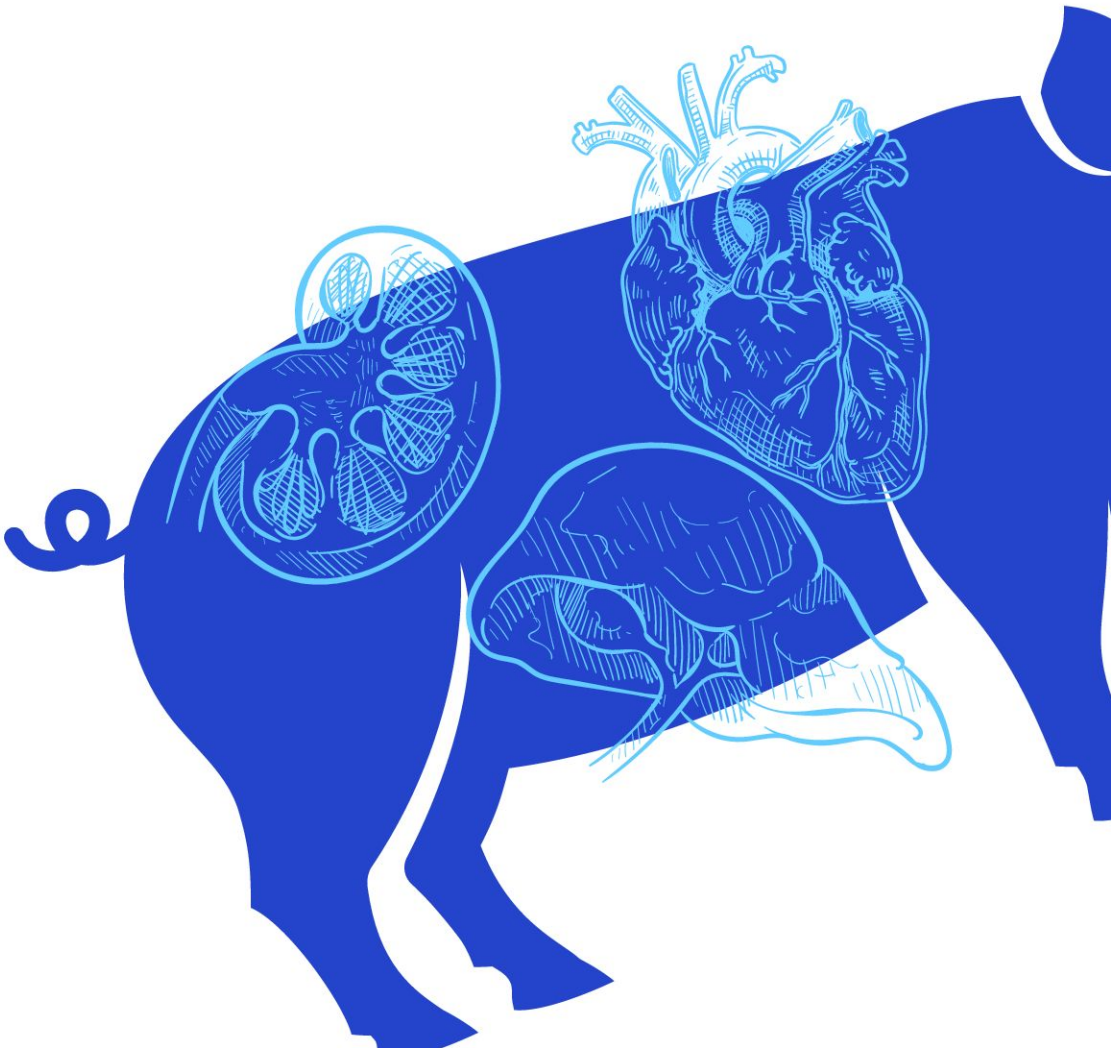
Une estimation de 2025 est co-signée par le même D. Cooper, qui y déclare être consultant pour eGenesis, l'une des entreprises du secteur. Alors qu'elle est bâtie sur l'hypothèse optimiste que le coût de la xénogreffe finirait par égaler celui de l'allogreffe, cette estimation aboutit au même constat : le prix de l'organe de cochon reste l'inconnue majeure, *« probablement considérable »*.

Les cabinets d'études comblent ce vide par des projections contradictoires : le marché de la xénotransplantation passerait de **3,12 milliards de dollars** en 2025 à **7,87 milliards** en 2035, ou bien de **47,9 milliards** en 2024 à **109,7** en 2034, alors qu'une troisième estimation parlait de **13 milliards** en 2021. **Un rapport de un à quinze, pour un même marché** à un an près : personne ne sait, et les sociétés qui publient ces rapports vivent de ces prédictions.

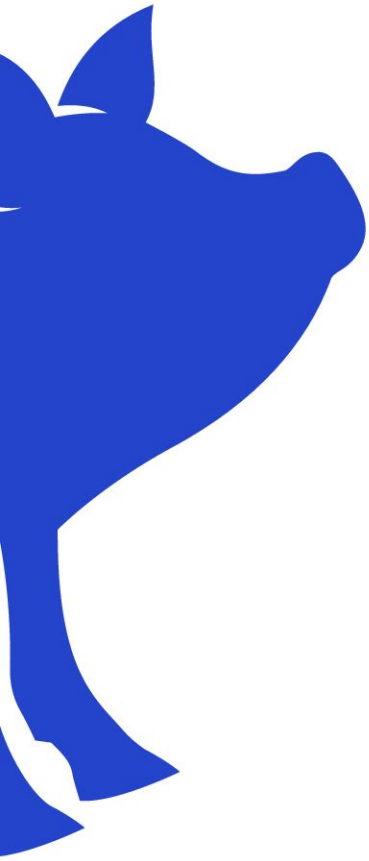
Le meilleur indicateur reste l'argent déjà misé : les centaines de millions levés par eGenesis et United Therapeutics. Un gérant de portefeuille, dont la société détient des actions United Therapeutics, promet sur son blog un empire à **100 milliards** pour cette seule entreprise.

À l'heure où de nombreuses institutions s'inquiètent de la financiarisation de la santé, dont le CCNE, la CNAM, l'IGAS, et le Sénat, il serait pour le moins étonnant de laisser libre cours à l'offre de cochons génétiquement modifiés émanant de firmes industrielles dont le seul objectif est le profit, fondé en partie sur la dissimulation des conditions d'élevage et des promesses excessives.

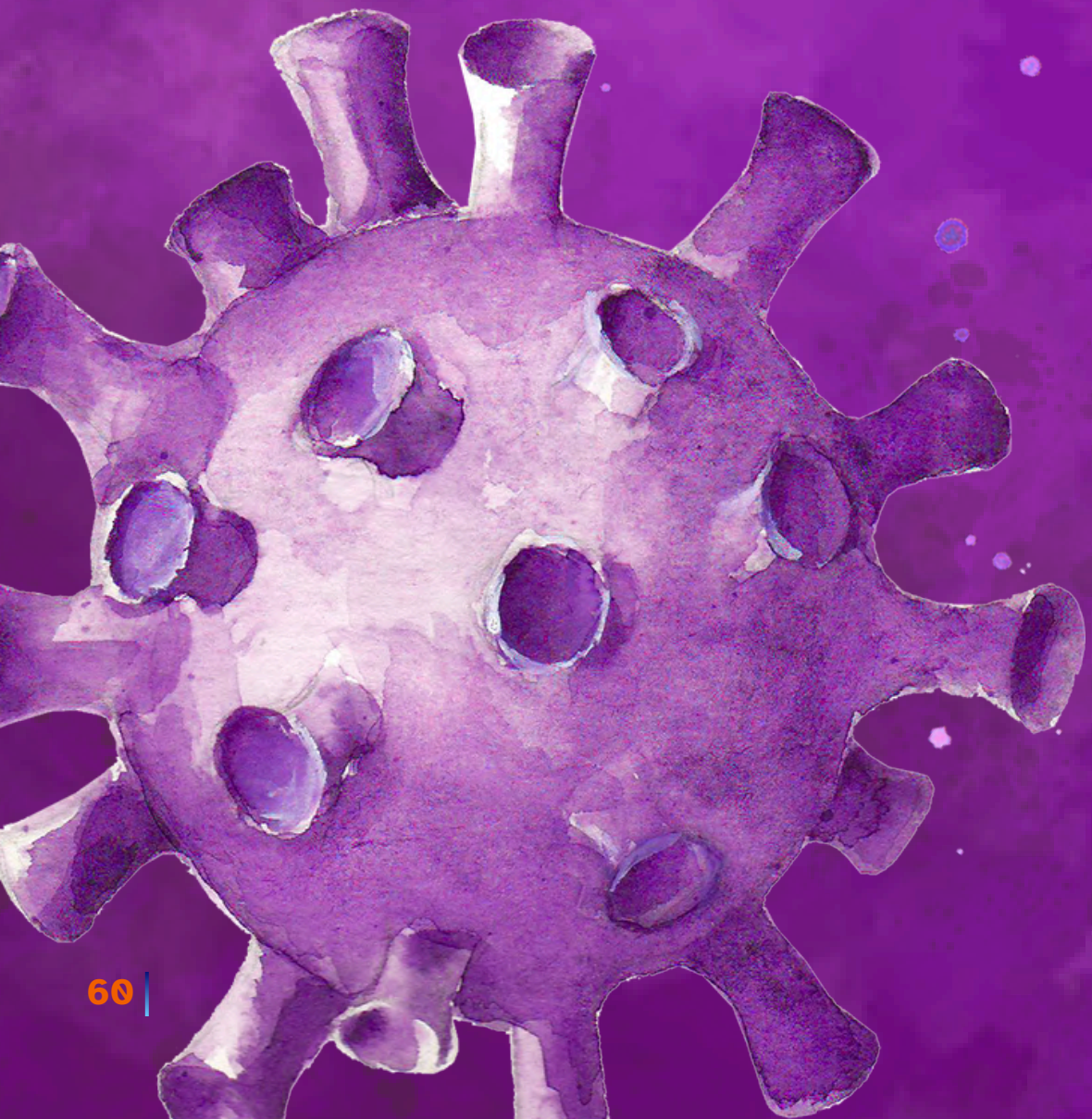
D'autant que la xénotransplantation présente non seulement des problématiques éthiques profondes, mais également des risques immunitaires et sanitaires inédits.







Les risques *immunitaires et sanitaires*



Le rejet n’est jamais vaincu, même entre humains.

Face à une autre espèce, les industriels le repoussent en modifiant le cochon toujours davantage, de dix éditions génétiques en 2022 à soixante-neuf en 2024.

Pourtant, tous les greffons posés ont fini rejetés ou retirés.

Le risque infectieux, lui, a été déclaré réglé publiquement en 2021, puis rangé parmi les problèmes résolus le jour-même où le premier greffé cardiaque mourait et que l’on allait découvrir dans le greffon un cytomégalovirus porcin que le dépistage n’avait pas identifié.

En matière de zoonoses, le risque est collectif autant qu’individuel.

Le rejet, *un mur immunitaire repoussé à coups de génie génétique*



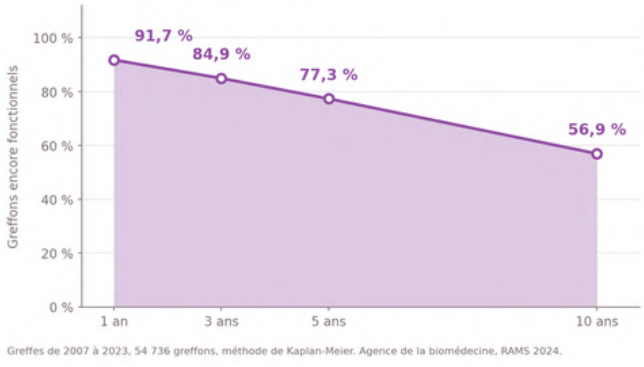
Le corps humain rejette d'emblée un organe d'une autre espèce : c'est le rejet, hyperaigu ou différé, orchestré par le système immunitaire. Les promoteurs de la xénotransplantation d'organes de cochon le présentent comme en partie résolu, grâce à deux leviers :

- de lourdes modifications génétiques des cochons,
- de puissants traitements immunosuppresseurs chez les personnes receveuses.

Pour le cœur transplanté en 2022, l'entreprise Revivicor avait ainsi inactivé quatre gènes porcins (trois codant des antigènes glucidiques immunodominants, un limitant la croissance de l'organe) et ajouté six gènes humains.

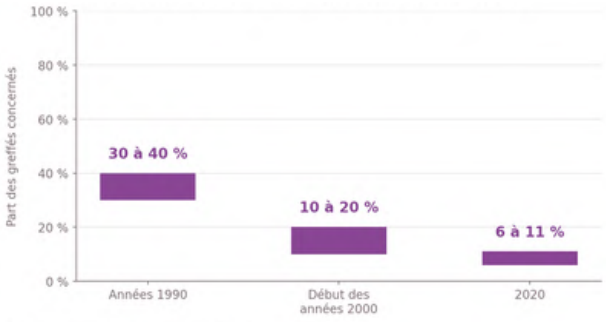
Malgré des améliorations au fil des années, le rejet aigu et la survie du greffon restent un problème même entre humains, et les traitements immunosuppresseurs sont souvent sources d'effets indésirables pour les patients.

Survie du greffon rénal humain en France



Greffes de 2007 à 2023, 54 736 greffons, méthode de Kaplan-Meier. Agence de la biomédecine, RAMS 2024.

Rejet aigu d'un rein humain dans la première année



Chaque barre couvre la fourchette basse et haute rapportée pour la période.

Le rejet chronique, lent et progressif, reste l'une des grandes causes de perte du greffon, des mois ou des années après l'opération, échappant au traitement médical.

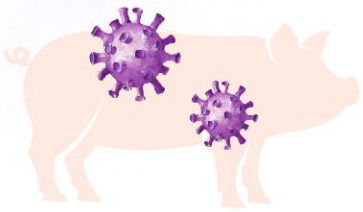
De 10 à 69 éditions, jusqu'où modifier un cochon ?

Le premier cœur de cochon greffé sur un humain (janvier 2022) provenait de Revivicor et portait 10 modifications génétiques : trois « knock-out » de sucres responsables du rejet, six gènes humains ajoutés et un gène freinant la croissance de l'organe (l'animal étant un grand cochon domestique pouvant atteindre 360 kilos).

Pour le rein greffé à Rick Slayman en mars 2024, eGenesis a construit un tout autre animal, un minipig Yucatan naturellement petit, porteur de 69 éditions géniques : 59 ne servent qu'à inactiver les rétrovirus endogènes du génome porcin (PERV), les dix autres visant la prévention du rejet, avec trois sucres désactivés et sept gènes humains insérés.

Les industriels ne s'accordent donc pas sur la gravité du risque viral : le rein d'United Therapeutics (celui greffé à Towana Looney) ne compte que 10 modifications et n'inactive pas les PERV.

L'infection, *un risque qu'on pense réduire sans pouvoir le quantifier*



Le second risque est celui des rétrovirus endogènes porcins (PERV, mis en évidence à la fin des années 1990). Les promoteurs le présentent aussi comme maîtrisé, par les modifications génétiques et un élevage en conditions stériles, mais la question reste ouverte.

En 2018, trois chercheurs de l'Anses tenaient la transmission de ces virus à l'humain pour une préoccupation majeure et l'un des obstacles au développement des greffes d'organes de cochon. La même année, un état des lieux réalisé par Jay Fishman, conseiller de Revivicor et de United Therapeutics, constatait qu'aucune étude n'avait jamais démontré de transmission à l'humain, y compris chez plus de 200 personnes exposées à des cellules, tissus ou organes de porc, tout en soulignant que **le risque réel reste inconnu, faute d'études sur l'humain.**

*En fait, même les greffes entre humains portent déjà ce risque : **environ 0,2 % d'entre elles** s'accompagnent d'une infection inattendue venue du greffon. Ceux qui rapportent ce chiffre en tirent un argument en faveur des greffons de porc : bien conduite, la xénogreffe serait moins risquée. Mais pour une allogreffe, on sait à quoi s'attendre.*

L'infection par un virus porcin, surtout latent, pourrait déboucher sur de l'inédit, impossible à traiter. C'est ce qui s'est produit avec le premier greffé cardiaque. Après sa mort en mars 2022, on a découvert dans le cœur greffé un cytomégalovirus porcin latent, qui avait échappé au dépistage et probablement contribué à l'échec. Son chirurgien, Bartley Griffith, a reconnu ne pas savoir ce que ce virus faisait là. Un virus latent, ajoutait-il, pourrait n'être qu'un passager clandestin.

Les virologues distinguent deux dangers.



Un virus est **zoonotique** quand il rend malade un humain en bonne santé : c'est le cas par exemple du virus de l'hépatite E de génotype 3, répandu chez les cochons domestiques et les sangliers.



Un virus est **xénozoonotique** quand il nuit au receveur d'un greffon.

*Le cytomégalovirus porcin relève de cette seconde catégorie, et son cas est le plus inquiétant : chez les primates, dans un même protocole, les cœurs porteurs du virus ont tenu **15 et 27 jours**, contre **182 et 195** pour les cœurs indemnes, la coagulopathie emportant le greffon, alors même que ce virus n'est pas jugé capable d'infecter les cellules humaines. Denner et ses coauteurs l'avaient décrit en octobre 2020, quinze mois avant la greffe de David Bennett, en concluant que ces données* « appellent à l'élimination du PCMV chez les cochons donneurs ».

On ignore encore lesquels, parmi les nombreux virus du cochon, pourraient devenir zoonotiques.

Le risque rétroviral *déclaré clos, de 2009 à 2022*





Mike Curtis,
directeur général d'eGenesis

« Quel est le risque de transmission rétrovirale d'un cochon à une personne ? Nous ne le savons pas vraiment. »

Les promoteurs considèrent ce risque comme maîtrisé.



Wayne Hawthorne,
à la tête de l'International Xenotransplantation Association et professeur de transplantation à l'université de Sydney,
déclare sur la radio publique australienne en 2021 :

« Nous avons élevé des cochons qui n'expriment pas les PERV. Une autre chose a été faite maintenant avec CRISPR-Cas9, l'étude américaine a été publiée il y a quelques années déjà, où ils ont effectivement inactivé tous les rétrovirus endogènes porcins chez un cochon donneur. »

Chacune de ces phrases est exacte, prise à part. L'inactivation de ces rétrovirus existe : elle date de 2017 et vient d'eGenesis. Mais les cochons qui ont fourni les organes greffés à des humains ne la portent pas tous, et le compte des modifications l'établit : le cœur de janvier 2022 venait de Revivicor avec dix modifications, et le rein de Towana Looney en compte dix aussi, sans inactivation de ces rétrovirus.

Un académicien de médecine range la transmission de rétrovirus parmi les problèmes résolus, le jour de la mort du premier greffé. D'après Pascal Vouhé, dans le débat publié le 9 mars 2022, les problèmes médicaux *« sont nombreux mais beaucoup sont déjà résolus ou en voie de résolution : rejet hyperaigu, rejet chronique, transmission de rétrovirus (bloquée par une modification génétique), croissance inadaptée du greffon ».*

Le cytomégalovirus retrouvé dans ce cœur n'est pas un rétrovirus, et Vouhé parle des rétrovirus endogènes : aucune erreur de virologie ne lui est reprochée. Mais on peut relever l'assurance avec laquelle le risque est déclaré clos, le jour où la première greffe cardiaque échoue sur un virus qu'aucun dépistage n'avait identifié.

Deux régulateurs, deux trajectoires opposées.

En 2009, **l'Australie** a levé le moratoire décidé au milieu des années 2000 sur la xénotransplantation, au motif que les risques encadrés *« sont minimes et acceptables au regard des bénéfices potentiels ».*

Six ans plus tard, **la Norvège** a pris le chemin inverse : sa loi du 7 mai 2015 interdit de transplanter du matériel biologique vivant d'un animal vers un être humain, et en fait un délit puni jusqu'à deux ans d'emprisonnement. L'interdit norvégien datait de 1973 et n'était que temporaire, prolongé de loi en loi ; il est devenu permanent.

Le dépistage *défectueux*



Joachim Denner, en avril 2025 :

« Le cochon donneur de ce patient a été testé au moyen d'un écouvillon nasal, suivi d'une analyse PCR pour détecter le PCMV/PRV. Cette approche est cependant défectueuse, pour deux raisons essentielles.



D'abord, la rhinite causée par le PCMV/PRV s'observe typiquement chez les jeunes porcelets infectés par leur mère, et non chez des cochons plus âgés comme celui utilisé pour cette transplantation, ce qui fait de l'écouvillonnage nasal un outil diagnostique inefficace.

Ensuite, comme beaucoup d'herpèsvirus, le PCMV/PRV peut entrer en état de latence, devenant indétectable dans le sang et dans les divers organes où il peut se cacher. »

Il le disait déjà dans la presse trois ans plus tôt, après la mort de David Bennett :

« Malheureusement, ils n'ont pas utilisé un bon test et n'ont pas détecté le virus, et c'est la raison ».

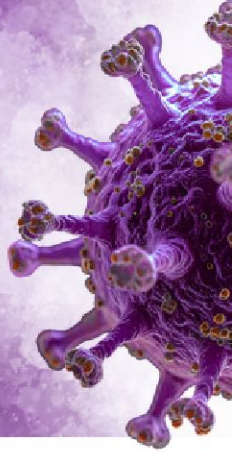
Son article d'avril 2025 rappelle un précédent en préclinique, chez le primate :

« Dans un cas, le PCMV/PRV a été transmis au babouin receveur alors que le virus n'avait pas été détecté chez le cochon donneur en raison de la latence virale. Il a pourtant déclenché des symptômes cliniques spécifiques du virus chez le receveur. »

Kaiser et ses cinq coauteurs refusaient en novembre 2024 l'idée que les risques infectieux de la xénotransplantation ne font pas obstacle à l'avancée des essais cliniques en toute sécurité. Pour eux :

« L'incertitude persistante suggère que les risques infectieux de la xénotransplantation peuvent être gérables, mais pas entièrement éliminables. »

Le risque *collectif*



À quand une pandémie xénozoonotique si la xénotransplantation se banalise ? Le risque de zoonose et son acceptabilité pour le public font désormais partie du débat éthique.

La notion de « One Health », l'idée que les santés humaine, animale et environnementale forment un tout, offre une autre entrée dans le dossier. Prise au sérieux, elle englobe les risques de zoonose et le coût environnemental.

- **Or, généraliser la xénotransplantation supposerait de bâtir une forme inédite d'élevage industriel**, un réseau d'installations stériles, énergivores et sous haute biosécurité, dont l'empreinte n'a jamais été évaluée. Une question que promoteurs et pouvoirs publics laissent de côté, occupés à décider *comment* faire plutôt que *s'il faut* le faire.
- **S'y ajoute un angle mort sanitaire :** le risque de transmettre des infections résistantes, alors que l'usage croissant d'antimicrobiens en élevage nourrit l'antibiorésistance. Surtout, la logique préventive de « One Health » se situe complètement à l'inverse de la xénogreffe.

Le rapport de synthèse des États généraux de la bioéthique 2026, publié par le CCNE, consacre deux chapitres entiers à l'environnement et au climat d'une part, à la place de la prévention d'autre part, et retient parmi ses trois attentes communes celle de faire de la prévention une priorité en y intégrant les déterminants environnementaux, climatiques et l'approche « One Health ». Il rappelle que les déterminants sociaux, économiques, culturels, alimentaires ou environnementaux contribuent pour plus de 80 % à la qualité de l'état de santé, et reprend de l'Assurance maladie la formule selon laquelle la prévention doit être « la grande cause de la décennie ».

La santé globale plaide pour prévenir en amont les défaillances d'organes plutôt que pour bâtir un nouveau complexe animal-industriel qui développerait de nouveaux risques, sur les individus comme sur la collectivité.

Synthèse

Les deux risques de la xénotransplantation ne sont pas de même nature.

Le premier, **le rejet**, n'est pas vaincu : on le repousse dans le temps en modifiant toujours davantage l'animal, sans empêcher que les greffons finissent par lâcher.

Le second, **l'infection**, est plus inquiétant encore, car son ampleur reste inconnue et ses conséquences pourraient dépasser le seul patient.

Dans les deux cas, la réponse consiste à transformer le cochon en objet technique. Cette transformation a un coût éthique propre, distinct de la seule question de la sécurité sanitaire.



Éthique



Quand on parle d'« éthique » de la xénotransplantation,
on parle le plus souvent d'autre chose que des animaux qui en sont les victimes :
de l'acceptabilité sociale, du consentement des receveurs, de la communication. Et si la question morale émerge, **l'argument du pire arrive vite :** puisque nous tuons déjà des cochons pour les manger, il serait forcément acceptable de les tuer pour sauver des vies.

Sur 338 pages d'un rapport de bioéthique publié en 2026,
on ne trouve aucune occurrence des champs lexicaux du spécisme ni de la sentience, alors que ces notions sont centrales en éthique animale.

En partant des grandes déclarations de bioéthique et de leur extension possible aux animaux autres qu'humains,
l'ØXA déplace la question là où elle se pose : la légitimité de l'usage, avant ses conditions.

Les grands absents *du débat : les animaux*

Lorsque les médias abordent l'« éthique » des xénotransplantations, ils parlent d'autre chose que des animaux. La question posée est celle de l'acceptabilité sociale (accepterait-on de vivre avec un organe de cochon ?) et du consentement des personnes, beaucoup moins de la justification morale de cet usage.

Les exemples abondent.
Interrogé par Le Quotidien du médecin, le Pr Gilles Blancho circonscrit la question éthique au receveur en état de mort cérébrale et n'aborde quasiment pas le sort des cochons. Sur France Culture, une émission d'une heure (16 février 2022), avec le même Gilles Blancho et Patrick Nataf, ne donne que quatre minutes à l'éthique, en toute fin, sans un mot sur le point de vue des animaux.

Pascal Vouhé, membre de l'Académie nationale de médecine, classe dans un débat de mars 2022 les incertitudes à lever en trois familles : les problèmes médicaux, les problèmes économiques (où les cochons figurent comme un problème de production), puis : *« les questions éthiques ne manqueront pas d'apparaître : réticences des receveurs potentiels, manifestations des activistes antispécistes. »* Un problème d'acceptabilité, un problème d'ordre public, et aucun ne concerne les animaux.



Et quand la question animale est nommée, elle l'est comme un obstacle à lever.

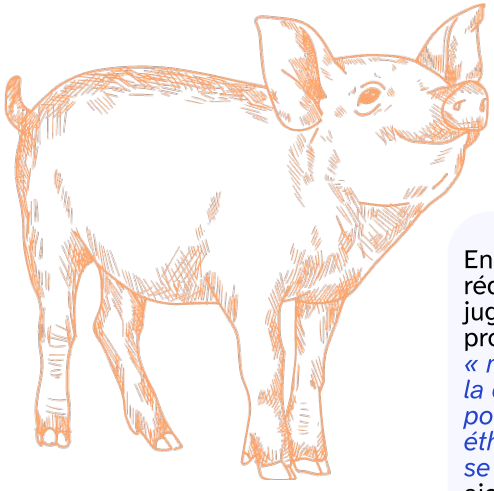
L'Agence de la biomédecine place l'instrumentalisation animale parmi les questions éthiques, puis en fait une condition d'acceptabilité : veiller au « bien-être » de l'animal serait *« fondamental pour faire de la xénotransplantation une pratique éthiquement acceptable »*.

Une étude de 2024 mesure de même l'adhésion morale à la xénogreffe selon la religion, le sexe et les attitudes envers les animaux, et recommande aux promoteurs de la xénogreffe davantage d'attention au « bien-être animal », pour convaincre les gens d'approuver la technique plutôt que dans l'intérêt des animaux.

L'avis des patients.

Une recherche de Renaloo, présentée le 8 avril 2026 à un atelier des États généraux de la bioéthique, a réuni 14 patients en deux groupes de discussion, avec MoiPatient pour appui méthodologique. Le « bien-être animal » y figure parmi les préoccupations, avec l'industrialisation, le risque de démobilisation du don humain, les inégalités d'accès et les coûts. Les patients restent pragmatiques, et veulent conserver les deux options, sous conditions. Renaloo conclut que l'éthique doit aussi considérer les « pertes de chance » liées à l'absence de xénogreffe.

Assez éloignés, *et tout aussi proches*



Pourquoi le cochon ?

Depuis 2022, la question a été abordée de multiples fois, et trois critères reviennent d'une réponse à l'autre.

1

En mars 2022, la rédaction du Drenche juge le cochon assez proche de nous, *« mais aussi assez loin, à la différence du singe, pour que le dilemme éthique et psychologique se pose moins »*. Elle ajoute la croissance rapide et les portées, puis un proverbe de boucherie : *« Tout est bon dans le cochon. »*

2

En août 2023, le cabinet Strategy& écrit que seuls les cochons ont été élevés à cette fin *« parce qu'ils arrivent vite à maturité, ont en général de grandes portées, et des organes de taille et de fonction proches des organes humains »*.

3

En septembre 2024, Monique Brouillette reprend les deux premiers dans Lab Animal : *« reproduction rapide, grandes portées et coûts d'élevage plus faibles »*. Elle termine sur un aveu clair :

« Utiliser des cochons plutôt que des primates non humains contourne certaines préoccupations éthiques. »

En août 2025, le document de présentation de United Therapeutics met le rendement reproductif des cochons en tête, avec *« leurs périodes de gestation courtes et leurs grandes portées »*.

La même année, Gunkel et Miller ajoutent un critère juridique : ***« Il y a aussi moins de restrictions légales concernant l'utilisation de cochons dans la recherche que concernant celle de primates. »***

Le domaine choisit donc son espèce sur un critère d'assentiment psychologique et de facilité légale. Un cochon qui grandit vite et coûte peu reste un individu qui subit ce qu'on lui fait. Les raisons données décrivent ce qui permet de le faire sans protestation, jamais ce qui le rendrait juste.



L'argument *de la viande*

Chaque fois que la question animale affleure, un argument la referme : puisqu'on tue déjà des cochons pour les manger, pourquoi pas pour sauver des vies humaines ?

L'argument n'a rien de neuf. Dans Le Drenche, en mars 2022, Laurent Bègue-Shankland le fait remonter à Claude Bernard, au XIXe siècle, pour qui il serait *« bien étrange »* de reconnaître à l'homme *« le droit de se servir des animaux pour tous les usages de la vie »* et de lui défendre de s'en servir *« pour s'instruire »*.

Les exemples s'enchaînent et se ressemblent :

2001

Un comité scientifique européen l'écrivait déjà. *« Tous les États membres admettent qu'il est éthique de tuer des cochons pour l'alimentation, et il semble donc peu probable que les utiliser pour sauver des vies humaines soulève des questions éthiques importantes pour la majorité de la population. »*

2016

Une équipe de Montpellier écrivait qu'élever des animaux chimériques pour des organes humains ne devrait pas soulever plus de débat que de les élever pour la viande.

2022

En février 2022, Emanuele Cozzi, alors président du comité européen de transplantation d'organes du Conseil de l'Europe, opposait aux critiques de l'Eurogroup for Animals les cinquante millions de cochons tués chaque année pour l'alimentation aux États-Unis.

Le patron de Revivicor, David Ayares, promettait à l'AFP *« une vocation bien plus noble »* pour ces cochons que de finir en morceaux de viande.

2026

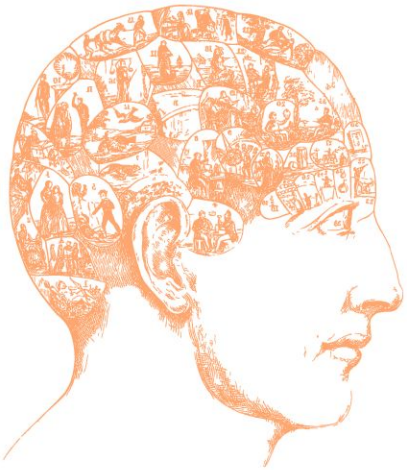
Et en juillet 2026, dans Le Parisien, Laurent Di Meglio, vice-président de Renaloo et en attente d'un rein depuis sept ans : on ne peut pas refuser la xénogreffe *« alors que l'on mange déjà du jambon tous les jours en France ».*

Une variante, l'argument des xénogreffes.

La médecine implante déjà des tissus d'animaux non-humains, et la transplantation d'organes n'en serait que l'extension. Emanuele Cozzi le rappelle à Euractiv en février 2022 : *« pas moins de deux tiers des valves cardiaques utilisées pour les transplantations proviennent déjà de porcs ou de vaches »*. D'où sa conclusion : la xénotransplantation serait *« une application plus large d'une méthode que nous utilisons déjà. »* Il existe pourtant une différence pertinente : Amy Beale note que les cochons et les vaches dont viennent ces valves *« ont été produits pour la viande et n'ont pas été génétiquement modifiés ni spécifiquement élevés en vue de la récolte des organes »*, alors que la transplantation de xéno-organes demande un élevage dédié.

Les limites
de l'argument de la viande

L'argument est pourtant fragile. Le fait que l'élevage pour la viande soit lui-même moralement contestable ne justifie pas un nouvel usage des animaux non-humains, et révèle au mieux une incohérence de plus.



C'est également un biais identifié, que les philosophes Françoise Baylis et Andrew Fenton rattachent au « paradoxe de la viande », cette dissonance qui nous empêche de percevoir la subjectivité des animaux non-humains que nous mangeons (principe reproduit pour les animaux « de laboratoire » par Kevin Vezirian et ses coauteurs).

Florence Burgat, dans son exposé pour les États généraux de la bioéthique 2026, nomme le mécanisme dont l'argument de la viande est un cas : l'argument du pire. Opposer *« quelques milliers de cochons de plus »* à l'ampleur de l'élevage intensif ouvre un raisonnement qui justifie à peu près n'importe quoi, le pire existant toujours.

D'autant que manger des cochons produit une partie de la demande d'organes que l'on prétend satisfaire en tuant plus de cochons.

Une seconde objection prend le relais : ces cochons n'existeraient pas sans le programme qui les tue, et une vie brève vaudrait mieux que pas de vie. Si cette position est tenue par certains utilitaristes, elle semble généralement beaucoup moins acceptable dès lors qu'on l'applique à des personnes humaines :

> ***« Imaginez une femme ayant une forte probabilité d'insuffisance cardiaque plus tard dans sa vie. Elle décide d'avoir un enfant afin de le tuer un jour et de se faire transplanter son cœur. Elle prévoit, jusqu'à ce moment-là, de lui donner une bonne vie. C'est manifestement abject. [...] Nous devrions nous méfier de l'affirmation selon laquelle faire naître une créature dans le but de la tuer signifie que la mise à mort ne lui nuit pas. »***
> — Gunkel et Miller (2025)

Xénogreffe et expérimentation animale.

Une différence de structure sépare la xénogreffe de toute autre expérimentation animale. L'expérimentation tente d'ordinaire de se justifier comme une étape vers un traitement qui, lui, n'utilisera plus d'animaux non-humains. Ici l'usage est l'aboutissement, et le succès du programme d'expérimentation animale signifie un élevage permanent dédié aux xénogreffes futures.

Les cadres
de la réflexion éthique

L'éthique animale est la branche de la philosophie morale qui s'interroge sur la manière de traiter les animaux non-humains. Elle se structure autour de deux grandes familles de théories.

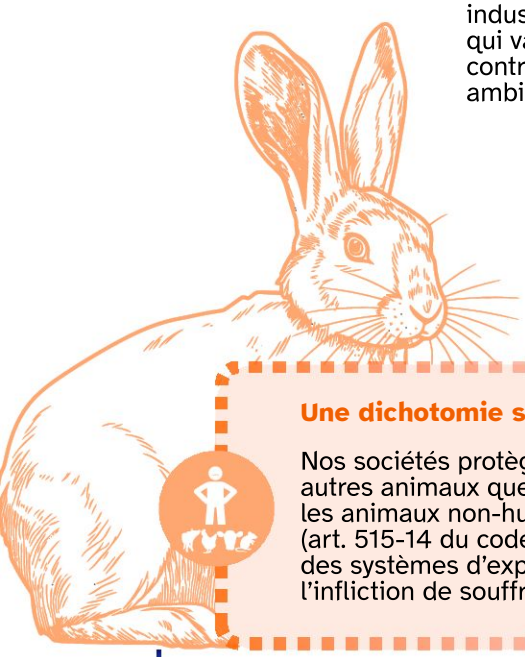
Les approches conséquentialistes jugent une action à ses conséquences. Leur forme la plus connue, l'utilitarisme, vise à minimiser la souffrance et à maximiser le bien-être agrégé de l'ensemble des êtres concernés ; elle ne rejette donc pas a priori l'expérimentation, dès lors que les bénéfices attendus l'emportent sur les souffrances infligées. C'est le cadre adopté par Peter Singer dans *La Libération animale* (1975), fondé sur l'égale considération des intérêts de tous les êtres sentients.

Les approches déontologistes jugent une action à sa conformité à des devoirs. Dans *Les Droits des animaux* (1983), Tom Regan attribue une valeur intrinsèque à tous les *« sujets d'une vie »* (tout être dont l'existence compte pour lui-même), y compris les humains qui ne peuvent défendre eux-mêmes leurs intérêts. Il prolonge ainsi l'intuition kantienne selon laquelle un individu ne doit jamais être traité comme un simple moyen : chaque être sentient est une fin en soi.

Les deux familles se sont prononcées sur la xénogreffe.

En 2021, Singer l'acceptait à condition que les cochons ne soient pas élevés en ferme industrielle (une condition qui va aujourd'hui à contre-courant des ambitions du secteur).

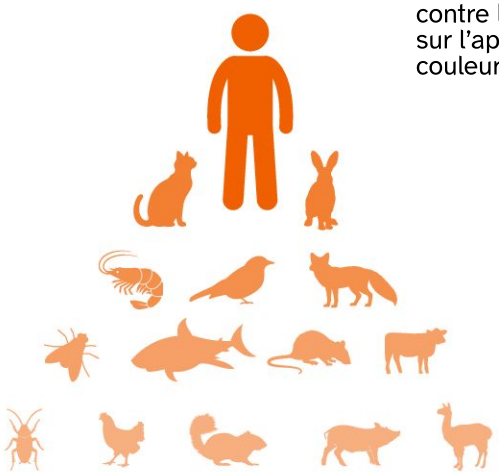
La kantienne Christine Korsgaard (Harvard) la refusait, un cochon ayant selon elle un droit premier sur sa vie et ses organes.



Une dichotomie spéciste.

Nos sociétés protègent les humains sur un fondement déontologique, mais ne protègent les autres animaux que de façon conditionnelle, selon l'usage qu'on en fait. D'où un paradoxe : les animaux non-humains sont reconnus comme des *« êtres vivants doués de sensibilité »* (art. 515-14 du code civil) et leur maltraitance est supposée interdite, alors qu'on autorise des systèmes d'exploitation de masse (dont l'expérimentation animale) au sein desquels l'infliction de souffrances est structurellement inévitable.

Le spécisme



Le mot vient des années 1970, d'un tract du psychologue Richard Ryder contre l'expérimentation animale. Il nomme ainsi une discrimination fondée sur l'appartenance d'espèce, qu'on jugerait arbitraire si elle portait sur la couleur de peau.

Défendre le spécisme supposerait une propriété morale que tous les humains, et que seuls les humains, posséderaient. Les différences moyennes d'aptitudes entre espèces (intelligence, langage) sont réelles, mais nous refusons cependant qu'elles servent à moins bien traiter tel ou tel humain (par exemple des enfants handicapés sévères, des malades âgés atteints de maladie d'Alzheimer, etc.). Les invoquer contre les autres animaux est tout aussi arbitraire et capacitiste, et cela relève du « spécisme indirect ».

Les philosophes s'accordent rarement, mais ils approchent ici du consensus en ce qui concerne le rejet du spécisme : la Déclaration de Montréal sur l'exploitation animale, en 2022, porte plus de 550 signatures de spécialistes universitaires.

Reste la sentience, c'est-à-dire la capacité à être affecté par ce qu'on nous fait ou non.

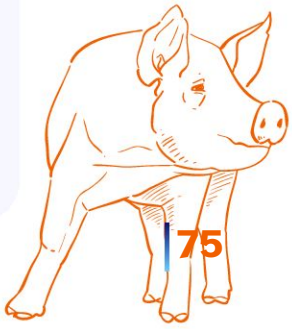
Sentientisme.

La sentience implique un vécu subjectif (éprouver la douleur, le plaisir), là où la sensibilité peut se limiter à une réaction à l'environnement.

La Déclaration de New York (2024) sur la conscience animale distingue deux niveaux de preuve : un appui scientifique fort pour les mammifères autres qu'humains et les oiseaux, et *au moins une possibilité réaliste* de sentience pour tous les vertébrés (reptiles, amphibiens et poissons compris) et de nombreux invertébrés (céphalopodes, crustacés décapodes, insectes).

En philosophie morale, on parle de sentientisme pour désigner la prise en compte de la sentience comme seuil d'intégration des êtres dans le cercle de considération morale. Si un être a des intérêts, ses intérêts doivent être pris en compte au même titre que les intérêts similaires de n'importe qui.

Sur 338 pages du rapport de synthèse des États généraux de la bioéthique 2026 publié par le Comité consultatif national d'éthique (CCNE), on n'entend parler ni de spécisme, ni de sentience. Quant aux notions d'éthique animale, qu'il s'agisse de leur statut, de leurs droits ou de leurs intérêts, elles sont effacées au profit de l'expression « bien-être animal », qui apparaît deux fois, tandis que la « souffrance animale » n'apparait qu'une fois.





Comment le CCNE *considère les cochons*

Le 15 septembre 2026, le Comité consultatif national d'éthique publie son avis n° 152, adopté à la majorité des votes exprimés. Quinze ans après son précédent avis sur le don d'organes et trois mois après sa synthèse des auditions liées aux États généraux de la bioéthique, il juge *« pertinent d'ouvrir la voie à la recherche »* sur les xénogreffes en France.

L'avis compte 85 pages. Les cochons y sont évoqués trois fois.

La première occurrence, qui ouvre sur « One Health », décrit des cochons séparés de leur mère dès la naissance et détenus sous surveillance intensive, puis pose l'arbitrage utilitariste spéciste comme une évidence.

« Ces conditions permettent de protéger la santé des receveurs humains, mais peuvent limiter l'expression des comportements naturels des animaux. Par ailleurs, les animaux meurent inévitablement à l'issue du prélèvement. Il est donc nécessaire de trouver le meilleur équilibre entre des conditions d'élevage (et d'euthanasie) qui répondent aux besoins physiques et émotionnels des porcs et les bénéfices vitaux que la xénogreffe pourrait apporter aux patients en attente de greffe. »

On peut se poser la question de la possibilité même d'un « bien-être » quelconque pour les animaux dans un contexte où leurs comportements naturels sont bridés et où leurs besoins sociaux et cognitifs sont largement compromis par les conditions d'élevage.

La deuxième mention des animaux se trouve dans la deuxième proposition du CCNE, qui demande que *« les modalités d'élevage, de sélection et de modification génétique, ainsi que d'euthanasie des animaux donneurs »* soient *« strictement encadrées afin de garantir la prise en compte et le respect de leurs besoins physiques et émotionnels ».*

Le vocabulaire ne varie pas. La sentience, les intérêts et le statut moral des animaux n'apparaissent jamais. Le CCNE règle la question par une balance entre des dommages certains et des bénéfices escomptés, et ne se demande jamais si l'usage lui-même se justifie.

Le troisième passage se tient dans la section économique. L'avis y explique que l'avantage d'une *« disponibilité planifiée »* dépendra *« de la capacité à standardiser la production à grande échelle »*, et que *« le prélèvement de plusieurs organes par animal pourrait permettre des économies d'échelle »*.

Un cochon vaut alors ce qu'on peut en prélever.

La parole des spécialistes.

La légitimité de l'expérimentation animale en général a fait l'objet d'un rapport publié par le Oxford Center for Animal Ethics en 2015, produit par un groupe de travail de vingt spécialistes, notamment de philosophie, de droit, de théologie, de sociologie, d'histoire, de sciences vétérinaires et de neurobiologie. Le rapport souligne la normalisation institutionnelle de l'expérimentation animale alors qu'une discussion informée permet de largement mettre en cause sa légitimité éthique.

Ce que le CCNE *ne dit pas*

L'avis du CCNE comporte plusieurs lacunes.

1. **« One Health » n'est invoqué qu'une fois.** L'expression ouvre le paragraphe sur les animaux et ne revient plus : ni dans les trois propositions, ni dans le passage sur les coûts, ni quand le CCNE recommande de bâtir des fermes d'élevage hautement sécurisées.

2. **Les primates sont absents.** Sur 85 pages, leur utilisation pour les greffes précliniques et le nombre d'individus concernés ne sont mentionnés nulle part.

3. **Les alternatives tiennent en une phrase :** *« Des alternatives à la xénotransplantation sont également envisagées, mais elles demeurent pour l'instant au stade d'hypothèses scientifiques »*. L'annexe 8 leur accorde 18 lignes, en fin de document.

4. **Presque personne ne représente les intérêts des animaux.** Néphrologues, réanimateurs, chirurgiens, économistes de la santé, représentants de patients et de l'Agence de la biomédecine, et une philosophe qui travaille sur la greffe hépatique. Parmi les personnes auditionnées, une seule vient du champ animal, Élise Desaulniers (écrivaine, journaliste et militante végane), que l'avis présente aussi comme *« donneuse de rein anonyme par altruisme »*. Aucun vétérinaire, aucun éthologue, aucun spécialiste d'éthique animale.

5. **La logique de la xénotransplantation n'est pas questionnée.** La première partie de l'avis conclut que l'insuffisance de greffons tient à l'opposition des proches et à l'organisation hospitalière, que *« le système n'est pas encore optimal »* et que l'exemple espagnol montre ce qu'une autre organisation obtient. Quelques pages plus loin, la seconde partie pose l'insuffisance de greffons comme une donnée, et propose d'utiliser des cochons.

Le CCNE réclame certes un débat public large et pluraliste sur les conditions du recours aux xénogreffes, mais ne questionne nulle part la légitimité de ces pratiques.

En Suisse, la Commission fédérale d'éthique pour la biotechnologie dans le domaine non humain (CENH) a produit un rapport sur la xénotransplantation en mars 2024, avec l'expertise du philosophe Samuel Camenzind. Qu'une pratique soit établie et acceptée ne suffit pas, écrit-elle, à la rendre acceptable : *« on ne peut éviter un débat général sur le statut moral des animaux »*.

Deux poids, *deux mesures*

Si l'on prend au sérieux la réflexion éthique, la question centrale porte sur la légitimité même de l'usage des animaux, avant de parler des conditions de cet usage. Or l'encadrement actuel de l'expérimentation animale esquive cette question.

La règle des 3R (remplacer, réduire, raffiner) et les comités d'éthique en expérimentation animale (CEEA) évaluent les protocoles au moyen d'une balance entre les dommages infligés aux animaux et les bénéfices attendus pour les humains.

Ce raisonnement souffre de trois biais :

1. **D'abord, une asymétrie :** les dommages pour les animaux non-humains sont certains et immédiats, tandis que les bénéfices pour les humains restent hypothétiques et lointains. En pratique, on surestime ces bénéfices.

2. **Ensuite, un problème de composition des comités :** on confie ces évaluations, pour l'essentiel, à des personnes issues du monde de l'expérimentation animale, parties prenantes des travaux qu'elles apprécient.

3. **Enfin, un décalage de niveau :** la protection accordée aux animaux non-humains reste bien inférieure à celle des personnes humaines. Pour la recherche impliquant des personnes, la loi pose que *« l'intérêt des personnes qui se prêtent à une recherche [...] prime toujours les seuls intérêts de la science et de la société »* (art. L1121-2 du code de la santé publique). L'usage des animaux non-humains repose sur le principe inverse, puisqu'on les utilise pour le bénéfice d'autrui.

Ce que l'on nomme « éthique » de l'expérimentation animale se réduit donc souvent à un arbitrage welfariste, qui confond utilité et justification morale. Le « bien-être animal » ne désigne ni l'épanouissement des cochons ni le respect de leurs intérêts, mais l'absence de souffrance jugée inutile. La souffrance jugée utile reste quant à elle permise, et l'usage l'impose.



La vulnérabilité *n'est pas le propre de l'humain*

La déclaration d'Helsinki, texte de référence de l'éthique de la recherche sur l'être humain adopté par l'Association médicale mondiale en 1964, fait de la **vulnérabilité** une notion centrale : certaines personnes, certains groupes et certaines communautés devraient recevoir un soutien et des protections pensés pour eux, pour être inclus de façon juste et responsable.

Le Comité consultatif national d'éthique (CCNE) définit lui-même les populations vulnérables comme les personnes *« qui s'expriment peu ou pas, dont on parle peu ou pas et qui souvent ne peuvent se défendre elles-mêmes »*, les *« sans-voix »*, les *« invisibles »*, parfois *« vulnérabilisées par un contexte »* tel un lieu privatif de liberté.

Les animaux élevés pour l'expérimentation répondent à chacun de ces critères : incapables de consentir ou de se défendre, enfermés dans un contexte qui les vulnérabilise. En effet, concernant les conditions de vie des cochons utilisés, les informations sont rares, mais convergentes.

2011

L'entreprise néo-zélandaise Living Cell Technologies décrivait des cochons détenus dans des pièces de béton sans fenêtre, à l'air pressurisé et stérilisé, en box individuels, avec un contact deux fois par jour au moment du nettoyage.

2021

Revivicor, interrogée là-dessus, a refusé de répondre.

2024

En février 2024, United Therapeutics a inauguré en Virginie une installation de 75 millions de dollars, hermétiquement close et ventilée.

2025

Une revue de 2025 précise le quotidien de ces animaux, à Minneapolis : air et eau filtrés, aliments stérilisés, personnel qui se douche à l'entrée comme à la sortie, porcelets nés par césarienne, privés de colostrum, élevés trois semaines dans des chariots-nurseries isolés.

Pourtant, la déclaration d'Helsinki comme le CCNE restreignent implicitement la portée de leur définition aux personnes humaines.

Appliquées sans cette restriction, chacune de leurs définitions couvre les animaux captifs.

Coûts *et bénéfices*

Des dizaines de milliers de personnes attendent un greffon et beaucoup meurent chaque année parce qu'elles n'ont pas pu en bénéficier. Un raisonnement conséquentialiste pourrait admettre le coût animal, si des vies humaines étaient sauvées en nombre. Mais cette thèse ne tient pas pour trois raisons.

1 **D'abord, le bénéfice humain reste hypothétique :** aucun greffon porcin n'a tenu plus de neuf mois chez un receveur vivant, et chez des primates non humains utilisés en expérimentation, environ 95 % des receveurs d'une allogreffe sont en vie un an après, contre 36 % lorsque l'organe vient d'un cochon, malgré les meilleures éditions génétiques et immunosuppressions disponibles.

2 **Ensuite, d'autres options l'emportent :** les moyens engagés dans la xénogreffe donneraient plus de résultats s'ils servaient à développer le don d'organes, à renforcer les moyens hospitaliers dans ce sens, ou à prévenir les défaillances d'organes. C'est la conclusion des bioéthiciens qui ont comparé ces options une à une. Une équipe de l'Institut d'éthique biomédicale de Bâle en tire un ordre de priorité en 2024 : la prévention et le don d'organes d'abord, les organes fabriqués in vitro ensuite, la xénogreffe en dernier recours.

3 **Enfin, le cercle des patients potentiellement concernés est étroit.** Une analyse publiée en décembre 2025 conclut que, tant que la survie d'un greffon de cochon ne dépasse pas deux ans, on ne parvient pas à identifier assez de patients pour qui la xénogreffe vaudrait mieux que l'attente d'un greffon humain : le modèle en repère moins de 5 %.

Une métaphore méprisante.

À la demi-journée Xenocure du 4 novembre 2025, Gilles Blancho, son coordinateur, aurait rapproché la xénogreffe de l'histoire de l'aviation. Franck Zal, fondateur d'Hemarina et participant, le rapporte le jour-même : *« Le 25 juillet 1909, Louis Blériot vient d'entrer dans l'Histoire. Pour la première fois, un homme a traversé la Manche en avion mais avant ça il cassa de nombreux avions. La xénotransplantation en est au stade de la traversée de la Manche mais pas de l'Atlantique… »*

Sauf qu'un avion cassé ne souffre pas, contrairement aux macaques, aux babouins et aux cochons qui sont tués au cours des recherches sur la xénotransplantation. Évaluer ces morts comme le prix d'une trajectoire suppose en outre celle-ci acquise, ce qu'aucun résultat n'établit.

Qui pourra acheter, *et qui recevra*

Côté bénéficiaires, le tri commence avant la greffe. La population dans laquelle on choisira les receveurs d'organes de cochon est déjà filtrée, écrivent Gunkel et Miller en citant Christine Park et ses coauteurs à propos de la situation aux États-Unis :

« Les minorités raciales et ethniques, les femmes et les patients des groupes socio-économiques les plus bas avaient moins de chances d'être orientés, évalués et inscrits sur la liste d'attente de transplantation d'organes. »

Le premier greffé cardiaque avait été écarté de la liste humaine par quatre centres, *« en raison d'antécédents de "mauvaise observance du traitement" »*. Gunkel et Miller en tirent une thèse :

« Sauf engagement fanatique envers le progrès scientifique, ou désir quasi saint de laisser les organes humains à d'autres, personne ne choisirait de recevoir à titre expérimental un cœur de cochon s'il avait un accès clinique à un cœur humain ».

Le prix est un autre facteur de sélection.
Le coût estimé d'une greffe de rein de cochon approche le **demi-million de dollars**, et celui d'un cœur, **1,7 million**. Il existe des lois contre l'achat d'un organe humain et aucune contre celui d'un organe de cochon. Krebs et ses coauteurs remarquent que : *« L'histoire nous montre que les groupes socialement défavorisés pourraient être exclus des xénogreffes en raison de leur prix, ou exposés à leurs torts cachés. »*

Le « deux poids deux mesures » existe déjà.
Aux États-Unis, des milliers de reins humains donnés sont jetés après biopsie comme organes de basse qualité, alors que beaucoup auraient pu être greffés durablement. D'où la conclusion des mêmes auteurs : *« les organes de cochon ne doivent pas être soumis à des normes plus laxistes pendant que des organes humains comparativement plus durables sont jetés. »*

Reste l'argument des pertes de chance, que Renaloo verse au dossier éthique. Il se heurte à la même objection : sous une survie de greffon inférieure à deux ans, on trouve moins de 5 % de patients pour qui la xénogreffe l'emporterait sur l'attente.

Le rapport *Belmont…*

Le rapport Belmont (1979) prolonge une lignée de textes élaborés après la révélation d'expérimentations sur des personnes sans leur consentement : le code de Nuremberg de 1947, extrait du jugement du procès des médecins nazis, et la déclaration d'Helsinki, adoptée en 1964 et révisée depuis, la dernière fois en 2024. Le rapport Belmont suit la révélation en 1972 de l'étude de Tuskegee (voir l'encadré).

Le rapport Belmont énonce trois principes destinés à protéger les personnes :

1. **le respect des personnes,** qui repose sur « au moins deux convictions » : traiter les individus comme des agents autonomes, c'est à dire capables de faire des choix éclairés pour eux-mêmes, et protéger ceux dont l'autonomie est diminuée,
2. **la bienfaisance,** qui se formule en deux règles : ne pas nuire, et maximiser les bénéfices possibles en minimisant les torts possibles,
3. **la justice :** une répartition équitable des charges et des bénéfices de la recherche, pour ne pas faire peser le risque sur les plus vulnérables.

De ces principes découlent des exigences concrètes en matière de consentement éclairé, d'évaluation des risques et bénéfices, de sélection des sujets.

Les animaux soumis à l'expérimentation ne bénéficient d'aucun des trois. Aucun texte comparable n'encadre leur usage dans la recherche : le résultat est une pluralité de réglementations éparses ayant pour socle commun le principe des 3R (qui consiste principalement à optimiser les protocoles existants et n'aboutit qu'à une version très affaiblie d'une partie du principe de bienfaisance, avec la minimisation des torts au sein de chaque projet).

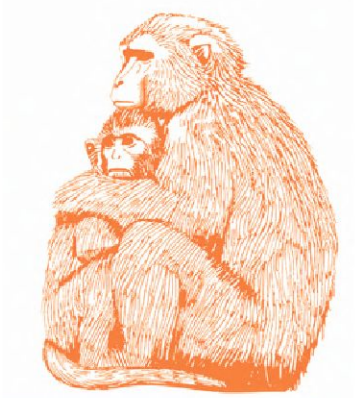
Dès 2013, Hope Ferdowsian et Chong Choe imaginent une extension des protections de la recherche humaine aux autres animaux à partir du rapport Belmont (The Politics of Species, Cambridge University Press).

Tuskegee et la réparation.

De 1932 à 1972, le service de santé publique des États-Unis a laissé sans traitement 399 participants d'une étude menée en Alabama, des hommes noirs atteints de syphilis, après même que la pénicilline fut devenue d'usage courant. En 1974, l'année où la loi crée la commission qui rédigera le rapport Belmont, un règlement à l'amiable de dix millions de dollars intervient, et l'État présente ses excuses en 1997. Un tort reconnu a produit une norme. Pour les animaux utilisés en recherche, aucun mécanisme de réparation n'existe, et aucun scandale n'a produit de texte comparable.

...appliqué *aux autres animaux ?*

En 2020, Hope Ferdowsian et ses collègues montrent que les trois principes de Belmont peuvent (et devraient) s'appliquer aux animaux autres qu'humains, et jugent que rien de moins que des lignes directrices fondées en éthique, comparables à celles de Belmont, ne peut répondre aux incohérences de la recherche sur ces animaux.



Le respect de l'autonomie devient la protection des êtres qui ne peuvent pas consentir de manière libre et éclairée.

La bienfaisance et la non-malfaisance imposent de fixer une limite haute sur les torts infligés et de s'assurer que la recherche est susceptible d'apporter des bénéfices directs ou indirects aux individus impliqués.

La justice interdit de faire porter toute la charge à ceux qui ne recevront aucun bénéfice.

Enfin, la vulnérabilité, qui justifie chez l'humain des protections renforcées, devrait valoir aussi pour les autres animaux.

Hope Ferdowsian préside la Phoenix Zones Initiative et a fait émerger, avec la faculté de droit de la George Washington University, une commission nationale d'éthique de la recherche, privée, dont les membres ont annoncé le 18 février 2026 un rapport présenté comme actualisant Belmont dans un cadre « plus qu'humain » (more-than-human), pour réduire puis éliminer le recours aux animaux.

Une expérimentation animale qui respecte les droits des animaux ?

Dans « Animal Research that Respects Animal Rights » (2022), la philosophe Angela Martin soutient de même que les exigences reconnues pour la recherche sur l'humain pourraient être appliquées aux autres animaux.

Sa position est réformiste, mais appliquée à la xénotransplantation et à la majorité des expérimentations animales actuelles, la plupart de ces exigences, à commencer par le consentement et par un rapport bénéfice-risque favorable *pour le sujet lui-même*, conduisent à stopper ces pratiques.

Le bilan *éthique*



Appliqués à la xénotransplantation, les principes de l'éthique développés dans les pages qui précèdent convergent pour en stopper le développement.

Justice : les cochons supportent toute la charge (vie et mort) pour un bénéfice dont ils sont, par définition, exclus.

Consentement / respect des sujets : un animal autre qu'humain ne peut pas fournir un consentement libre et éclairé, ni se retirer, l'expression de son assentiment ou de son refus est ignorée, et le cadre du laboratoire ne permet pas la représentation des intérêts de chaque animal par un proxy indépendant.

Prise en compte de la vulnérabilité : les situations de vulnérabilité devraient justifier les protections les plus fortes ; les animaux élevés pour la xénotransplantation reçoivent actuellement les plus faibles.

Plafond aux torts causés : tuer un individu pour ses organes dépasse tout plafond concevable.

Même sur le plan utilitariste, la balance est défavorable : les dommages sont certains (élevage en isolement, mise à mort, utilisations de primates dans les phases précliniques…), les bénéfices minces et incertains.

L'asymétrie spéciste devrait être au cœur du débat. En recherche humaine, le code de la santé publique pose que ***« l'intérêt des personnes […] prime toujours les seuls intérêts de la science et de la société ».***

Aucun principe de ce genre ne protège les autres animaux.

La déclaration d'Helsinki va même plus loin en 2024 : *« Une indemnisation et un traitement appropriés doivent être garantis aux participants qui subissent un préjudice du fait de leur participation à une recherche. »* Une réparation qui, là aussi, n'est due qu'aux participants humains.

Aujourd'hui, comme le déplore le politiste Jan Dutkiewicz dans *The New Republic,* l'obsession d'un monde sans mort en attente de greffe a fait disparaître la question morale, au point que le bioéthicien Arthur Caplan affirmait le 13 janvier 2022, au *New York Times*, que « personne » n'était mort de la greffe du cœur de cochon à David Bennett.

Personne, sauf le cochon, et toute la lignée qui a mené à son existence.





Alternatives



La xénotransplantation est présentée comme la réponse au manque d'organes.

L'industriel le plus important écrit pourtant que le système de soins ne saurait que faire d'une offre illimitée, faute de centres et de chirurgiens. De plus, de nombreuses solutions pourraient être développées avant d'envisager la transplantation d'organes de cochons.

Il existe des solutions au manque d'organes.

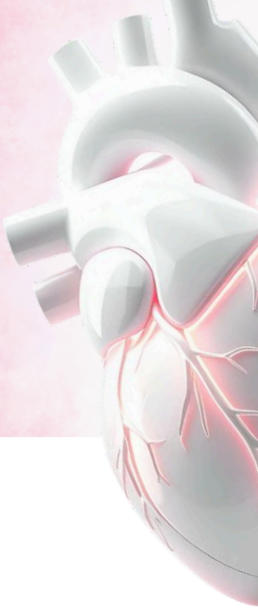
Aux États-Unis, 112 622 organes humains prélevés ont été jetés en dix ans. En France, 90 % jugent important que leurs proches connaissent leur position sur le don, 49 % la leur ont dite, et 62 % croient à tort le prélèvement automatique.

Les alternatives existent, des cœurs artificiels à la bioimpression.

La prévention, elle, se décline de nombreuses manières,

notamment par les dépistages précoces, mais aussi par le travail sur la défavorisation sociale, qui explique une large proportion de l'insuffisance rénale terminale.

Utiliser *des organes artificiels*



Trois pistes avancent :

- **fabriquer des organes artificiels,**
- **récupérer les greffons écartés,**
- **desserrer le rejet immunitaire.**

Les organes artificiels, de Carmat à la bio-impression.

L'idéal serait un organe construit sur mesure, à partir des cellules de la personne receveuse, sans rejet à combattre.

Les *ghost hearts* de Doris Taylor, au Texas Heart Institute, montrent que cette voie peut rester adossée au cochon : les cellules sont celles de la personne receveuse, mais la matrice qu'elles repeuplent est un cœur de cochon décellularisé, que son laboratoire décrit comme un tissu donneur approprié pour un cœur humain.

Le cœur artificiel du français Carmat montre ses limites.

Juillet 2021
Première vente du coeur artificiel comme pont vers une transplantation.

2 décembre 2021
L'entreprise a suspendu d'elle-même les implantations après la mort de deux personnes liée à des défauts de qualité.

Octobre 2022
Reprise des implantations.

Janvier 2026
La société a été liquidée, son activité étant reprise par une structure privée.

Août 2026
Une étude compte 40 survivants à six mois sur les 55 greffes françaises.

Ses quatre valves et toute sa surface au contact du sang sont produites à partir de péricarde bovin.

Au total, **122 personnes** ont été implantées.

La relève pourrait venir des tissus vivants imprimés.

À l'Université Laval au Québec, une équipe moule dans des empreintes imprimées en 3D des *valves cardiaques biocompatibles* faites de cellules humaines et d'un hydrogel d'algues, avec l'espoir qu'elles grandissent avec l'enfant greffé : l'étude publiée n'observe pas encore ce remodelage après quatorze jours. Par ailleurs, son milieu de culture contient du sérum bovin et équin.

D'*autres chercheurs impriment des valves en polymère de synthèse*, et annoncent des essais sur des animaux. Une équipe de Carnegie Mellon a reçu jusqu'à 28,5 millions de dollars de l'ARPA-H pour bio-imprimer un tissu hépatique temporaire, le temps que le foie du patient se régénère.

Ces travaux restent précoces : Laval en est au laboratoire, Carnegie Mellon vise d'ici cinq ans des tests précliniques, donc sur des animaux, et le CCNE juge la bio-impression 3D *« hors de portée à court et moyen terme »*. La piste est réelle, mais aucune échéance n'est proche.

Le coût animal *des organes artificiels*

D'après Johanna Berg et Jens Kurreck, de l'université technique de Berlin, dans ALTEX, les procédures courantes de bio-impression *« utilisent actuellement de nombreux composants animaux cachés »*, et *« la quasi-totalité des études publiées dans ce domaine à ce jour utilisent des cellules cultivées dans des milieux contenant du sérum de veau fœtal »*. Trois composants reviennent : ce sérum, le Matrigel et la gélatine.

1

Le sérum de veau fœtal est, selon le FC3R, *« un sous-produit de l'industrie de la viande et du lait, obtenu lors de la découverte de la gestation d'une vache à l'abattoir ; le sérum sanguin est alors prélevé par ponction cardiaque sur le fœtus. »* La même page donne *« une production mondiale annuelle d'environ 600 000 à 800 000 litres, provenant d'environ 1 à 2 millions de fœtus bovins »*, tous usages confondus. Tilo Weber et ses coauteurs réclament en 2025 le bénéfice du doute pour ces fœtus, faute de consensus scientifique sur leur souffrance pendant et après l'abattage de leur mère. Aucune méthode de mise à mort certifiée ni anesthésie n'est imposée par la loi pour eux. En France, le FC3R promeut l'abandon du sérum fœtal bovin en faveur de produits alternatifs.



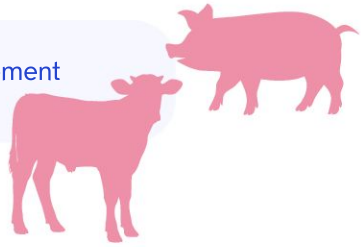
2

Le Matrigel se prélève sur des souris porteuses de tumeurs : à trois semaines, la tumeur pèse *« près de 20 % du poids corporel d'une souris femelle C57BL/6J »* et donne près de six millilitres. Les efforts pour remplacer l'expérimentation animale, écrivent Berg et Kurreck, *« sont contrecarrés par l'usage du Matrigel, récolté sur des tumeurs murines »*.



3

La gélatine, elle, est *« la forme hydrolysée du collagène »*, donc « habituellement d'origine porcine ou bovine ».



Des alternatives sans animaux.

Une partie des bio-encres n'implique pas d'animaux. L'alginate, extrait d'algues brunes, est « l'un des matériaux non-animaux les plus répandus et les mieux adaptés à la bio-impression 3D ». Berg et Kurreck listent trois alternatives aux produits d'origine animale : des milieux sans sérum de veau fœtal, des bio-encres de synthèse ou végétales, des matériaux d'origine humaine.

Quant au péricarde bovin des valves de Carmat, il a un substitut à l'essai, les valves en polymère de synthèse (évoquées ci-contre), testées sur des animaux. Et la matrice de cœur de cochon décellularisé a pour équivalent une matrice humaine.

Ce qui retient le passage en clinique tient à des critères de stérilité et de biosécurité, le retrait des cellules réduisant fortement le risque de rejet.

Récupérer
les greffons écartés

Selon Jasmine Gunkel et Franklin G. Miller, deux auteurs américains, deux leviers sont à mobiliser pour faire face à la crise des organes :

- réduire le besoin d'organes, via des actions de prévention des défaillances,
- augmenter la disponibilité des organes, notamment en améliorant le don d'organes et en greffant tous les organes prélevés.

Plus de 112 000 organes humains ont été prélevés puis jetés en dix ans aux États-Unis, d'après un article de Nature Communications. Pour la seule année 2023, *« 18 527 organes ont été prélevés mais non transplantés »*. On est passé de 13,8 % des organes prélevés en 2012 à 19,4 % en 2023.



Près d'un organe prélevé sur cinq n'est donc pas greffé, dans le pays qui encourage le plus la xénogreffe. Les causes sont multiples, notamment les pertes dans les transports et les défauts présumés de qualité (alors que les organes concernés restent probablement de meilleure qualité qu'un greffon porcin).

En France, le CCNE désigne un second gisement potentiel : le prélèvement après arrêt circulatoire contrôlé représente seulement 17 % des donneurs décédés prélevés en France, contre plus de 50 % en Espagne.



Reconditionner et préserver les greffons.



Les machines de perfusion maintiennent l'organe en fonction hors du corps, le temps de l'évaluer et parfois de le réparer.

L'essai britannique VITTAL l'a mesuré : sur **31 foies rejetés** par tous les centres, **22 (71 %)** ont retrouvé une viabilité suffisante pour être greffés, avec 100 % de survie à 90 jours ; **quatre receveurs (18 %)** ont ensuite eu une complication biliaire imposant une nouvelle greffe (contre **2 %** dans le groupe témoin) et la dysfonction précoce du greffon a touché **32 %** des receveurs (contre **9 %**). La méthode récupère donc des greffons, mais implique des complications.

En France, une plateforme de l'AP-HP applique le même principe aux foies, récusés au-delà de 30 % de graisse alors qu'ils sont souvent refusés.

Le coût animal et ses alternatives.

L'héparine des circuits de perfusion sort des intestins de cochons tués pour la viande (près d'un milliard par an dans le monde pour une centaine de tonnes), alors qu'une héparine sans animaux aux propriétés proches de l'héparine de référence a été synthétisée en 2024.

Le colloïde de la perfusion rénale expérimentale est bovin et celui qui amorce la perfusion hépatique est d'origine mammifère (contre-indiqué en cas d'allergie à l'alpha-Gal, ce sucre que l'édition génétique efface chez les cochons de greffe). L'étiquetage américain prescrit depuis l'albumine humaine.



Favoriser
la tolérance immunitaire

Une greffe impose aujourd'hui un traitement antirejet à vie, lourd et coûteux.

La voie la plus avancée pour alléger cette contrainte est la greffe de cellules souches du donneur en même temps que l'organe.

Trois essais ont visé l'arrêt du traitement immunosuppresseur.

- Deux l'ont obtenu sans rejet, au prix d'un *« conditionnement cytoréducteur lourd »*, un traitement qui détruit une partie des cellules immunitaires du receveur pour faire place à celles du donneur.
- **L'essai de phase 3 MDR-101** a porté sur 30 receveurs d'un rein donné par un frère ou une sœur pleinement compatible, dans 19 centres nord-américains, 20 traités et 10 témoins. Parmi les traités, un seul n'a pas pu être sevré de tout immunosuppresseur au bout d'un an, et quinze l'étaient encore deux ans plus tard, tandis que quatre ont dû reprendre le traitement, dont deux pour un rejet. Au final, seule une fraction des malades reçoit un rein pleinement compatible. La méthode en reste au stade de la preuve de concept.

Les deux commentateurs de l'essai MDR-101 ajoutent cependant que les receveurs *« font état d'une meilleure qualité de vie que les patients maintenus sous traitement immunosuppresseur standard »*, et qu'une part de cette amélioration *« pourrait être liée à un moindre nombre d'infections virales classiques (cytomégalovirus, polyomavirus BK) »*.

Ces recherches sur la tolérance ont aussi un coût animal : la globuline antithymocyte, utilisée pour le traitement du rejet aigu, est obtenue en immunisant des lapins avec des cellules humaines. Ces lapins ne servent pas seulement au développement initial du médicament : ils sont immunisés et saignés à chaque lot produit, et des colonies sont entretenues pour cela. Le sérum antilymphocytaire équin ATGAM suit le même procédé.



Le transporteur d'oxygène Hemopure, utilisé dans les machines de perfusion, est fait d'hémoglobine bovine polymérisée, alors que les émulsions de perfluorocarbures, entièrement synthétiques, sont évaluées pour le même usage.

La globuline antithymocyte est le contre-exemple : les monoclonaux qui la concurrencent en induction sortent de lignées de myélome de souris ou d'ovaire de hamster. Ici, les lignées cellulaires impliquent beaucoup moins de souffrance animale, mais aucun substitut sans animal n'est disponible pour l'instant.

Mais souvent la dépendance tient à la pratique plutôt qu'à la disponibilité des alternatives.

Développer
le don d'organes

En 2025, les équipes françaises ont réalisé 6 148 greffes d'organes, le niveau le plus élevé jamais atteint, dépassant pour la première fois les 6 120 de 2017.

Le compte n'y est pas pour autant :

23 294 malades
inscrits en liste d'attente au 1er janvier 2026

→

dont 11 642
immédiatement greffables

En 2025, **966 personnes** inscrites étaient mortes avant d'avoir pu être greffées.

Le Comité consultatif national d'éthique le reconnaît dans son avis 152 du 15 septembre 2026 :

« [Les patients sont] exposés à des pertes de chances croissantes, alors que l'ensemble des leviers susceptibles de mieux répondre à leurs besoins n'est pas pleinement mobilisé ».

Comment développer la greffe ?

Le prélèvement sur donneur décédé reste la voie principale. En 2025, sur 3 188 donneurs potentiels recensés en état de mort encéphalique, 1 590 ont été prélevés, soit un sur deux. **Le prélèvement après arrêt circulatoire contrôlé** progresse dans 65 centres autorisés : 854 patients recensés, 321 prélevés.



Le don du vivant, très répandu dans le nord de l'Europe, a permis 614 greffes, dont 603 rénales, soit 15,6 % des greffes de rein quand le plan ministériel visait 20 %.

En matière de don du vivant, la France présente un taux encore modeste de greffes réussies, avec 8,1 par million d'habitants en 2023 selon le registre européen ERA, contre 12,2 en Angleterre, 15 au Danemark, 23,7 en Catalogne et 28,1 aux Pays-Bas. Les marges de progression sont donc encore fortes, et un objectif d'augmentation d'au moins 50 % est accessible, en prenant appui sur les résultats des régions présentant les taux les plus élevés.

Rémunérer les dons d'organes ?

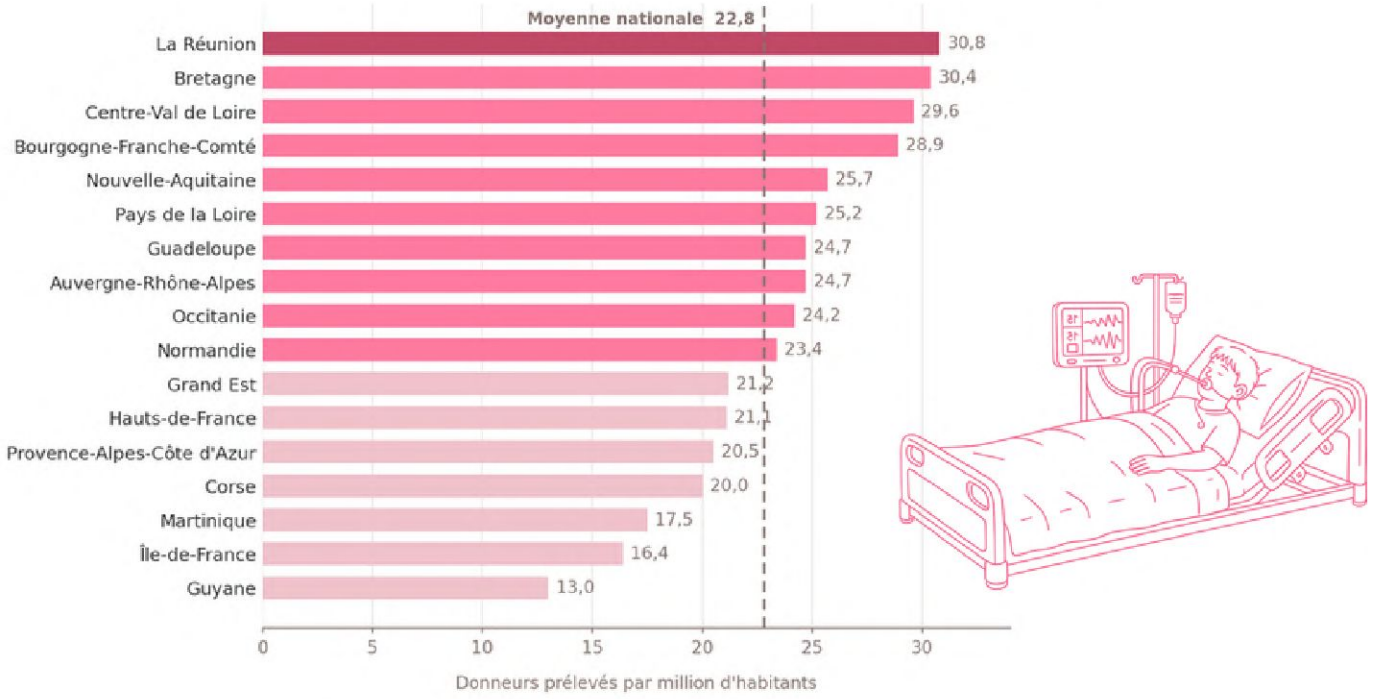
La suggestion est faite à intervalles réguliers. Après la première xénotransplantation de rein, le journaliste Dylan Matthews, lui-même donneur d'un rein, proposait dans Vox de rémunérer les donneurs, en citant l'Iran, seul pays où les donneurs humains suffisent. Le droit français fait du don un acte gratuit, et le comité européen de transplantation d'organes du Conseil de l'Europe promeut la non-commercialisation du don. Une *analyse d'éthique médicale* souligne que rémunérer le don d'un organe pèserait sur les personnes pauvres, l'option devenant une attente sociale et légale, au point qu'on pourrait reprocher à une personne endettée de ne pas avoir vendu son rein.

Une cible réaliste *de développement*

Il faudrait de l'ordre de 6 000 greffes rénales par an pour stopper l'augmentation de la file d'attente et commencer à la résorber, comme l'Espagne a pu le faire grâce à une politique volontariste de long terme. Les données 2025 vont dans le bon sens, avec **3 867** greffes rénales et une hausse de 3 %, mais on est encore loin du compte.

Le taux de prélèvement sur donneur en mort encéphalique varie du simple au double selon les régions : le taux de donneurs prélevés par million d'habitants en 2024 va de 13,0 en Guyane à 30,8 à La Réunion, pour une moyenne nationale de 22,8.

Prélèvements sur donneurs en état de mort encéphalique, par région



L'alignement de toutes les régions sur le meilleur taux, qui ferait passer la moyenne de 22,8 à 30,8, porterait le nombre de donneurs prélevés de 1 544 en 2024 à environ 2 085, soit de l'ordre de 1 000 reins greffés supplémentaires par an.

En matière de donneurs décédés après arrêt circulatoire contrôlé, le potentiel est plus important encore : les quelque 300 donneurs prélevés par an pourraient être triplés en augmentant le nombre de centres autorisés (65 en 2025), et en simplifiant les autorisations.

Des propositions *concrètes*

Il est nécessaire :

- d'améliorer les organisations hospitalières (notamment pour éviter les situations d'arrêt de procédure pour cause logistique : indisponibilité du bloc opératoire et/ ou des équipes chirurgicales),
- de renforcer les moyens des coordinations de prélèvements d'organes et de greffes,
- d'arriver à inverser la tendance à la hausse du taux d'opposition des proches.

Le taux d'opposition a en effet augmenté ces dernières années. L'Agence de la Biomédecine le qualifiait déjà d'inédit à **36,4 %** en 2024 (et jusqu'à **53,5 %** en Île-de-France), alors qu'il était d'environ 30 % entre 2017 et 2020. Et il a atteint **37,1 %** en 2025. Le taux d'opposition est également élevé (**42,5%**) pour les donneurs décédés après arrêt circulatoire suite à une limitation ou un arrêt des thérapeutiques.

Pourtant, près de trois quarts des Français se disent favorables au don (**74 %**, taux stable depuis dix ans). Le consentement au don est présumé en France, mais l'équipe médicale consulte les proches au moment du décès pour déterminer la position qu'avait le défunt à propos du don de ses organes (à moins qu'il ait déjà manifesté son refus par inscription sur le registre national des refus).

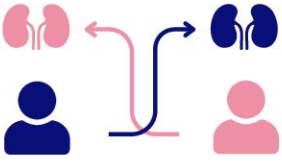


Pour viser une réduction du nombre de refus, il s'agit :

- *d'une part d'inciter chacun à faire connaître sa position de son vivant,*
- *et d'autre part de développer l'information et la formation de l'ensemble des professionnels impliqués…*

Quant au nombre de greffons perdus, quelques calculs réalisés à partir des données de l'Agence de la Biomédecine permettent de l'estimer : les **1 911 donneurs décédés** prélevés en 2025 (1 590 en mort encéphalique, 321 après arrêt circulatoire) ont donné lieu à **5 534 greffes**, soit près de trois greffes par donneur (alors que le « potentiel » est le double : poumons, reins, foie, pancréas, et cœur pour les morts encéphaliques). Les causes médicales (tumeurs, infections virales …) sont la principale raison de refus d'un organe, mais les critères retenus pour caractériser la qualité des greffons sont aussi en cause.

Parallèlement, pour le rein, **le développement du don vivant est possible au vu des écarts observés entre régions en France**. Il s'agit d'en faire un objectif prioritaire, ce qui demande entre autres de garantir la neutralité financière du don et la protection du donneur : le donneur ne doit supporter aucune avance de frais, aucune perte de revenus ni aucune dépense liée à son suivi médical.



Le don croisé mérite aussi d'être développé : quand une personne veut donner un rein à un proche sans être compatible avec lui, deux paires incompatibles peuvent échanger leurs donneurs dans certaines conditions.

Un écart persistant
entre l'intention et l'acte

Le dossier de presse du bilan 2025 et du baromètre 2026 de l'Agence de la biomédecine écrit que :

« 90 % des Français pensent qu'il est important que leurs proches connaissent leur position sur le don d'organes et de tissus ; mais seulement 49 % des Français ont fait part de leur position à leur entourage. »

Le taux de refus s'explique par le fait que la famille qui ignore la volonté du défunt dit souvent non. Près de deux tiers des citoyens se trompent sur le fonctionnement de la loi.

« 62 % des Français pensent que le prélèvement est automatique en l'absence d'inscription sur le registre national des refus, alors que les proches sont toujours consultés. »

Tant que l'on croit le prélèvement automatique, on n'a aucune raison d'en parler à ses proches. La méconnaissance de la loi produit le silence, et le silence produit le refus.

Le levier est donc celui de l'information. La Cour des comptes relevait en 2024 que le taux d'opposition dépasse **30 %** depuis vingt ans, qu'il est sous-estimé d'environ sept points parce qu'il compte aussi des non-prélèvements pour contre-indication médicale, et que le registre national des refus n'est plus mentionné dans les campagnes de l'Agence. Elle juge que l'Agence pourrait faire mieux à moyens égaux. Ce levier ne demande ni cochon transgénique, ni immunosuppression nouvelle, ni autorisation d'essai clinique, seulement que chacun dise à sa famille ce qu'il veut.

Concrètement, l'Agence l'actionne une fois par an : le 22 juin, journée nationale de réflexion sur le don d'organes, elle lance une campagne, *« Peu importe comment, l'important c'est de le dire »* en 2026, à la télévision, à la radio et sur les réseaux sociaux. Mais l'effort se heurte à plus fort que lui : l'Agence relève que :

« En 2024 et 2025, la désinformation sur les réseaux sociaux a conduit à des dizaines de milliers d'inscriptions infondées sur le Registre national des refus ».

Marine Jeantet, dans le bilan 2024, après avoir rappelé l'adhésion déclarée des Français au don, indique :
« Aujourd'hui, le recensement des donneurs, l'abord des proches, la coordination du don à la greffe, sont encore des activités médicales trop peu reconnues. »

Une « pénurie » d'organes ?

Le mot doit être manié avec prudence. Comme l'a rappelé Florence Burgat aux États généraux de la bioéthique en avril 2026, une part de la baisse du nombre de donneurs tient à de bonnes nouvelles : ceinture, casque et sièges enfants ont fait reculer les morts accidentelles qui alimentaient en partie les prélèvements.

Prévenir *en amont*

La meilleure greffe est celle dont on n'a pas besoin. Pascal Vouhé, chirurgien par ailleurs favorable aux xénotransplantations, reconnaissait dans son plaidoyer de mars 2022 que développer la médecine préventive serait *« un moyen très efficace »* de réduire le déséquilibre entre receveurs et donneurs, en diminuant le nombre de personnes en défaillance d'organe terminale.

En réalité, aujourd'hui, le soin prime sur la prévention. Aux États-Unis, L. Syd M Johnson, spécialiste de bioéthique, rappelle que soigner l'hypertension, le diabète et les maladies cardiaques prévient une partie des défaillances d'organes. La France donne accès à ces soins, mais dépense pour traiter plutôt que pour prévenir. L'Assurance maladie consacre **4,5 milliards d'euros** par an à l'insuffisance rénale terminale, et l'Igas relevait en juin 2026 que la prévention de la maladie rénale chronique ne semble pas encore être une priorité nationale partagée par tous les acteurs. Ce rapport plaide pour organiser et renforcer le dépistage et la coordination du parcours de soins.

D'après Krebs et ses coauteurs en 2025, David Bennett (premier receveur d'un cœur de cochon) est directement concerné : son hypertension, sa cardiomyopathie et son insuffisance cardiaque terminale étaient évitables à condition d'une prise en charge plus précoce. L'expérience qui a fondé le champ a donc porté sur un malade que des actions de prévention auraient pu épargner.

Deux réserves : ces auteurs écrivent contre la xénotransplantation, et leur jugement porte sur un dossier clinique individuel qu'ils n'ont pas directement traité. Et prévenir ne se décrète pas : changer ses habitudes de vie est difficile pour de nombreuses raisons.

Trois niveaux de prévention

La prévention *primaire* empêche la maladie d'apparaître, en agissant sur ses causes : alimentation, tabac, alcool, pollution, conditions de vie.

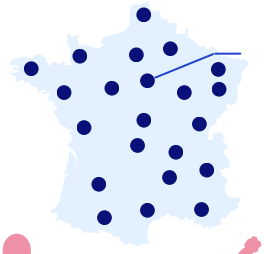
La prévention *secondaire* détecte la maladie assez tôt pour en freiner le cours, par le dépistage.
La première des sept propositions du CCNE sur le don d'organes, dans son avis 152 du 15 septembre 2026, va dans ce sens : faire de la prévention des pathologies conduisant à la greffe une priorité de santé publique. Il détaille des leviers disponibles, centrés sur le dépistage de la maladie rénale chronique, afin de « réduire le nombre de patients atteignant le stade d'insuffisance rénale terminale et donc les besoins de dialyse et de transplantation ».

La prévention *tertiaire* limite les complications d'une maladie installée, et a par exemple pour objectif de retarder le passage en dialyse ou en greffe d'une personne atteinte d'une insuffisance rénale chronique.

Les causes
que l'on pourrait traiter

Deux facteurs favorisant la défaillance d'organes sont connus, chiffrés, et absents du débat sur les xénogreffes.

Les inégalités sociales sont le premier prédicteur de l'insuffisance rénale au stade de suppléance. La France le mesure sur son registre. Une étude nationale publiée en 2025 a suivi, sur le registre REIN, 102 226 cas incidents d'insuffisance rénale terminale dans les 34 830 communes de France métropolitaine, de 2012 à 2021.



REIN

34 830 communes
102 226 cas d'insuffisance rénale terminale
2012-2021

34,7%

La **défavorisation sociale** explique à elle seule 34,7 % de la variabilité géographique de l'incidence.

3,5%

La prévalence du **diabète** n'en explique que 3,5 %.

2,5%

L'**accès aux soins**.

1,6%

La **pollution de l'air**.

L'effet de la défavorisation n'est lié au diabète que pour **15,3 %**. Les auteurs ne tranchent pas les autres voies : l'indice agrège niveau d'études, littératie en santé, revenus, moindre recours aux soins préventifs et habitudes de vie. Ils constatent que la couverture maladie universelle réduit ces écarts sans les effacer.

À plus longue échéance, la prévention passe également par la régulation des industries nocives pour la santé publique : sucre, tabac, alcool, viande, pétrole. Plusieurs d'entre elles financent et orientent la recherche pour protéger leurs produits et détourner l'attention des acteurs de la prévention. Dès les années 1960, l'industrie du sucre a financé des travaux rejetant la faute sur les graisses plutôt que sur le sucre. Coca-Cola a payé un réseau de chercheurs chargé de *« changer la conversation »* sur l'obésité en la ramenant à la balance énergétique, donc à l'exercice plutôt qu'à l'alimentation, et l'industrie de l'alcool entretient une littérature parallèle pour contredire les stratégies de prévention de l'OMS. C'est le procédé historique de l'industrie du tabac, décliné plus tard par les énergies fossiles sur le climat.

Le CCNE, dans son avis 152 du 15 septembre 2026, range ces causes du côté des facteurs de risque individuels : hypertension, diabète, obésité, sédentarité, tabagisme, alcool. La réduction des inégalités sociales n'y est pas abordée, alors qu'elle offre un levier d'action intéressant.

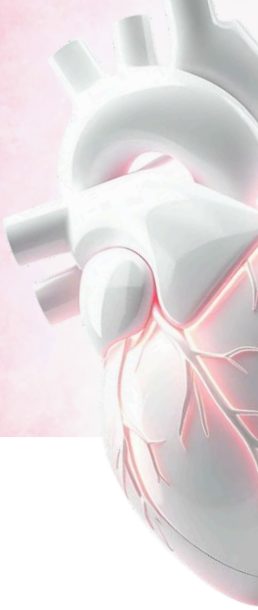
La CENH suisse va plus loin. Si les défaillances d'organes tiennent surtout aux conditions de vie, et que les malades ne peuvent pas y échapper, la xénogreffe pourrait devenir indispensable. Elle la qualifie alors de « technosolution » : un moyen technique de combattre les symptômes en laissant la cause en place, et rappelle un « devoir général de combattre les causes ».

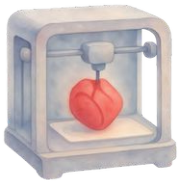
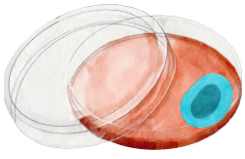
La prévention, elle, n'a pas d'industrie pour la financer.

L'ironie du cochon.

Le Centre international de recherche sur le cancer, agence de l'Organisation mondiale de la santé, classe depuis 2015 la viande transformée comme cancérogène pour l'humain : chaque portion quotidienne de 50 grammes accroît de 18 % le risque de cancer colorectal. Du côté du rein, la cohorte *ARIC* donne un risque supérieur de 23 % d'insuffisance rénale chronique pour le cinquième de la population qui consomme le plus de viande rouge et transformée. On élève donc des cochons pour réparer des organes que la consommation de cochons participe à abîmer.

Tableau *de synthèse*



Approche	Coût économique
 **Xénotransplantation** (cochon génétiquement modifié)	**Très élevé** installations stériles, édition génétique, immunosuppression à vie, biosécurité
 **Optimisation du don** (réduire le taux de refus, développer le don vivant)	**Modéré** information du public, formation des équipes, coordinateurs hospitaliers dédiés
 **Prévention** des défaillances d'organes	**Faible à modéré** mesures les plus efficientes à quelques centimes par habitant et par an (OMS), et rapport coût-bénéfice « particulièrement favorable » (CCNE)
 **Organes artificiels / bio-impressions 3D**	**R&D élevée** potentiellement sans filière animale ni immunosuppression à vie
 **Préservation & tolérance immunitaire**	**Modéré** machines de perfusion des greffons

Le coût humain en qualité de vie n'est pas mesuré option par option, aucune étude n'ayant comparé ces options sur ce critère.



Efficacité & durabilité	Coût animal	Maturité
Non démontrée aucun greffon durable chez un receveur vivant, record se chiffrant en mois	**Massif** cochons élevés puis tués, primates des essais précliniques	**Expérimental** (premiers essais cliniques en 2025)
Élevée et immédiate survie d'un rein humain de 12 à 20 ans	**Aucun animal** élevé pour cette option. L'héparine porcine du prélèvement reste un intrant de fabrication	**Opérationnel**
Diminue en amont le recours à la greffe	**Nul**	**Disponible** mais sous-financé
Taux de survie prometteur bio-impression encore émergente	**Nul en principe,** produits animaux dans la pratique courante : FCS, Matrigel, gélatine	**Émergent**
Rend transplantables des organes écartés	Héparine porcine, albumine et hémoglobine bovines ; lapins immunisés	Perfusion du rein en routine, perfusion du foie en déploiement ; tolérance en recherche

Conclusion
& *recommandations*



Aucune option n’est parfaite.

Les coûts s’apprécient par comparaison les uns aux autres. Plusieurs sont plus mûres et moins coûteuses, et leur coût animal reste sans commune mesure avec l’élevage et la mise à mort de centaines de cochons.

Financer la seule option qui suppose d’élever et de tuer des individus sentients pour leur prélever un organe est un choix que rien n’impose.

Conclusion

En 2003, le rapport du groupe de travail du Conseil de l'Europe concluait que l'acceptabilité de la xénotransplantation dépendait d'une évaluation complète de ses coûts et de ses bénéfices, les coûts incluant l'impact total sur les animaux non-humains, que le grand public perçoit mal. Il ajoutait que cette évaluation devait être sans cesse révisée, à mesure que la situation évolue, plutôt que de rester une étude isolée.

Vingt-trois ans plus tard, on peut reprendre cet examen.

Côté résultats : quelques reins de cochon qui fonctionnent deux à trois jours sur des corps en mort cérébrale. Des greffes cardiaques et rénales sur des patients vivants dont la survie se compte en semaines ou en mois. Un premier greffé cardiaque est mort avec un virus porcin dans le cœur, qui aurait pu se diffuser dans la population.

Côté coûts : un nombre d'animaux que personne ne parvient à établir, faute de publication. Derrière chaque cochon donneur se cachent les nombreux embryons clonés, les truies porteuses, les ratés du clonage (dont le rendement dépasse rarement quelques pour cent, avec une forte mortalité à la naissance et dans les jours qui suivent) et les animaux écartés au tri sanitaire, sans compter les primates des tests précliniques. Il n'y a donc pas un cochon pour un humain.

Dans la perspective annoncée par le directeur du NYU Langone Transplant Institute, un patient passerait par des xénogreffes et des allogreffes tout au long de sa vie, ce qui impliquerait d'emblée plusieurs cochons. Ces cochons subissent des conditions de détention plus dures encore que l'ordinaire de l'expérimentation animale : un clonage dont les ratés produisent des malformations et une mortalité néonatale qui atteint 57 % dans certaines cohortes, ainsi que des chirurgies invasives, sans parler des risques sanitaires toujours non maîtrisés.

Dans ce contexte, alors que des alternatives prometteuses et sans risque collectif se développent, continuer d'engager des sommes considérables dans la xénotransplantation ressemble à **un biais des coûts irrécupérables** : celui des équipes et des entreprises (Revivicor, eGenesis, United Therapeutics) qui y ont déjà tant engagé qu'il devient difficile de renoncer. La balance penche d'un seul côté : des bénéfices humains hypothétiques et lointains, des coûts animaux certains et immédiats, et un risque collectif inédit.

Va-t-on vraiment construire une filière économique sur le corps d'individus sentients plutôt que d'investir dans ce qui sauverait davantage de vies, plus vite, en créant beaucoup moins de souffrance et aucune nouvelle injustice ?

Les recommandations *de l'Observatoire de l'Expérimentation Animale*

1 Reconnaître et chiffrer le coût animal,

direct et indirect, dans toute évaluation éthique et réglementaire de la xénotransplantation. Le rapport du Conseil de l'Europe le demandait déjà en 2003 : peser les coûts réels pour les animaux, en regard d'un réexamen critique de ce qui a été effectivement obtenu.

2 Rendre compte des financements publics engagés

en France et en Europe. Pour chaque projet doté de fonds publics : les montants obtenus, les bénéficiaires, les résultats, le coût animal, et la confrontation des objectifs annoncés à ce qui a été atteint.

3 Appliquer un principe de précaution face au risque zoonotique.

Le risque est collectif autant qu'individuel, et l'industriel qui mène le premier essai clinique engage lui-même ses participants à une surveillance des infections zoonotiques pour le reste de leur vie.

4 Orienter les financements vers les alternatives à meilleur rapport coût-bénéfice,

en commençant par celles qui n'élèvent ni ne tuent aucun animal pour son organe : réduction du taux d'opposition au don, récupération des greffons écartés, développement du don du vivant, politique de prévention des défaillances d'organes.

5 Ouvrir un débat démocratique qui traite en profondeur la question de l'éthique animale,

plutôt qu'un débat cantonné à la seule acceptabilité par le public, et qui s'appuie sur des données publiées et sur l'analyse des spécialistes (notamment en éthique) plutôt que sur les annonces des acteurs.

6 Mettre fin à l'asymétrie spéciste de la loi de bioéthique.

La recherche sur l'embryon humain est soumise à autorisation de l'Agence de la biomédecine, alors que l'insertion de cellules humaines dans un embryon animal relève d'une simple déclaration. Et le principe qui fait primer l'intérêt des personnes sur les seuls intérêts de la science et de la société n'a aucun équivalent pour les autres animaux. Il faut à la recherche sur les animaux autres qu'humains des principes premiers, comme le rapport Belmont en a donné à la recherche sur les personnes humaines.