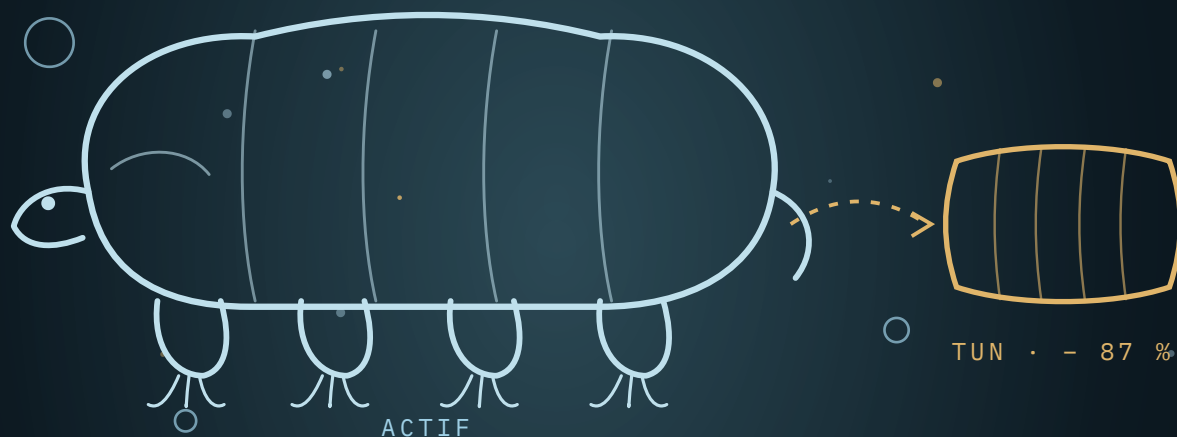




Le tardigrade : la survie par le retrait

Elias Sorel

 ORCID 0009-0003-7980-9944

*cryptobiose et stase morphologique, une lecture par le déplacement de la pression
sélective*

RETRAIT

FORME

PRESSION

« Ce n'est pas parti. C'est endormi. »

E. Sorel, Metaphysical Stones, 2026

TEXTE V2 · 21/10/2026 · PREMIÈRE VERSION DÉPOSÉE LE 23/09/2026
DOI.ORG/10.5281/ZENODO.22920277

SOMMAIRE

Seuil	3
THÈSE une question	3
ANTITHÈSE ce que le chiffre montre	3
SYNTHÈSE la méthode, les marques, la thèse	3
I THÈSE Le retrait	4
§0 L'état	4
§1 THÈSE le retrait est un geste	4
§2 ANTITHÈSE ce qui tient l'intérieur	5
§3 SYNTHÈSE ralentir plutôt que résister	7
§4 Le mur de la mesure	8
II ANTITHÈSE La forme qui ne bouge pas	9
§0 L'ancienneté	9
§1 THÈSE adapté n'est pas évolué	9
§2 ANTITHÈSE le génome, lui, a bougé	10
§3 SYNTHÈSE la stase est dans la forme, pas dans le génome	10
§4 Le mur du registre	11
III SYNTHÈSE La pression déplacée	11
§0 L'hypothèse en trois temps	11
§1 THÈSE ce que le retrait use	12
§2 ANTITHÈSE les objections, décryptées	13
§3 SYNTHÈSE un motif à trois échelles	15
§4 Le mur du test	15
La chute	16
THÈSE ce qui existe déjà	16
ANTITHÈSE ce qu'un premier contraste ne prouve pas	16
SYNTHÈSE le contraste du contraste	16
Le bord	18
Références	19
✦ Après le générique	22

Seuil

THÈSE une question

On raconte le tardigrade comme le champion de la survie. Une bête le plus souvent plus petite qu'un millimètre, qui traverse le sec, le froid, le vide, les rayons, et qui revient. Le récit tient en un mot : il résiste.

Et s'il ne résistait pas, mais se retirait ?

ANTITHÈSE ce que le chiffre montre

Ramazzottius varieornatus, actif, dans l'eau, meurt à moitié vers 37 degrés : la température qui tue 50 % des individus en 24 heures est de 37,1 °C, et de 37,6 °C après acclimatation. Le même animal, desséché, sur la même durée de 24 heures, ne perd la moitié des siens qu'à 63,1 °C : 26 degrés d'écart (Neves et al., 2020). Sur 1 heure d'exposition, le seuil sec monte à 82,7 °C ; sur 1 semaine de chaleur, il descend à 56 °C (Neves et al., 2020 ; Neves, Stuart et Møbjerg, 2020). Sur 6 espèces comparées, la dessiccation relève la tenue à la chaleur chez 5 ; la sixième ne survit à aucune des chaleurs testées une fois sèche. Les auteurs lisent cette tenue comme un sous-produit de la capacité à sécher (Loeffelholz et al., 2024).

LA MÊME BÊTE, DEUX ÉTATS

37,1 °C

actif : la moitié meurt
en 24 h

Neves et al., 2020

63,1 °C

desséché : la moitié
meurt en 24 h

Neves et al., 2020

82,7 °C

desséché : la moitié
meurt en 1 h

Neves et al., 2020

5 sur 6

espèces dont le sec
relève la tenue à la
chaleur

Loeffelholz et al.,
2024

Face à la chaleur, actif, le tardigrade est une bête fragile. Ce qui traverse la chaleur, ce n'est pas lui tel qu'il vit. C'est lui retiré. Les rayons font exception, et l'exception compte : elle est décryptée plus bas (I §2 et §3).

SYNTHÈSE la méthode, les marques, la thèse

Ce document ne revendique aucune donnée nouvelle. Il part de faits publiés, chacun avec sa source, et propose une articulation entre eux. 4 marques traversent le texte, tenues séparées.

ÉTABLI. Ce que dit la littérature revue par les pairs, avec sa source.

DÉBATTU. Ce qui est discuté dans la littérature, ou publié en préprint.

LECTURE. Mon interprétation, assumée comme non démontrée.

À SOUMETTRE. Les questions que je porterais à un spécialiste.

La thèse tient en une phrase. La cryptobiose ne supprime pas la pression de la sélection, elle la déplace : de la forme visible vers un système caché, la capacité à s'absenter et à revenir. La stase de la forme et l'intensité de la sélection sur la mise en pause seraient les deux faces d'un même processus.

I

THÈSE

Le retrait

§0 L'état

ÉTABLI. Face au sec, au froid ou au sel, le tardigrade entre dans un état de vie suspendue, réversible : la cryptobiose. Desséché, il prend la forme d'un tonneau, le tun. Il perd plus de 95 % de son eau, libre et liée, et cet état est possible à tous les stades de la vie, de l'œuf à l'adulte (Bertolani et al., 2004). Le métabolisme s'y arrête de façon réversible, et reprend à la réhydratation (Møbjerg et Neves, 2021).

LE TONNEAU ♦

> 95 %

de l'eau du corps perdue, libre et liée

Bertolani et al., 2004

– 87 %

de volume du corps entre l'état actif et le tun

Halberg, Jørgensen et Møbjerg, 2013

30,5 ans

dans une mousse congelée à –20 °C, puis retour et reproduction

Tsujimoto, Imura et Kanda, 2016

§1 **THÈSE** le retrait est un geste

ÉTABLI. Le tun ne s'effondre pas, il se fabrique. Chez *Richtersius coronifer*, le volume du corps baisse de 87 % entre l'état actif et le tonneau. Bloquer la production d'énergie des mitochondries empêche de survivre au sec ; découpler les mitochondries abolit la formation du tun ; inhiber la musculature empêche de former des tuns viables. La forme du tonneau est une réorganisation conduite par les muscles (Halberg, Jørgensen et Møbjerg, 2013).

ÉTABLI. Le geste a un déclencheur. Chez *Hypsibius exemplaris*, l'entrée en tun dépend d'une oxydation réversible de la cystéine, portée par une libération d'espèces réactives de l'oxygène dans la cellule ; éteindre ce signal par des antioxydants empêche les animaux de survivre au stress osmotique (Smythers et al., 2024). L'entrée en tun sous l'effet du sel ou du sucre ne demande pas d'expression génique nouvelle, et les espèces réactives de l'oxygène qui la règlent viennent des mitochondries : les bloquer ralentit fortement la formation du tonneau, et freiner l'oxydase alternative de la chaîne respiratoire l'accélère (Stair et al., 2025).

ÉTABLI. L'eau expulsée est réglée. Les tuns formés au saccharose et au chlorure de calcium n'ont pas la même forme, et la quantité d'eau perdue dépend du stresser, pas de sa concentration (Flinn et al., 2024).

DÉBATTU. Un préprint de 2026 rapporte qu'*H. exemplaris* survit à l'hypergravité d'une ultracentrifugeuse : 78 % de survie après 30 minutes à 675 000 g, et environ la moitié des animaux actifs après 10 minutes à 1 000 000 g, là où les 50 nématodes *C. elegans* testés meurent tous. Une seconde source d'espèces réactives de l'oxygène, la NADPH oxydase, y serait nécessaire (Kirk et al., 2026). Le résultat attend sa publication.

LECTURE. Le mot « résister » décrit mal ce qui se passe. La bête perçoit le manque, envoie un signal, mobilise de l'énergie, contracte ses muscles et règle la quantité d'eau qu'elle rend. Le retrait se fait, il ne se subit pas.

§2 **ANTITHÈSE** ce qui tient l'intérieur

ÉTABLI. Le sucre tréhalose est le protecteur classique de nombreux organismes qui survivent au sec. Chez les tardigrades, sa présence varie selon les lignées : il s'accumule chez certaines espèces, il est indétectable chez *Milnesium tardigradum*, il ne bouge pas chez les hétérotardigrades étudiés (Hengherr et al., 2008).

ÉTABLI. Chez les eutardigrades, le cœur du système est une famille de protéines désordonnées, les CAHS, nécessaires à la tolérance au sec dans l'animal et suffisantes pour l'améliorer dans la levure et la bactérie. En séchant, elles forment un solide amorphe, un verre (Boothby et al., 2017). En perdant leur eau, elles s'assemblent aussi en fibres, et les auteurs suggèrent qu'elles font passer le cytosol de l'état liquide à l'état de gel (Yagi-Utsunomiya et al., 2021). Parmi 336 protéines qui se condensent de façon réversible dans des conditions qui miment la déshydratation, les CAHS sont très représentées ; elles se polymérisent en filaments proches du cytosquelette et rigidifient la cellule, de façon réversible (Tanaka et al., 2022). La première structure de leurs fibrilles est publiée : chez CAHS-8, une hélice unique de 101 résidus, assemblée en dimère sur 90 acides aminés (Malki et al., 2026).

336

protéines qui se condensent réversiblement au séchage, CAHS en tête

Tanaka et al., 2022

IOI

résidus dans l'hélice d'une fibrille de CAHS-8

Malki et al., 2026

90

acides aminés dans le dimère en superhélice

Malki et al., 2026

DÉBATTU. Ce qui protège vraiment est discuté. Une lettre de 2021 propose de reconsidérer l'hypothèse de la transition vitreuse (Arakawa et Numata, 2021). L'année suivante, CAHS D, une protéine LEA du moucheron et des protéines témoins retiennent autant d'eau et ont des températures de transition vitreuse proches ; la protection y suit plutôt la répartition des charges (Crilly et al., 2022). Le gel, lui, a un effet mesuré : dans des cellules en culture, le réseau de CAHS D réduit l'activité métabolique pendant le choc osmotique, la survie suit cette baisse et non le maintien du volume des cellules, puis le réseau se défait et le métabolisme revient (Sanchez-Martinez et al., 2024). Et chaque état protège des clients différents : la forme gel protège mieux la lactate déshydrogénase, la forme libre protège mieux la citrate synthase (Nguyen et al., 2025).

ÉTABLI. Le tréhalose n'est pas écarté. Aux proportions naturelles, tréhalose et CAHS agissent ensemble, et cette synergie est nécessaire à une protection robuste (Nguyen et al., 2022).

ÉTABLI. Les hétérotardigrades n'ont pas les CAHS. Chez *Echiniscus testudo*, l'un des plus tolérants au sec, aucun gène CAHS ni SAHS des eutardigrades n'est conservé ; à la place, 2 familles nouvelles, les EtAHS, elles aussi désordonnées, passent de la pelote à l'hélice quand l'eau baisse, sans aucune parenté de séquence avec les CAHS (Murai et al., 2021). Le même problème a reçu deux réponses moléculaires dans le même phylum.

ÉTABLI. L'ADN est l'autre front. La protéine Dsup, propre aux tardigrades, s'associe à la chromatine et réduit d'environ 40 % les dommages de l'ADN aux rayons X dans des cellules humaines en culture (Hashimoto et al., 2016 ; Hashimoto et Kunieda, 2017). Elle se lie au nucléosome par un motif qu'elle partage avec les protéines HMGN des vertébrés (Alegrio-Louro et al., 2025). Exprimée dans la levure, elle réduit les dommages oxydatifs et allonge la vie sous stress oxydatif (Aguilar et al., 2025) ; dans le nématode *C. elegans*, elle confère une tolérance aux rayons X, allonge la vie et réduit la respiration des mitochondries (Richaud et al., 2025). Dans des neurones de rat, elle induit au contraire des cassures et une condensation anormale de la chromatine (Escarcega et al., 2023). Son effet dépend de l'hôte.

ÉTABLI. Les tardigrades supportent jusqu'à environ 1 000 fois la dose de rayons létale pour l'humain. Sous les rayons gamma, *H. exemplaris* est touché, puis répare : les transcrits des voies de réparation montent jusqu'à compter parmi les plus abondants de l'animal (Clark-Hachtel et al., 2024). Le taux de cassures induites est proche de celui de cellules humaines ; chez 3 espèces, une protéine nouvelle, propre aux tardigrades, TDR1, est fortement induite, se lie à l'ADN et améliore la résistance de cellules humaines (Anoud et al., 2024). Ces animaux irradiés sont actifs, pas en tun : face aux rayons, la bête active tient et répare. Les auteurs proposent que cette tolérance aux rayons soit héritée de l'adaptation au sec, qui casse elle aussi l'ADN (Clark-Hachtel et al., 2024).

L'ADN ♦

– 40 %

de dommages aux rayons X avec Dsup, en cellules humaines

Hashimoto et al., 2016

× 1 000

la dose de rayons létale pour l'humain, supportée par les tardigrades

Clark-Hachtel et al., 2024

3 espèces

où TDR1 est induite après irradiation

Anoud et al., 2024

§3 SYNTHÈSE ralentir plutôt que résister

LECTURE. Les pièces de l'antithèse ne disent pas toutes la même chose, et c'est précisément ce qui les relie. Dans des cellules, le gel de CAHS baisse le métabolisme et la survie suit cette baisse. Dsup, chez le nématode, réduit la respiration des mitochondries. La tenue aux fortes chaleurs est bien plus haute à sec. Les rayons, eux, sont tenus par l'animal actif, mais par une réparation que les auteurs relient à l'adaptation au sec : même là où la bête ne se retire pas, elle tient par l'outillage du retrait. Le mécanisme qui protège n'est pas un bouclier dressé contre l'agression : c'est une manière de ralentir jusqu'à presque disparaître, puis de réparer au retour. Le verre et le gel peuvent coexister, et la question ouverte porte sur la part de chacun ; elle ne change pas le sens général, qui est le retrait.

À DURÉE ÉGALE · 24 HEURES

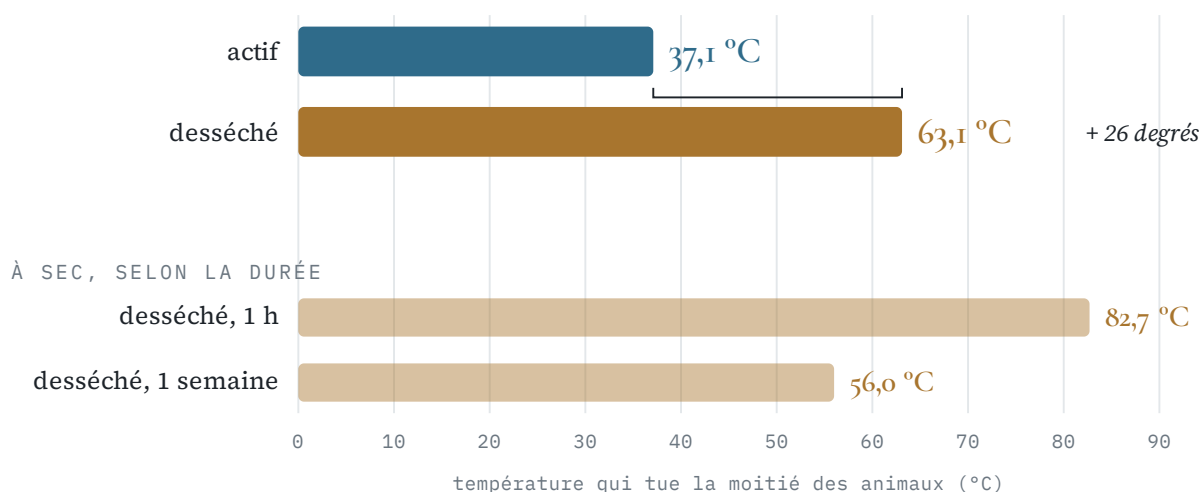


Fig. 1. La même bête, deux états. *Ramazzottius varieornatus*. En haut, à durée égale de 24 heures : la température qui tue la moitié des animaux passe de 37,1 °C à l'état actif à 63,1 °C à l'état sec. En bas, à sec seulement, le seuil dépend de la durée d'exposition. Données de Neves et al., 2020, et Neves, Stuart et Møbjerg, 2020. Sur 6 espèces, le sec relève la tenue à la chaleur chez 5 (Loeffelholz et al., 2024).

§4 Le mur de la mesure

ÉTABLI. La revue de Møbjerg et Neves (2021) parle d'un métabolisme à l'arrêt réversible, sans pourcentage, et le tun obtenu par le sel n'est peut-être pas entièrement amétabolique (Hvidepil et Møbjerg, 2023).

LECTURE. On lit souvent que le métabolisme du tun tombe à 0,01 % de la normale ; je n'ai trouvé ce chiffre dans aucune source primaire. Le froid extrême souvent cité pour les tuns est attribué à une expérience de 1950 dont je n'ai pas pu lire la source. Ce qui est publié, c'est un arrêt réversible, pas un métabolisme prouvé nul. Le mur est celui de l'instrument : mesurer ce qui se passe dans un tonneau sec, c'est mesurer presque rien avec des appareils faits pour le vivant actif.

II

ANTITHÈSE

La forme qui ne bouge pas

§0 L'ancienneté

ÉTABLI. Les horloges moléculaires placent la divergence des tardigrades avant le Cambrien, et leur diversification au Paléozoïque inférieur, mais les fossiles sont rares. Avant 2024, seuls 2 tardigrades fossiles avaient une position résolue dans le groupe ; 2 inclusions de l'ambre canadien du Crétacé, *Beorn leggi* redécrit et *Aerobius dactylus*, en ajoutent 2. Les mêmes travaux datent une sortie de l'eau indépendante des eutardigrades vers la fin du Carbonifère et des hétérotardigrades au Jurassique inférieur, ce qui donne des âges minimaux distincts pour l'acquisition de la cryptobiose (Mapalo, Wolfe et Ortega-Hernández, 2024 ; Mapalo et al., 2021).

LE REGISTRE ◊

2 → 4

tardigrades fossiles à position résolue, avant et après 2024

Mapalo et al., 2024

≈ 300 Ma

sortie de l'eau des eutardigrades, fin du Carbonifère

Mapalo et al., 2024

≈ 200 à 175 Ma

sortie de l'eau des hétérotardigrades, Jurassique inférieur

Mapalo et al., 2024

LECTURE. Je n'affirme pas que le tardigrade a traversé les grandes extinctions : c'est invérifiable en l'état du registre. Je m'appuie sur l'ancienneté moléculaire et sur la ressemblance entre formes fossiles et actuelles, sans plus.

§1 **THÈSE** adapté n'est pas évolué

ÉTABLI. L'adaptation est un état, l'ajustement d'un organisme à son milieu. L'évolution est un processus, le changement d'une lignée au fil des générations. Les deux ne sont pas mécaniquement liés. Un caractère soustrait à la pression qui le maintenait n'est plus tenu : il peut se réduire ou se perdre, c'est la sélection relâchée (Lahti et al., 2009). Une population dont une partie dort traverse les mauvaises années à l'abri, et son évolution ralentit : c'est l'effet réservoir (Hairston et De Stasio, 1988).

LECTURE. Le tardigrade montre en même temps un sommet d'adaptation et une grande stabilité de la forme. Cet écart est ce que je cherche à expliquer, plutôt qu'à constater.

§2 **ANTITHÈSE** le génome, lui, a bougé

ÉTABLI. Le plan de corps ultra-compact du tardigrade est un état dérivé, pas un archaïsme conservé : la forme simple est une acquisition secondaire (Smith et al., 2024). Sur 102 génomes animaux, plathelminthes, nématodes et tardigrades montrent la plus forte réduction du répertoire de gènes (Guijarro-Clarke, Holland et Paps, 2020). Chez *R. varieornatus*, des voies qui favorisent les dommages de stress, comme une voie des peroxysomes, ont été perdues, et des familles de gènes de réparation se sont étendues (Hashimoto et al., 2016).

ÉTABLI. Un article de 2015 annonçait 17 % de gènes étrangers chez *Hypsibius dujardini*. La reprise des données a montré que l'essentiel venait de contaminations : au plus 1 à 2 % des 23 021 gènes prédits (Koutsovoulos et al., 2016). Chez *R. varieornatus*, la part de gènes étrangers putatifs est de 1,2 % ou moins (Hashimoto et al., 2016). Les 2 espèces modèles n'entrent pas dans le tun de la même façon : *H. exemplaris*, autrefois nommé *H. dujardini*, a besoin d'un long séchage préalable et change largement l'expression de ses gènes ; *R. varieornatus* supporte un séchage rapide, ses gènes de tolérance étant exprimés en permanence (Hashimoto et al., 2016 ; Yoshida et al., 2017), et sa structure au cours du séchage et du retour a été décrite à part (Galas et al., 2024).

LE GÉNOME ↗

17 % → 1 à 2 %

gènes étrangers annoncés, puis mesurés après correction

Koutsovoulos et al., 2016

23 021

gènes prédits chez *H. dujardini*

Koutsovoulos et al., 2016

102

génomes animaux comparés ; tardigrades parmi les plus réduits

Guijarro-Clarke et al., 2020

§3 **SYNTHÈSE** la stase est dans la forme, pas dans le génome

LECTURE. Ma proposition n'est pas que le tardigrade évolue lentement au niveau moléculaire : l'inverse est vrai au niveau du génome entier, et le prétendre serait une erreur. Ma proposition est un découplage. Une forme stable coexiste avec un génome fortement remanié, parce que la sélection a quitté la forme active pour se concentrer ailleurs : la machinerie de la mise en pause, la réduction et l'innovation du génome liées à la miniaturisation et à la tolérance extrême. Ce découplage relie deux faits aujourd'hui décrits séparément : une forme dérivée puis stable, et un génome fortement remanié.

§4 Le mur du registre

ÉTABLI. Le registre fossile est trop pauvre pour suivre une lignée de tardigrades sur la durée (Mapalo et al., 2024 ; Mapalo et al., 2021).

LECTURE. La stase dont je parle est une comparaison de formes fossiles et actuelles, pas une série continue. La prudence est dans l'énoncé.

III

SYNTHÈSE

La pression déplacée

§0 L'hypothèse en trois temps

LECTURE. Un. La cryptobiose fait traverser les crises au lieu de les subir. Les sécheresses, les gels et les chocs qui, pour une espèce à métabolisme actif, sont des filtres violents, deviennent pour le tardigrade des parenthèses.

LECTURE. Deux. Sur la forme active, la pression qui pousse au changement baisse. Puisque la survie aux crises passe par la mise en pause et non par une transformation de la forme, les crises ne trient plus les formes : une partie de la population les traverse endormie, à l'abri, comme dans l'effet réservoir. Et la forme est tenue par le retrait lui-même : pour se replier en tonneau et revenir, il faut des muscles et une structure intacts (Halberg, Jørgensen et Møbjerg, 2013). Ce qui pourrait changer la forme se heurte à ce qui permet de partir. D'où une tendance à la stase. Ces deux voies ne laissent pas la même trace dans les gènes de la forme : l'abri relâche la sélection, le verrou la resserre. Le test de La chute les départage.

LECTURE. Trois. La pression n'est pas supprimée, elle est déplacée. Se retirer et revenir demande une machinerie qui marche : des protéines qui forment le gel et le verre, une réparation de l'ADN rapide, un signal qui déclenche le geste, des muscles qui le font. Les individus dont cette machinerie flanche ne reviennent pas. La sélection se concentre donc sur ce qu'on ne voit pas dans la forme.

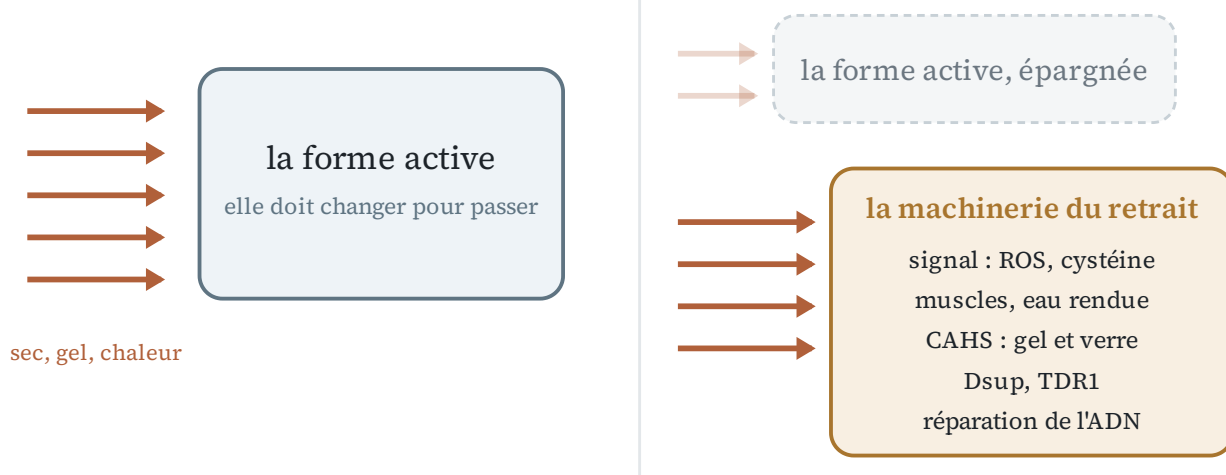


Fig. 2. La pression déplacée. Lecture proposée, pas une mesure. À gauche, une lignée qui traverse les crises active : la sélection porte sur la forme. À droite, la cryptobiose fait passer les crises en pause : la pression sur la forme active baisse, et la sélection se concentre sur la machinerie qui permet de partir et de revenir, invisible dans la forme.

§1 THÈSE ce que le retrait use

ÉTABLI. Le retour n'est pas garanti, et il se mesure. En anhydrobiose au laboratoire, sur 4 espèces suivies jusqu'à 240 jours, la survie reste forte jusqu'à 60 à 120 jours puis chute : de 1 % à 43 % selon l'espèce à 240 jours ; chez *Echiniscus testudo*, environ 3 % survivent, et aucun ne retrouve l'activité complète, mais les auteurs préviennent que le séchage artificiel rend ce chiffre peu comparable pour cette espèce ; plus le tun dure, plus le retour est lent (Roszkowska et al., 2023). En conditions semi-naturelles, dans un lichen sec gardé au laboratoire, des survivants ont été trouvés jusqu'à 1 604 jours.

ÉTABLI. L'âge et la répétition comptent. Sur 1 200 individus de *Paramacrobiotus experimentalis*, les jeunes adultes reviennent 49 à 52 % mieux que les plus âgés après des épisodes répétés ; des épisodes courts répétés laissent revenir 25 à 36 % d'actifs de plus que des épisodes longs ; en groupe, les animaux reviennent mieux que seuls, jusqu'à 20 % d'écart (Nagwani et al., 2024).

ÉTABLI. Le réveil se voit dans la respiration : un pic juste après le contact avec l'eau, très variable d'un individu à l'autre. L'énergie d'activation du métabolisme actif est de 50,8 kJ par mole d'oxygène, et la respiration augmente avec la salinité, ce que les auteurs lisent comme les besoins énergétiques de l'osmorégulation (Pedersen et al., 2021). Après 30,5 ans à -20°C , les 2 individus revenus, des *Acutuncus antarcticus*, ont mis longtemps à reprendre, ce que les auteurs lisent comme une réparation des dommages accumulés (Tsujimoto, Imura et Kanda, 2016).

ÉTABLI. La réparation a une limite. Sous des agents qui cassent l'ADN en continu, *H. exemplaris* finit par mourir ; même une exposition brève pendant la division épuise la capacité des cellules de l'intestin à se multiplier, malgré l'induction des gènes de réparation, et les cellules germinales et les embryons sont les plus sensibles (Quiroga-Artigas et al., 2026).

240 j → 3 %

survivent chez *E. testudo*, aucun ne retrouve l'activité complète

Roszkowska et al., 2023

1 604 j

de tun en conditions semi-naturelles, avec des survivants

Roszkowska et al., 2023

49 à 52 %

de mieux pour les jeunes adultes, sur 1 200 individus

Nagwani et al., 2024

50,8 kJ/mol

énergie d'activation du métabolisme actif

Pedersen et al., 2021

LECTURE. C'est le pivot de l'argument. Le retrait use : chaque tun laisse des dommages, chaque retour demande de les réparer, et ce que le jeune peut faire, le vieux le peut moins. C'est parce que le retrait use que la sélection sur sa machinerie reste forte. La cryptobiose n'est pas une échappatoire à la sélection, elle en est la redirection.

§2 **ANTITHÈSE** les objections, décryptées

Objection un, le tardigrade n'a pas cessé d'évoluer.

ÉTABLI. De nouvelles espèces sont décrites sans cesse et les lignées continuent de se scinder. Le tempo de la diversification ralentit, sans effet du mode de reproduction, et les auteurs soulignent les limites des données (Stec, Cancellario et Fontaneto, 2022).

LECTURE. Mon hypothèse ne dit pas « arrêt », elle dit ralentissement de la forme active et déplacement de la sélection vers la machinerie de la mise en pause. La diversification continue et une sélection intense sur la cryptobiose n'en sont pas seulement compatibles : elles en sont une prédiction.

Objection deux, la corrélation n'est pas une cause.

ÉTABLI. La stase n'est pas rare. Sur plus de 250 séries fossiles, environ 5 % seulement montrent un changement dirigé ; les autres oscillent ou restent stables (Hunt, 2007). Et un annélide du film d'eau, *Stygocapitella*, d'environ 1 mm et sans cryptobiose, garde presque la même forme chez 2 espèces séparées depuis environ 140 millions d'années ; les auteurs y voient la niche et une contrainte du développement (Cerca et al., 2020).

LECTURE. La coexistence d'une adaptation extrême et d'une stase ne prouve pas que l'une cause l'autre. La stase peut venir de contraintes du développement, de la petite taille, d'une niche stable, ou d'un verrou : une bête qui doit sécher et revenir reste petite et molle. Concéder sans réserve. *Stygocapitella* est le témoin qu'il faut : une petite bête du même milieu, stable sans se retirer. Je propose donc la cryptobiose comme un facteur contributif, testable, qui doit creuser une stase déjà commune, pas comme cause unique.

Objection trois, l'animal modèle n'est pas le phylum.

DÉBATTU. Presque tout ce qu'on sait du mécanisme vient de 2 espèces, *H. exemplaris* et *R. varieornatus*, qui n'entrent pas dans le tun de la même façon. Un commentaire de 2026 demande si *H. exemplaris* est un bon modèle de la résistance des tardigrades (Kmita, Dmuchowska et Kaczmarek, 2026), et la revue la plus récente insiste sur le point de vue du phylum entier (Kamilari et al., 2026).

LECTURE. L'objection tient, et elle renforce le test proposé plus bas : il doit comparer des lignées, pas extrapoler d'une espèce.

Objection quatre, le rotifère bdelloïde.

ÉTABLI. Le bdelloïde sèche et revient comme le tardigrade. Chez *Adineta ricciae*, sur environ 29 000 transcrits, au moins 8 à 9 % ressemblent à des gènes venus d'ailleurs, et environ 80 % de ces gènes codent des enzymes (Boschetti et al., 2012). Mais ce transfert massif existe aussi chez des bdelloïdes qui ne supportent pas le sec, comme *Rotaria macrura* et *R. magnacalcarata* (Nowell et al., 2018). Et son asexualité stricte est discutée : chez 11 individus sauvages d'*Adineta vaga*, des signatures d'échanges et de recombinaison apparaissent (Vakhrusheva et al., 2020).

DEUX GÉNOMES DU FILM D'EAU ◀

8 à 9 %

des transcrits, d'origine étrangère, chez le bdelloïde *A. ricciae*

Boschetti et al., 2012

1 à 2 %

des gènes prédits, au plus, chez *H. dujardini*

Koutsovoulos et al., 2016

II

individus sauvages d'*A. vaga*, avec traces de recombinaison

Vakhrusheva et al., 2020

LECTURE. Je présentais le bdelloïde comme une seconde occurrence de ma thèse : forme stable, génome bouillonnant. Les faits de Nowell retirent au sec le rôle de moteur de ce remaniement. Ce qui reste, et qui suffit, c'est le découplage lui-même : deux bêtes qui sèchent, deux génomes transformés par deux routes, transfert chez l'un, réduction chez l'autre, une même stabilité de la forme. Le bdelloïde ne prouve pas que la cryptobiose remanie le génome ; il montre qu'une forme peut rester stable pendant que le génome bouge.

§3 SYNTHÈSE un motif à trois échelles

ÉTABLI. La même stratégie, se mettre en pause pour durer, au sec ou au gel, apparaît à des échelles très différentes. Le blob, *Physarum polycephalum*, a un état dormant : au sec, son plasmode se divise et forme un sclérote, un corps dormant qui résiste à la dessiccation et repart à la réhydratation (Furuhashi, 2002). Un rotifère bdelloïde du genre *Adineta* est revenu après environ 24 000 ans dans le pergélisol de Sibérie (Shmakova et al., 2021). Un nématode, *Panagrolaimus kolymaensis*, est revenu après environ 46 000 ans, et sa boîte à outils de cryptobiose est en partie la même que celle de la larve dauer de *C. elegans* (Shatilovich et al., 2023).

ÉTABLI. Dans le phylum même, la cryptobiose est apparue au moins 2 fois, chez les eutardigrades et chez les échiniscoïdes, et son absence dans une lignée dépend plus de l'habitat que de la parenté (Guidetti, Altiero et Rebecchi, 2011). Les gènes de fabrication du tréhalose hérités des premiers animaux ont été perdus, puis remplacés par des homologues venus par transfert horizontal, indépendamment, chez 2 lignées de tardigrades, chez les nématodes et chez les rotifères bdelloïdes (Hara et al., 2021).

LA PAUSE POUR DURER ◊

30,5 ans

un tardigrade congelé,
puis revenu

Tsujimoto et al., 2016

24 000 ans

un rotifère bdelloïde du
pergélisol

Shmakova et al., 2021

46 000 ans

un nématode du
pergélisol

Shatilovich et al.,
2023

≥ 2

origines de la
cryptobiose chez les
tardigrades

Guidetti et al., 2011

LECTURE. Une solution trouvée plusieurs fois, par des lignées sans parenté et parfois avec des gènes sans parenté, dessine un attracteur : une bonne réponse du vivant au problème « durer sans eau liquide ». Et cet attracteur a un revers cohérent avec le §0 : là où il est atteint, la pression sur le reste de l'organisme baisse. La convergence vers la cryptobiose et la stase de la forme ne sont pas deux faits séparés.

§4 Le mur du test

LECTURE. Rien de tout cela n'est encore mesuré dans le sens que je propose. Le déplacement de la sélection est une lecture des faits, pas un fait. Il se teste, et le test est décrit plus bas.

La chute

THÈSE ce qui existe déjà

À SOUMETTRE. L'idée que la dormance réduit l'impact de la sélection et met une partie du pool génétique à l'abri existe déjà : c'est l'effet réservoir (Hairston et De Stasio, 1988), appliqué à la dormance des tardigrades par Guidetti, Altiero et Rebecchi (2011). Ma contribution est un cran plus précise : la sélection n'est pas seulement réduite, elle est déplacée de la forme active vers la machinerie de la mise en pause, ce qui produit le découplage forme et génome. Ce lien précis a-t-il déjà été formulé et testé chez les tardigrades ?

ANTITHÈSE ce qu'un premier contraste ne prouve pas

À SOUMETTRE. Le premier réflexe serait de comparer, dans un génome cryptobiotique, le rapport dN/dS des gènes de la forme et celui des gènes de la mise en pause. Ce contraste, seul, ne teste rien, pour 3 raisons. Les gènes du développement précoce sont très conservés chez presque tous les animaux, mouche, souris, oursin, sans aucune cryptobiose. Un dN/dS élevé peut venir d'une sélection plus forte comme d'une sélection relâchée, et la mesure seule ne les distingue pas (Wertheim et al., 2015). Enfin CAHS, SAHS, EtAHS, Dsup ou TDR1 n'existent pas chez les proches qui ne sèchent pas, et ce sont des protéines désordonnées, qui changent vite par nature : on ne peut pas les comparer d'une lignée à l'autre.

SYNTHÈSE le contraste du contraste

À SOUMETTRE. Le vrai test est comparatif, et il a son outil. La méthode RELAX compare, sur un arbre, l'intensité de la sélection entre 2 groupes de branches : elle dit si elle est relâchée ou intensifiée dans l'un par rapport à l'autre (Wertheim et al., 2015). On l'applique à des gènes présents chez toutes les lignées comparées : pour le retrait, la réparation de l'ADN, les LEA, les antioxydants, la fabrication du tréhalose là où elle existe ; pour la forme, les gènes du plan de corps. On oppose les branches très cryptobiotiques à leurs proches qui le sont peu ou pas.

La thèse prédit une sélection intensifiée sur les gènes du retrait dans les branches cryptobiotiques. Si elle ne l'est pas, la thèse tombe. Sur les gènes de la forme, le même test départage les 2 voies de la stase : l'effet réservoir y prédit une sélection relâchée, le verrou du retrait une sélection intensifiée.

Le plan d'échantillonnage existe. Les pertes répétées de cryptobiose dans les lignées, liées à l'habitat (Guidetti et al., 2011), donnent des paires d'espèces proches, l'une cryptobiotique, l'autre non. La capacité varie aussi en mode, constitutive chez *R. varieornatus*, induite chez *H. exemplaris* (Yoshida et al., 2017) ; son intensité doit être mesurée avec un même protocole de séchage pour toutes les espèces, puisqu'un séchage artificiel peut fausser la comparaison (Roszkowska et al., 2023). Trois précautions : la machinerie n'est pas la même boîte à outils chez les eutardigrades et les hétérotardigrades (Murai et al.,

2021), on ne compare donc pas les mêmes gènes ; l'espèce modèle est asexuée, avec une méiose modifiée qui garde l'hétérozygotie sur tout le génome (Coke et al., 2026), une variable à contrôler ; et le témoin sans cryptobiose doit être une lignée du même milieu, comme *Stygocapitella* (Cerca et al., 2020).

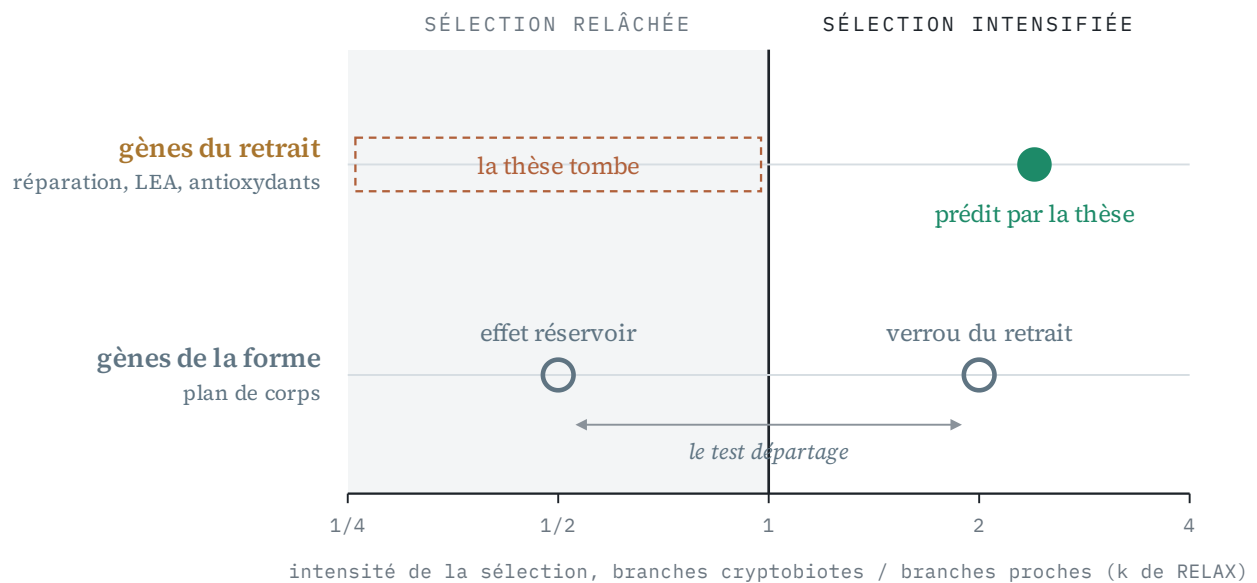


Fig. 3. Ce que le test départage. Prédiction, pas une donnée. La méthode RELAX mesure si la sélection est relâchée ($k < 1$) ou intensifiée ($k > 1$) dans les branches très cryptobiotiques par rapport à leurs proches (Wertheim et al., 2015). Sur des gènes du retrait présents dans toutes les lignées, la thèse prédit une intensification ; si elle manque, la thèse tombe. Sur les gènes de la forme, l'effet réservoir prédit un relâchement, le verrou du retrait une intensification.

Une dernière question de cadre. La cryptobiose relève-t-elle seulement de l'effet réservoir, ou décrit-elle mieux une sélection déplacée, où la pression ne disparaît pas mais change de cible dans le même génome ? RELAX donne la réponse dans les chiffres : relâchement sur la forme sans intensification sur le retrait, c'est l'effet réservoir seul ; intensification sur le retrait, c'est la sélection déplacée.

Pourquoi cela vaut une manip. Plusieurs génomes de tardigrades sont séquencés, dont *H. dujardini*, aujourd'hui *H. exemplaris* (Arakawa et al., 2016 ; Yoshida et al., 2017), et *E. testudo* (Murai et al., 2021). Le test ne demande pas forcément de nouvelles collectes : il demande une analyse RELAX, partitionnée par catégorie de gènes, sur des lignées contrastées en capacité cryptobiotique.

Le bord

LECTURE. Je ne fermerai pas ce document sur une conclusion, mais sur ce que ma lecture donne à voir. On raconte le tardigrade comme l'incroyable qui traverse tout. Sur une même journée, actif, la moitié meurt à 37 degrés ; retirée, elle tient jusqu'à 63. Ce n'est pas une bête qui résiste, c'est une bête qui se retire : elle perçoit, elle signale, elle contracte, elle rend son eau, elle se fige en fibres et en verre, et elle attend. Le retrait use, et parce qu'il use, la sélection travaille sur l'art de partir et de revenir plutôt que sur la forme. Je propose que la forme ne bouge plus parce que l'évolution travaille ailleurs ; le test dira si c'est vrai. L'immobilité qu'on prend pour un arrêt est le signe d'un mouvement qu'on ne regardait pas.



Références

1. Aguilar RR et al. (2025). Multivalent binding of the tardigrade Dsup protein to chromatin promotes yeast survival and longevity upon exposure to oxidative damage. *Nat Commun* 16:8617. doi.org/10.1038/s41467-025-63652-3
2. Alegrio-Louro J et al. (2025). Structural basis of nucleosome recognition by the conserved Dsup and HMGN nucleosome-binding motif. *Genes Dev* 39:1155-1161. doi.org/10.1101/gad.352720.125
3. Anoud M et al. (2024). Comparative transcriptomics reveal a novel tardigrade-specific DNA-binding protein induced in response to ionizing radiation. *eLife* 13:RP92621. doi.org/10.7554/eLife.92621
4. Arakawa K et al. (2016). Genome sequencing of a single tardigrade *Hypsibius dujardini* individual. *Sci Data* 3:160063. doi.org/10.1038/sdata.2016.63
5. Arakawa K, Numata K (2021). Reconsidering the "glass transition" hypothesis of intrinsically unstructured CAHS proteins in desiccation tolerance of tardigrades. *Mol Cell* 81:409-410. doi.org/10.1016/j.molcel.2020.12.007
6. Bertolani R, Guidetti R, Jönsson KI, Altiero T, Boschini D, Rebecchi L (2004). Experiences with dormancy in tardigrades. *J Limnol* 63(Suppl. 1):16-25. doi.org/10.4081/jlimnol.2004.s1.16
7. Boothby TC et al. (2017). Tardigrades use intrinsically disordered proteins to survive desiccation. *Mol Cell* 65:975-984. doi.org/10.1016/j.molcel.2017.02.018
8. Boschetti C et al. (2012). Biochemical diversification through foreign gene expression in bdelloid rotifers. *PLoS Genet* 8:e1003035. doi.org/10.1371/journal.pgen.1003035
9. Cerca J et al. (2020). Deceleration of morphological evolution in a cryptic species complex and its link to paleontological stasis. *Evolution* 74:116-131. doi.org/10.1111/evo.13884
10. Clark-Hachtel CM et al. (2024). The tardigrade *Hypsibius exemplaris* dramatically upregulates DNA repair pathway genes in response to ionizing radiation. *Curr Biol* 34:1819-1830. doi.org/10.1016/j.cub.2024.03.019
11. Coke AN, Zhang SA, Papell LD, Burch CL, Goldstein B (2026). Modified meiosis in the tardigrade *Hypsibius exemplaris* maintains heterozygosity across the genome. *Genetics* 234:iyag167. doi.org/10.1093/genetics/iyag167
12. Crilly CJ et al. (2022). Protection by desiccation-tolerance proteins probed at the residue level. *Protein Sci* 31:396-406. doi.org/10.1002/pro.4231
13. Escarcega RD et al. (2023). The tardigrade damage suppressor protein Dsup promotes DNA damage in neurons. *Mol Cell Neurosci* 125:103826. doi.org/10.1016/j.mcn.2023.103826
14. Flinn BB et al. (2024). Fluorescence shadow imaging of *Hypsibius exemplaris* reveals morphological differences between sucrose- and CaCl₂-induced osmobiotes. *Sci Rep* 14:11845. doi.org/10.1038/s41598-024-61374-y
15. Furuhashi K (2002). Involvement of actin dephosphorylation in germination of *Physarum sclerotium*. *J Eukaryot Microbiol* 49:129-133. doi.org/10.1111/j.1550-7408.2002.tb00355.x
16. Galas S et al. (2024). A comparative ultrastructure study of the tardigrade *Ramazzottius varieornatus* in the hydrated state, after desiccation and during the process of rehydration. *PLoS One* 19:e0302552. doi.org/10.1371/journal.pone.0302552
17. Guidetti R, Altiero T, Rebecchi L (2011). On dormancy strategies in tardigrades. *J Insect Physiol* 57:567-576. doi.org/10.1016/j.jinsphys.2011.03.003
18. Gujjarro-Clarke C, Holland PWH, Paps J (2020). Widespread patterns of gene loss in the evolution of the animal kingdom. *Nat Ecol Evol* 4:519-523. doi.org/10.1038/s41559-020-1129-2
19. Hairston NG, De Stasio BT (1988). Rate of evolution slowed by a dormant propagule pool. *Nature* 336:239-242. doi.org/10.1038/336239a0
20. Halberg KA, Jørgensen A, Møbjerg N (2013). Desiccation tolerance in the tardigrade *Richtersius coronifer* relies on muscle mediated structural reorganization. *PLoS One* 8:e85091. doi.org/10.1371/journal.pone.0085091
21. Hara Y, Shibahara R, Kondo K, Abe W, Kunieda T (2021). Parallel evolution of trehalose production machinery in anhydrobiotic animals via recurrent gene loss and horizontal transfer. *Open Biol* 11:200413. doi.org/10.1098/rsob.200413
22. Hashimoto T et al. (2016). Extremotolerant tardigrade genome and improved radiotolerance of human cultured cells by tardigrade-unique protein. *Nat Commun* 7:12808. doi.org/10.1038/ncomms12808
23. Hashimoto T, Kunieda T (2017). DNA protection protein, a novel mechanism of radiation tolerance: lessons from tardigrades. *Life* 7:26. doi.org/10.3390/life7020026
24. Hengherr S, Heyer AG, Köhler HR, Schill RO (2008). Trehalose and anhydrobiosis in tardigrades: evidence for divergence in responses to dehydration. *FEBS J* 275:281-288. doi.org/10.1111/j.1742-4658.2007.06198.x
25. Hunt G (2007). The relative importance of directional change, random walks, and stasis in the evolution of fossil lineages. *PNAS* 104:18404-18408. doi.org/10.1073/pnas.0704088104

26. Hvidepil LKB, Møbjerg N (2023). New insights into osmobiosis and chemobiosis in tardigrades. *Front Physiol* 14:1274522. doi.org/10.3389/fphys.2023.1274522
27. Kamilari M et al. (2026). At the edge of survival: exploring the frontiers of tardigrade extreme stress tolerance. *Mol Ecol* 35:e70471. doi.org/10.1111/mec.70471
28. Kirk MJ et al. (2026). Evidence that local viscosity and NOX-dependent ROS increases render the tardigrade *H. exemplaris* resilient to extreme physical force. *bioRxiv*, préprint. doi.org/10.64898/2026.05.14.724643
29. Kmita H, Dmuchowska W, Kaczmarek Ł (2026). Survival of the tardigrade *Hypsibius exemplaris* in harsh environments, is this species a suitable model for testing tardigrade resistance to stress conditions? *FEBS J*. doi.org/10.1111/febs.70683
30. Koutsovoulos G et al. (2016). No evidence for extensive horizontal gene transfer in the genome of the tardigrade *Hypsibius dujardini*. *PNAS* 113:5053-5058. doi.org/10.1073/pnas.1600338113
31. Lahti DC et al. (2009). Relaxed selection in the wild. *Trends Ecol Evol* 24:487-496. doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.010
32. Loeffelholz J et al. (2024). An evaluation of thermal tolerance in six tardigrade species in an active and dry state. *Biol Open* 13:bio060485. doi.org/10.1242/bio.060485
33. Malki A et al. (2026). Fibril structure of desiccation-protective tardigrade protein CAHS-8. *Angew Chem Int Ed* 65:e19912. doi.org/10.1002/anie.202519912
34. Mapalo MA et al. (2021). A tardigrade in Dominican amber. *Proc Biol Sci* 288:20211760. doi.org/10.1098/rspb.2021.1760
35. Mapalo MA, Wolfe JM, Ortega-Hernández J (2024). Cretaceous amber inclusions illuminate the evolutionary origin of tardigrades. *Commun Biol* 7:953. doi.org/10.1038/s42003-024-06643-2
36. Murai Y et al. (2021). Multiomics study of a heterotardigrade, *Echiniscus testudo*, suggests the possibility of convergent evolution of abundant heat-soluble proteins in Tardigrada. *BMC Genomics* 22:813. doi.org/10.1186/s12864-021-08131-x
37. Møbjerg N, Neves RC (2021). New insights into survival strategies of tardigrades. *Comp Biochem Physiol A* 254:110890. doi.org/10.1016/j.cbpa.2020.110890
38. Nagwani AK, Melosik I, Kaczmarek Ł, Kmita H (2024). Recovery from anhydrobiosis in the tardigrade *Paramacrobiotus experimentalis*: better to be young than old and in a group than alone. *Heliyon* 10:e26807. doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26807
39. Neves RC, Hvidepil LKB, Sørensen-Hygm TL, Stuart RM, Møbjerg N (2020). Thermotolerance experiments on active and desiccated states of *Ramazzottius varieornatus* emphasize that tardigrades are sensitive to high temperatures. *Sci Rep* 10:94. doi.org/10.1038/s41598-019-56965-z
40. Neves RC, Stuart RM, Møbjerg N (2020). New insights into the limited thermotolerance of anhydrobiotic tardigrades. *Commun Integr Biol* 13:140-146. doi.org/10.1080/19420889.2020.1812865
41. Nguyen K et al. (2022). Trehalose and tardigrade CAHS proteins work synergistically to promote desiccation tolerance. *Commun Biol* 5:1046. doi.org/10.1038/s42003-022-04015-2
42. Nguyen K et al. (2025). A phase transition modulates the protective function of a tardigrade disordered protein during desiccation. *Protein Sci* 34:e70300. doi.org/10.1002/pro.70300
43. Nowell RW et al. (2018). Comparative genomics of bdelloid rotifers: insights from desiccating and nondesiccating species. *PLoS Biol* 16:e2004830. doi.org/10.1371/journal.pbio.2004830
44. Pedersen BH, Malte H, Finster K, Ramløv H (2021). Respiration measurements of individual tardigrades of the species *Richtersius cf. coronifer* as a function of temperature and salinity and termination of anhydrobiosis. *Astrobiology* 21:853-865. doi.org/10.1089/ast.2020.2371
45. Quiroga-Artigas G et al. (2026). Compromised DNA replication in gut cells underlies sensitivity to genotoxic stress in the tardigrade *Hypsibius exemplaris*. *FEBS J*. doi.org/10.1111/febs.70542
46. Richaud M et al. (2025). Tardigrade Dsup extends life span by impeding mitochondrial respiration and promoting oxidative stress resistance. *Sci Adv* 11:eadx9669. doi.org/10.1126/sciadv.adx9669
47. Roszkowska M et al. (2023). How long can tardigrades survive in the anhydrobiotic state? A search for tardigrade anhydrobiosis patterns. *PLoS One* 18:e0270386. doi.org/10.1371/journal.pone.0270386
48. Sanchez-Martinez S et al. (2024). Labile assembly of a tardigrade protein induces biostasis. *Protein Sci* 33:e4941. doi.org/10.1002/pro.4941
49. Shatilovich A et al. (2023). A novel nematode species from the Siberian permafrost shares adaptive mechanisms for cryptobiotic survival with *C. elegans* dauer larva. *PLoS Genet* 19:e1010798. doi.org/10.1371/journal.pgen.1010798
50. Shmakova L et al. (2021). A living bdelloid rotifer from 24,000-year-old Arctic permafrost. *Curr Biol* 31:R712-R713. doi.org/10.1016/j.cub.2021.04.077
51. Smith FW et al. (2024). Developmental and genomic insight into the origin of the tardigrade body plan. *Evol Dev* 26:e12457. doi.org/10.1111/ede.12457
52. Smythers AL et al. (2024). Chemobiosis reveals tardigrade tun formation is dependent on reversible cysteine oxidation. *PLoS One* 19:e0295062. doi.org/10.1371/journal.pone.0295062

53. Stair ER et al. (2025). Mitochondria-derived reactive oxygen species regulation of tardigrade osmobiosis revealed by proteomics of *Hypsibius exemplaris*. *J Proteome Res* 24:4098-4113. doi.org/10.1021/acs.jproteome.5c00222
54. Stec D, Cancellario T, Fontaneto D (2022). Diversification rates in Tardigrada indicate a decreasing tempo of lineage splitting regardless of reproductive mode. *Org Divers Evol* 22:965-974. doi.org/10.1007/s13127-022-00578-4
55. Tanaka A et al. (2022). Stress-dependent cell stiffening by tardigrade tolerance proteins that reversibly form a filamentous network and gel. *PLoS Biol* 20:e3001780. doi.org/10.1371/journal.pbio.3001780
56. Tsujimoto M, Imura S, Kanda H (2016). Recovery and reproduction of an Antarctic tardigrade retrieved from a moss sample frozen for over 30 years. *Cryobiology* 72:78-81. doi.org/10.1016/j.cryobiol.2015.12.003
57. Vakhrusheva OA et al. (2020). Genomic signatures of recombination in a natural population of the bdelloid rotifer *Adineta vaga*. *Nat Commun* 11:6421. doi.org/10.1038/s41467-020-19614-y
58. Wertheim JO, Murrell B, Smith MD, Kosakovsky Pond SL, Scheffler K (2015). RELAX: detecting relaxed selection in a phylogenetic framework. *Mol Biol Evol* 32:820-832. doi.org/10.1093/molbev/msu400
59. Yagi-Utsumi M et al. (2021). Desiccation-induced fibrous condensation of CAHS protein from an anhydrobiotic tardigrade. *Sci Rep* 11:21328. doi.org/10.1038/s41598-021-00724-6
60. Yoshida Y et al. (2017). Comparative genomics of the tardigrades *Hypsibius dujardini* and *Ramazzottius varieornatus*. *PLoS Biol* 15:e2002266. doi.org/10.1371/journal.pbio.2002266

✦ Après le générique ✦

pour qui veut rester un peu

LE RETRAIT

On l'appelle l'incroyable. On dit qu'il résiste à tout.

Mais il ne résiste pas.

Il se retire.

Quand l'eau s'en va, il ne lutte pas contre le sec.

Il sent le manque, il donne le signal,
il serre ses muscles, il rend son eau, il se ferme.

Et le temps passe sur lui,
des jours, des années, des dizaines d'hivers.

Ce n'est pas la mort, et ce n'est pas la vie.

C'est une pause, tenue par des fibres au-dedans,
un verre vivant, en suspens.

Et pendant qu'il dort, le monde le croit immobile.

Sa forme ne change plus, ou presque.

Alors on dit, il n'évolue pas, il a traversé les âges sans bouger.

Mais rien, jamais, ne se tient tranquille.

Sous la forme figée, quelque chose travaille encore,
là où l'œil ne va pas, dans l'art de s'absenter et de revenir.

L'immobilité n'était pas un repos.

C'était le mouvement, ailleurs.



Elias Sorel