

4. La morphogénèse

Tout se présente à nous, d'abord, par sa forme.
Dans la nature, il existe un nombre illimité de configurations.



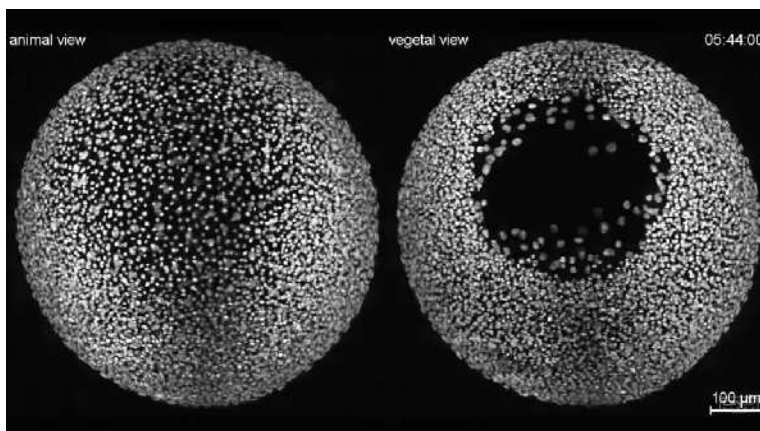
En biologie, la morphogénèse étudie ce phénomène : la façon dont les formes adviennent. Elle désigne une **science qui essaye d'établir les mécanismes par lesquels ces compositions surviennent**.

La morphogénèse, par l'expérience et l'observation, essaye de découvrir un ensemble de lois générales qui déterminent la forme, la structure des tissus, des organes et des organismes. Elle essaye de comprendre ces processus de contrôle de la distribution spatiale des cellules qui s'organisent pendant le développement embryonnaire d'un organisme.

Il s'agit de découvrir les processus biologiques qui donnent formes et structures aux organismes, à la fois du point de vue de l'évolution à long terme que de la croissance d'un seul organisme à partir de la cellule fécondée (le développement embryonnaire).

La morphogénèse est l'un des trois aspects fondamentaux de la biologie du développement, elle étudie aussi la croissance cellulaire et la différenciation cellulaire.

Le plus gros du travail consiste à observer, au cours de leur croissance, le développement des organismes ou des organes de tous les êtres vivants, et leurs caractéristiques : les humains, les animaux, les plantes, les organismes unicellulaires et les virus.



Début de développement des cellules chez un animal et chez un végétal.

Mais tout naturellement, l'étude de la morphogénèse est devenue aussi une branche de la physique.

Le vrai défi de ces études contemporaines est de **traiter les formes comme des objets mathématiquement "libres"**. D'observer la formation des objets, in vivo, dans leur spontanéité, comme des formes émergentes d'un ensemble minimal de règles satisfaisant aux lois fondamentales de la physique.

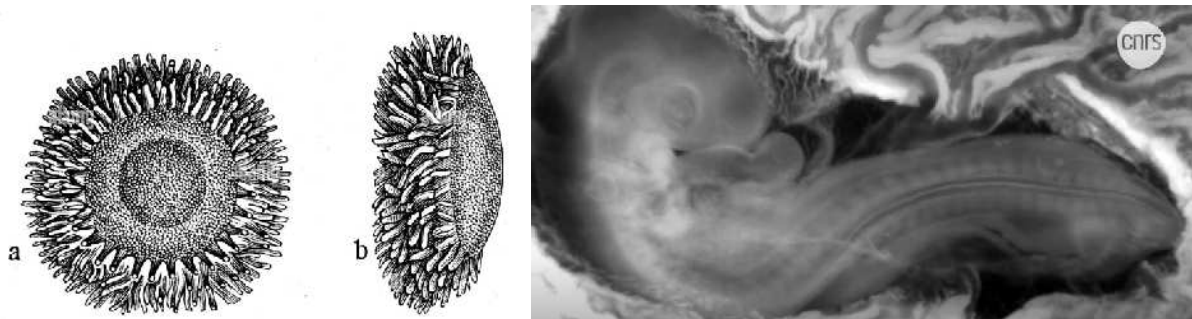
Cette approche refuse des explications du type "c'est le gène qui...".

Au gré de l'évolution, la nature a su créer des êtres vivants complexes avec des formes bien définies. Mais il reste des mystères sur les processus qui déterminent l'aspect général des animaux. Les réponses sont à trouver dans le domaine de l'embryologie, science qui étudie le développement d'un individu depuis la cellule œuf jusqu'à la naissance.



On s'attendrait à rencontrer des experts en biologie animale ou en génétique, pourtant dans les laboratoires, on croise, de plus en plus, de physiciens. Les physiciens connaissent les relations entre la forme et la matière pour créer les objets. Pour décrire ceux-ci et pouvoir les modéliser, ils cherchent à trouver le concept opérationnel physique, une démarche logique, mathématique.

L'objet ici, c'est l'embryon. Il doit passer du stade d'une galette de cellules à celle d'un animal avec différentes formes, un début de morphologie en trois dimensions.



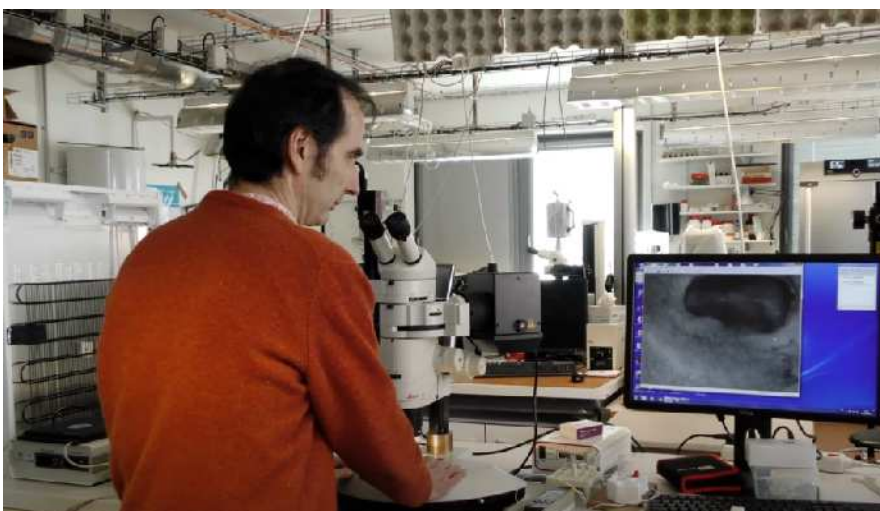
On ne peut pas expliquer cela, simplement en parlant de gènes.

Aussi, en laboratoire, les chercheurs « en matière et systèmes complexes » se sont mis à traquer les phénomènes physiques à l'œuvre chez l'embryon.

Un modèle expérimental, le poussin, se prête à merveille aux manipulations.



Vincent Fleury a conçu une nouvelle méthode pour observer d'où vient la forme de cet oiseau.



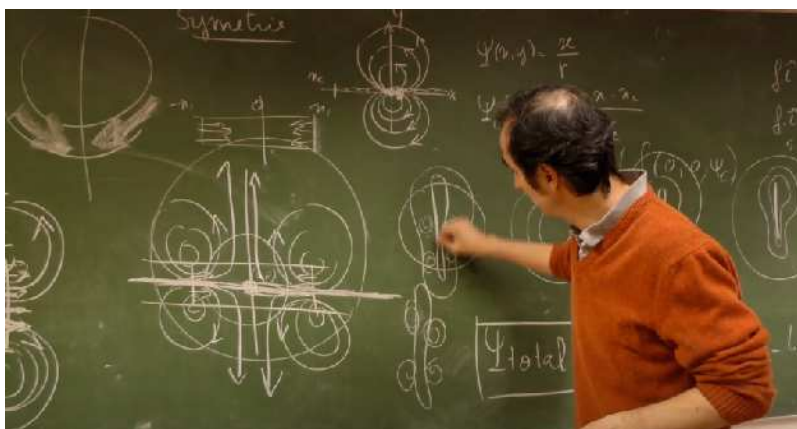
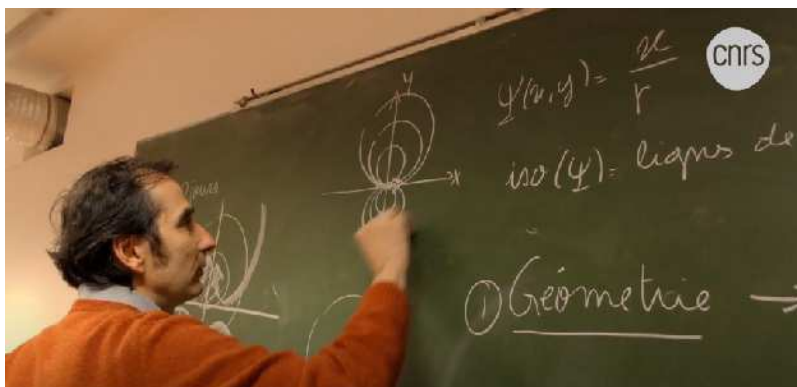
Les textes qui suivent sont principalement les propos de ce biophysicien Vincent Fleury, directeur de Recherches au CNRS, Université Paris Diderot, Laboratoire Matière et Systèmes Complexes. Sans voir les mouvements en accéléré, ses études en laboratoire sont parfois difficiles à conceptualiser, j'ai essayé de simplifier, j'espère que ce n'est pas mission impossible...



Cette approche originale a pour mérite de mettre le vivant dans un contexte différent : les lois de la physique.

Une loi physique exprime une relation qui est vraie, quelles que soient les conditions, dès lors que les deux mêmes variables sont en présence. C'est un principe scientifique admis comme ayant une explication raisonnée de phénomènes observables.

Et il semblerait que rien ne peut échapper aux lois de la physique, pas même le miracle de la vie !

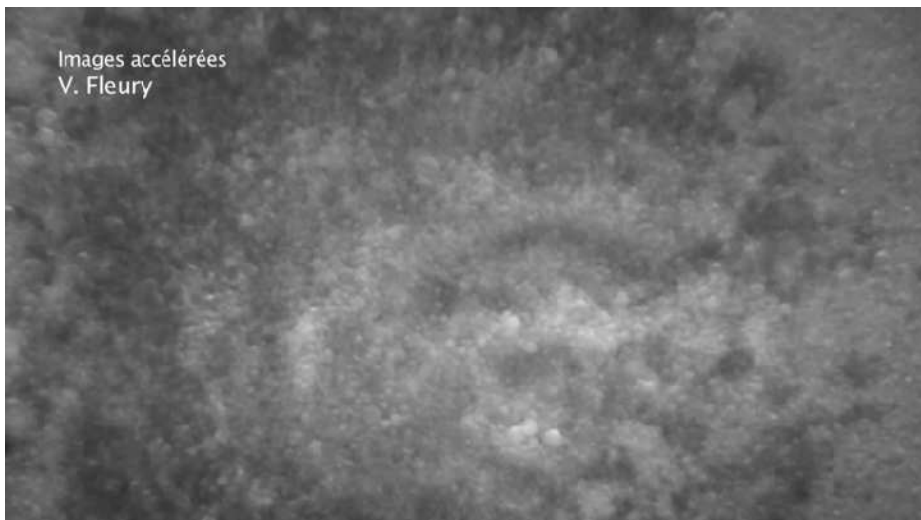




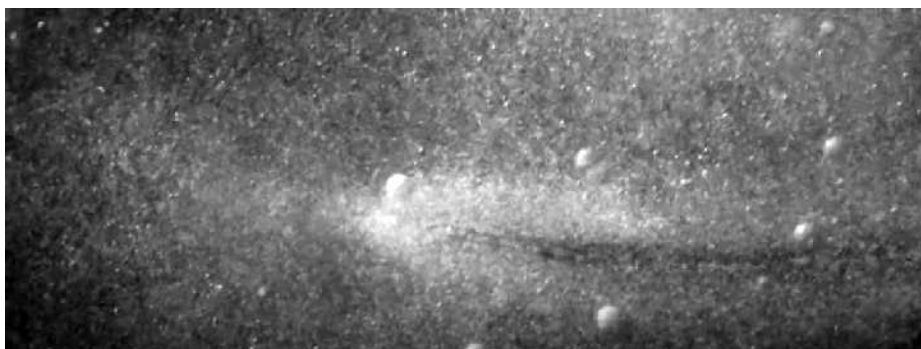
Avec ces nouveaux travaux, il va falloir s'habituer à ce que les équations côtoient plus souvent les embryons !

« On a pu filmer, in vivo, le phénomène d'évolution d'une cellule à un embryon de poussin. Évidemment, comme cela a lieu sur une dizaine d'heures, pour voir ce qui se passe, on est obligé de le repasser en accéléré.

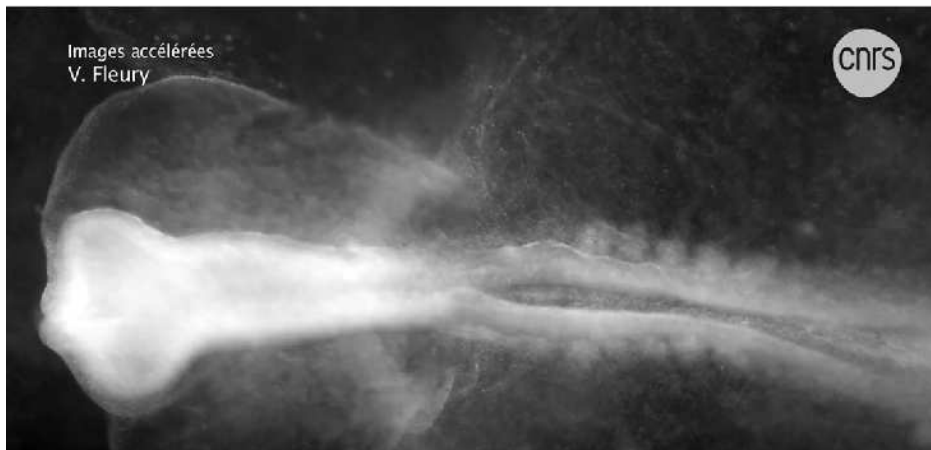
Au départ, rien n'évoque la forme du futur poussin, censé naître 21 jours plus tard. On ne voit qu'une masse de cellules embryonnaires.



Puis apparaissent des frontières, des axes, des plis :

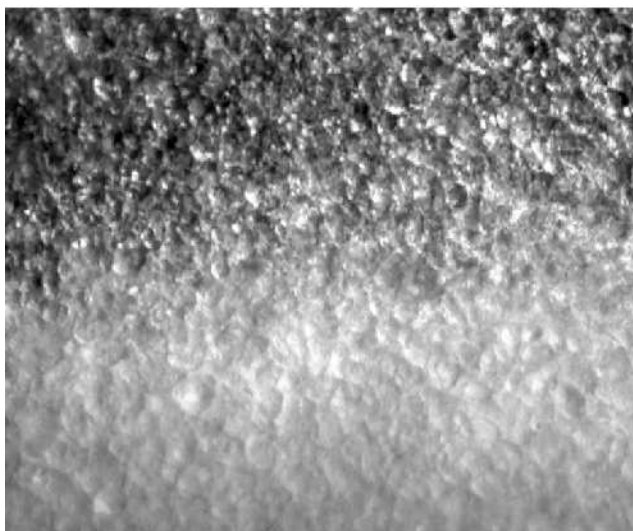


Puis, **d'un seul coup**, émerge la forme d'un être vivant :



Sous l'effet de simples forces physiques, on voit que la substance tire vers l'arrière et il se forme un tube, les petits granulés sont les cellules.

Il y a des points très petits et des points un peu plus gros, et le pli qui constitue le bord du cylindre se propage sur le trait qui sépare les grosses cellules, des petites cellules. »



Ce que ces chercheurs ont démontré, c'est que la différence de taille des cellules modifie la souplesse des tissus.

« L'embryon est plus rigide au centre, un peu comme un morceau de caoutchouc avec une étiquette collée au milieu.

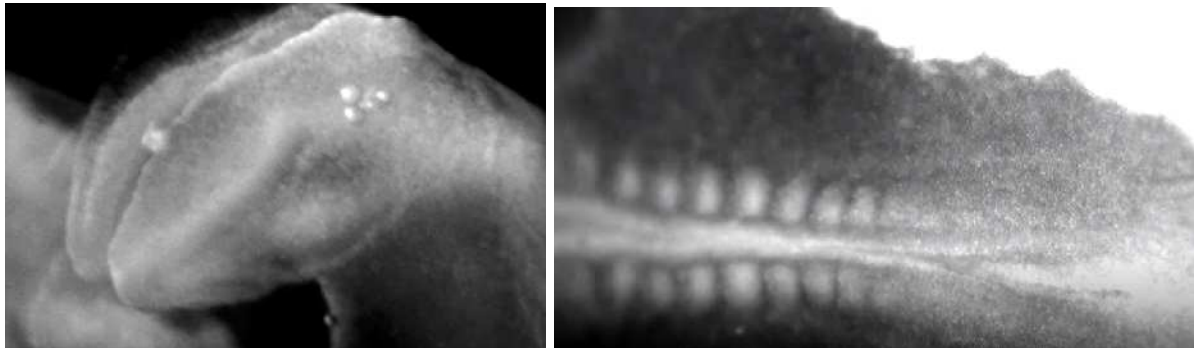


Cela forme une espèce de gouttière où l'étiquette commence à s'enrouler à un bout.



Et si on continue la traction, en quelque sorte, la colonne vertébrale se ferme sur la future moelle épinière.



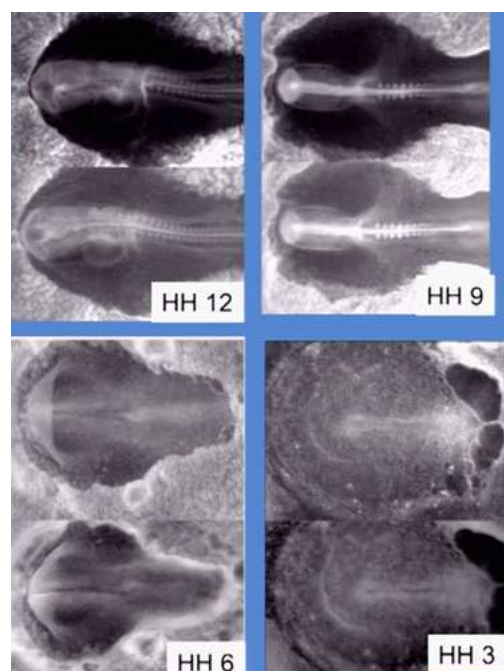
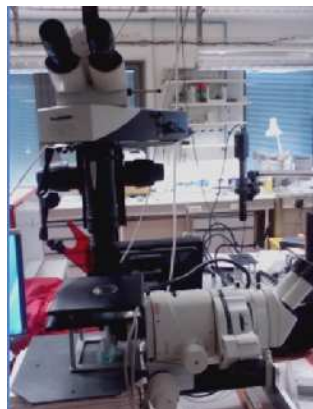


Les poussins sont déjà entièrement faits, du point de vue de leur structure, quand ils ne font qu'un centimètre et demi ! »

« Heureusement ou malheureusement, nous n'avons pas le droit de faire d'expériences sur les êtres humains, donc on le fait sur le poulet. De plus, il se conçoit en 21 jours, c'est plus rapide et il ressemble beaucoup à l'image du bipède, l'humain.

Petite parenthèse, la bipédie n'est pas le propre de l'homme, tous les oiseaux sont aussi bipèdes !

Aujourd'hui nous avons accès à des techniques de cinématographie qui permettent de filmer les embryons de 4 mm, de haut en bas, de droite à gauche, dessus dessous, tout ce qu'on veut, avec une résolution cellulaire. Cela permet de résoudre la question de l'origine des animaux.

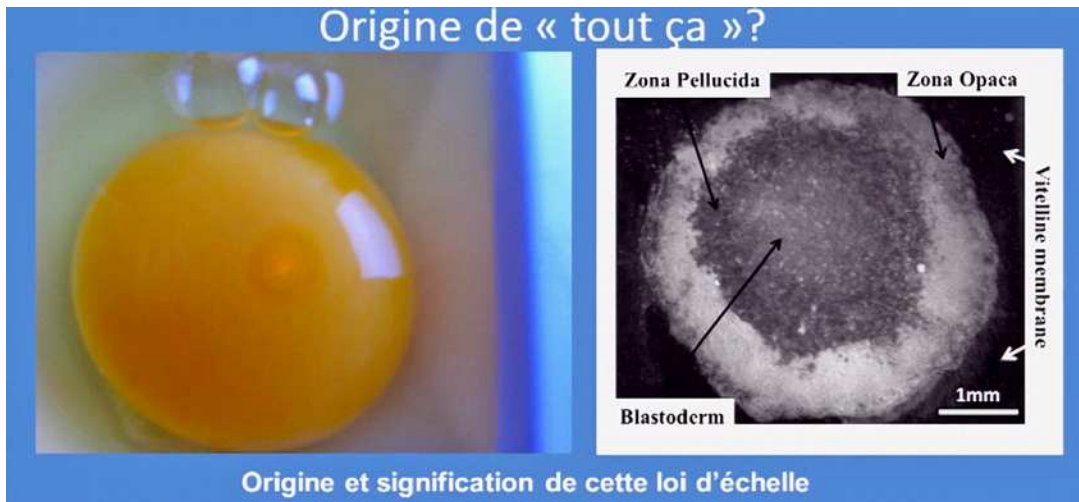


Après avoir vu comment se passe la formation d'un animal, avec une résolution au niveau cellulaire, vous mettez au rancart des siècles de choses fausses que l'on vous a apprises. C'est horrible mais il faut faire l'effort d'oublier à peu près tout ce que vous savez sur ce qu'est un animal. Maintenant nous avons compris exactement comment se construisent les animaux, pourquoi vous êtes faits comme vous êtes faits.

Comment définir un animal ?

C'est une **séquence d'états** vers lequel un système évolue de façon irréversible, au sens physique du terme, en l'absence de perturbations.

La configuration initiale de **l'œuf sorti de la poule** s'appelle la blastula, sa configuration informe est un disque (apparaissant dans le jaune).

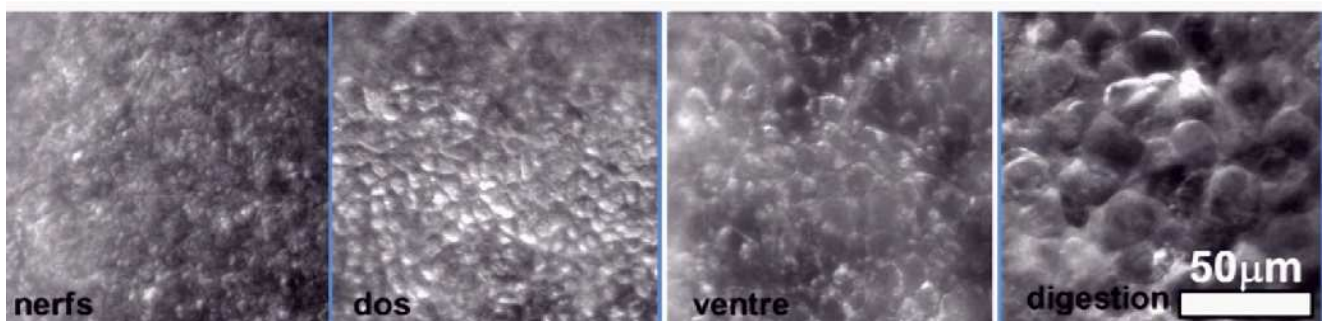


C'est un disque qui est fait d'anneaux concentriques, l'embryon est comme les cernes des arbres.

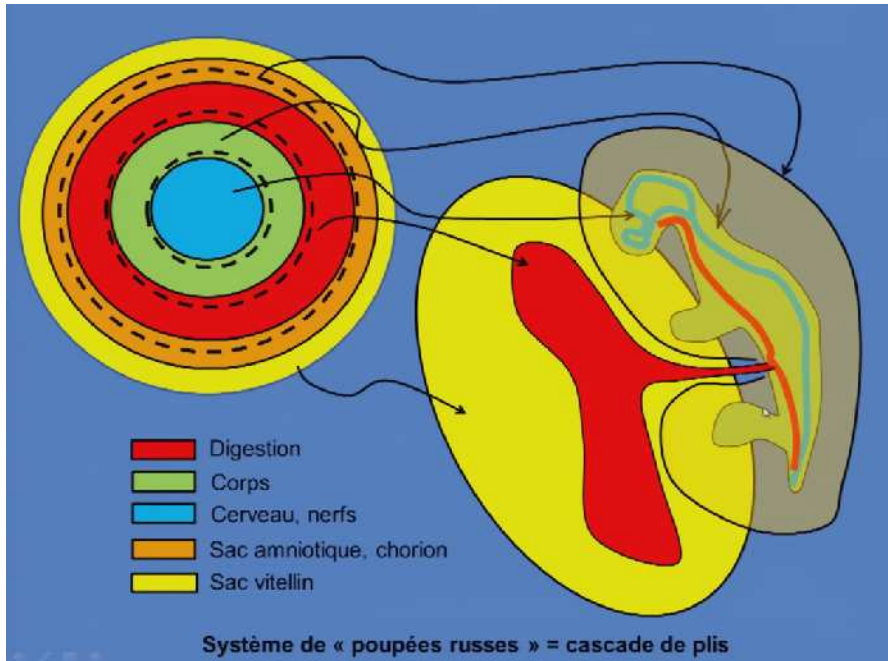


Quand on examine les anneaux, on voit qu'il y en a 9 et que ce sont des anneaux avec de petites cellules, des moyennes cellules, de grosses cellules et de très grosses cellules.

Cellules de différentes tailles selon les anneaux.



Nous savons que les cernes des arbres sont dus à la rythmicité des années.
 Chez les animaux, les anneaux sont dans l'œuf, où il fait noir, ce ne sont donc pas la représentation des saisons.
 C'est la rythmicité des séparations cellulaires. Les cellules se divisent de multiples fois et il y a une rythmicité qui forme des anneaux. »



« Et cette configuration de référence se transforme en un animal, chacun des anneaux va correspondre à une partie du corps, donc les formes ne sont pas que des formes.

On ne peut pas décrire un animal seulement comme une forme.

Il y a un anneau de grosses cellules et un de petites. Les petites sont les cellules palmaires et les grosses sont les cellules dorsales.

En fait, au départ, toute la peau ventrale, c'est un anneau mou et toute la peau dorsale, c'est un anneau un peu plus dur. Tous les boyaux, c'est un autre anneau et tout le système nerveux, c'est un petit disque au centre.

Dans les faits, on a, à l'intérieur d'un corps, différents segments : un compartiment nerveux, un compartiment digestif, des muscles, des tas de choses. Les animaux et nous-mêmes sont une merveilleuse architecture de choses qui s'accordent les unes avec les autres, pour que tout fonctionne.

Vous ne pouvez pas décrire la forme sans décrire tout, en bloc.

Donc la question est : a-t-il fallu des coups de mutations un peu au hasard, dans toutes les directions pendant 600 millions d'années pour passer d'une blastula à un être fini ?

Ou est-ce qu'il existerait un **phénomène physique qu'on n'aurait pas vu**, qui est capable de transformer un disque de 4 mm en un animal, en une vingtaine de jours, dans le cas d'un poussin ?

La réponse est qu'il existe un phénomène physique qui transforme une succession d'anneaux, la configuration de référence, en un animal dans un sac. C'est une configuration de base qui se déforme.

Donc, qu'est-ce qu'un animal ?

Dès lors, un animal, c'est une somme de tubes dont la configuration de référence est un groupe d'anneaux, mis les uns dans les autres comme des poupées russes.

Un animal, c'est un ensemble de tubes dans des tubes et encore dans des tubes c'est-à-dire que le corps est un tube avec, à l'intérieur, des tubes nerveux, digestif...

Il existe donc un phénomène qui transforme les anneaux en tubes, **c'est cela le phénomène physique, réduit à sa plus simple expression.** Tout cela concerne la géométrie.

Mais la géométrie, c'est statique, elle n'évolue pas, un triangle reste un triangle.

Suivez-bien le raisonnement :

Si la géométrie reste statique. Il faut exercer des forces dessus, transformer la géométrie par étirements.

Mais les **forces** dans les embryons qui vont fabriquer les embryons, **sont dans l'embryon lui-même.**

Or l'embryon est fait d'anneaux. Donc si **l'embryon est fait d'anneaux** et que c'est l'embryon qui tire, qui exerce la force, alors **les forces aussi sont dans les anneaux.**

Donc on a une géométrie sur laquelle se superpose une dynamique qui est que :

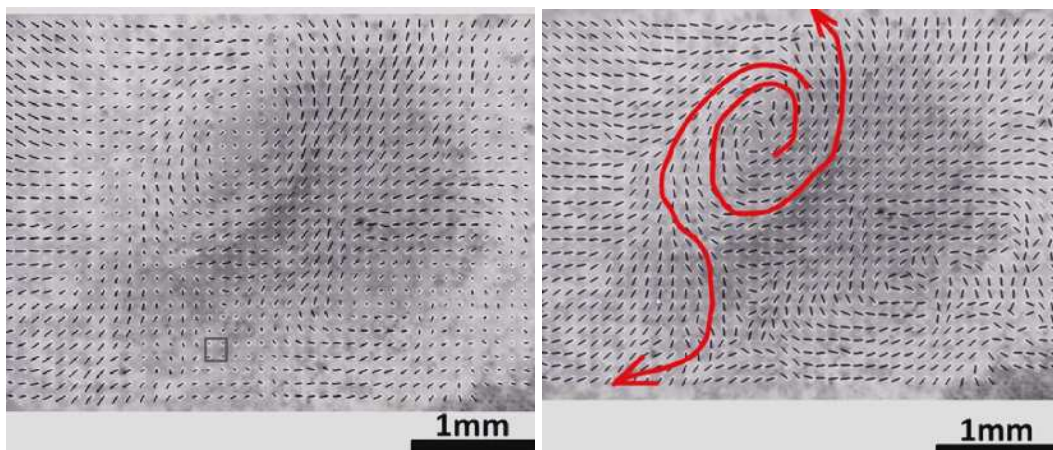
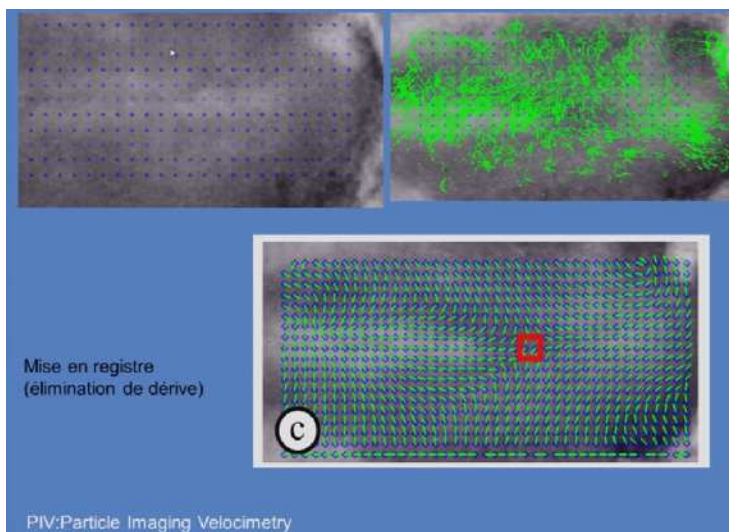
Cette géométrie exerce sur elle-même des forces, des forces en anneaux, un peu comme les cordons de K-way qui feraient le tour de la couture d'une capuche. Et il y en a autant qu'il y a d'anneaux. Cette dynamique tire les cordons de différentes manières. Et le résultat devient un chat, un oiseau ou un homme.

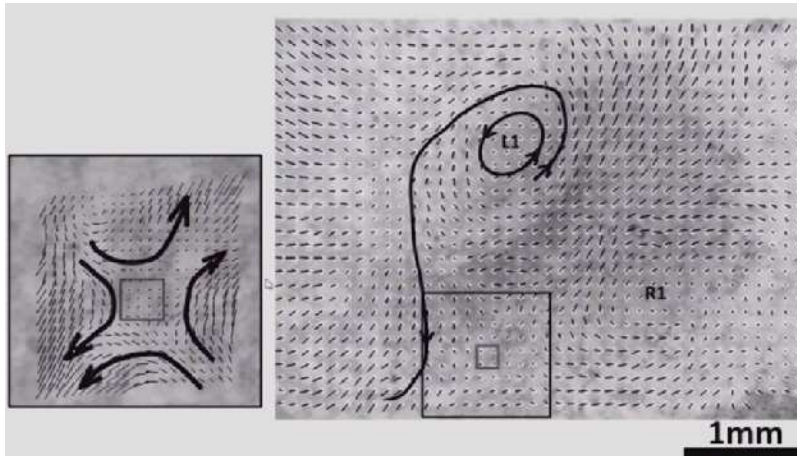
Voilà la logique de la création qui est finalement toute simple.

Et ce sont des **champs de vitesse** qui causent la transformation des rondelles, en poisson, en poule... **Ce ne sont pas des coups de sonde aléatoires.**

C'est cela l'origine de l'homme : c'est le fait que la blastula, le disque, démarre avec un écoulement en **vortex** hyperbolique (tourbillon en entonnoir), **hydrodynamique** (relatif aux mouvements des liquides).

Tous ces points sont des cellules de différentes tailles en mouvement, en rotation, à différentes vitesses.



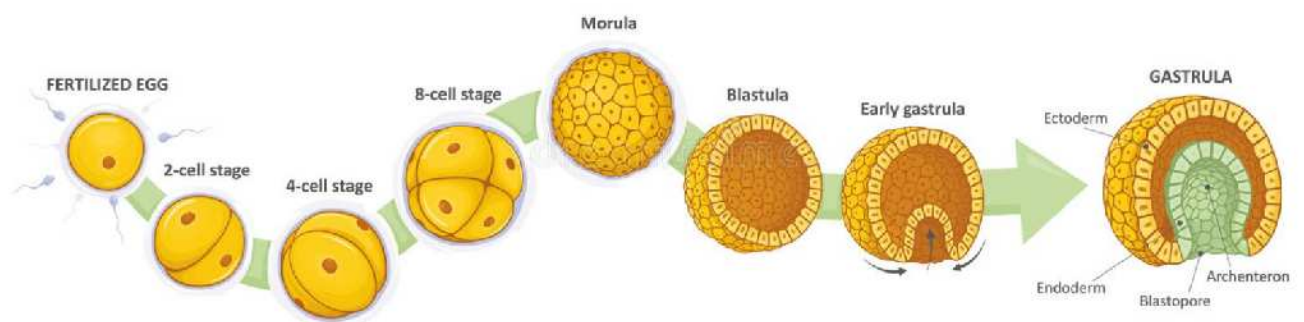


L'écoulement s'aplatit et s'éloigne dans les deux directions, donc c'est un point hyperbolique élongationnel, c'est un objet mathématique d'une simplicité biblique, qui va de soi. C'est comme si j'aplatissais de la pâte à modeler qui va s'étaler dans l'autre direction. Cela vient d'une loi de conservation de la matière en physique et non pas d'un gène. Il se forme de grands **vortex**, des tourbillons. »



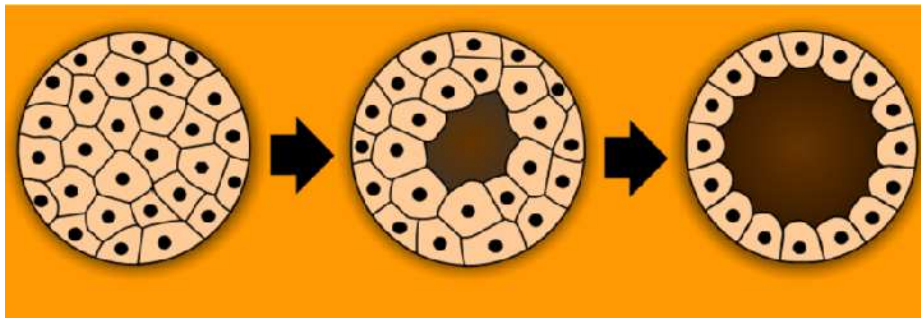
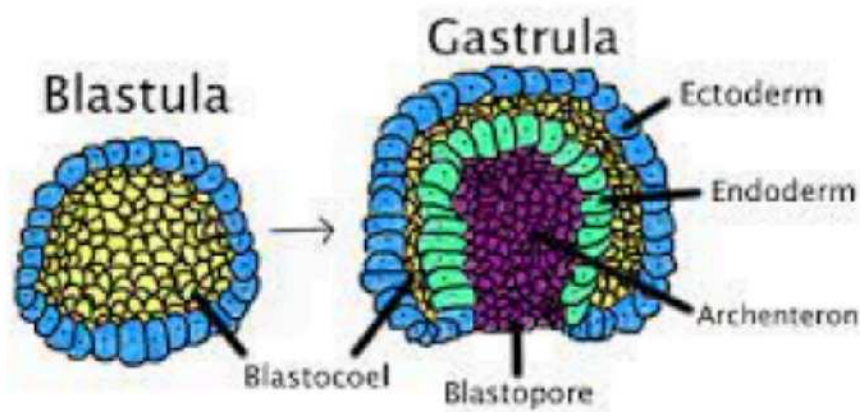
<https://www.youtube.com/watch?v=eQNxHGpK7Wc>
 Développement d'embryons de poisson en 24 heures (46 secondes)

HUMAN EMBRYONIC DEVELOPMENT



https://www.youtube.com/watch?v=RQ6vkDr_Dec
 Film : Développement embryonnaire du poisson zèbre à une résolution de cellule unique (1,41 minute)

Quand on zoome dans la **blastula**, avant que toute la mécanique démarre, il y a un anneau particulier : un anneau de grosses cellules, **gastrula** (première étape de la délimitation du corps)

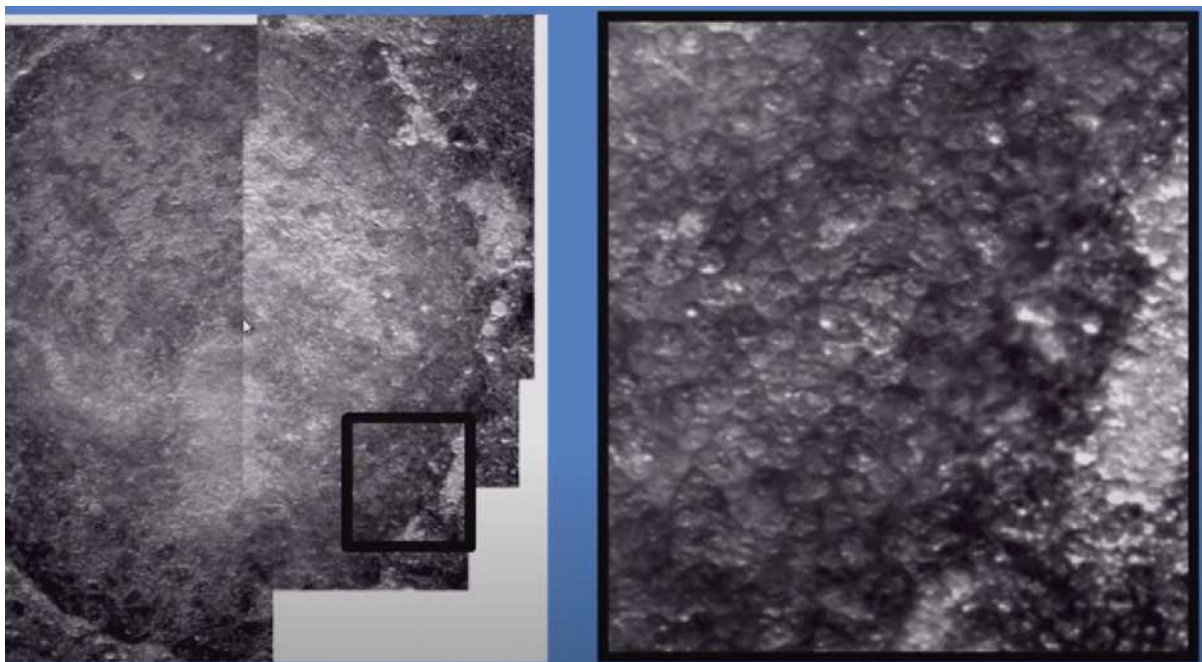


<https://www.youtube.com/watch?v=Lgb4wMsZwZA>

Gastrulation (25 secondes)

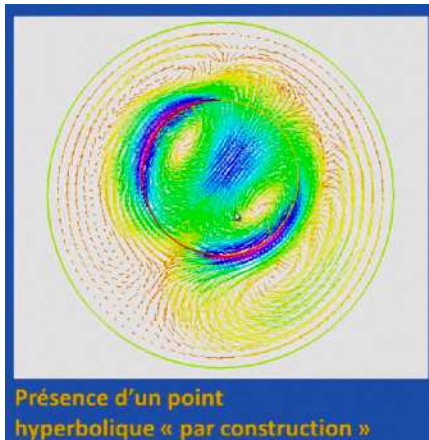
<https://www.youtube.com/watch?v=qisrNX3QjUg>

Gastrulation et neurulation (première étape de la formation de la moelle épinière) d'un amphibien (30 secondes)

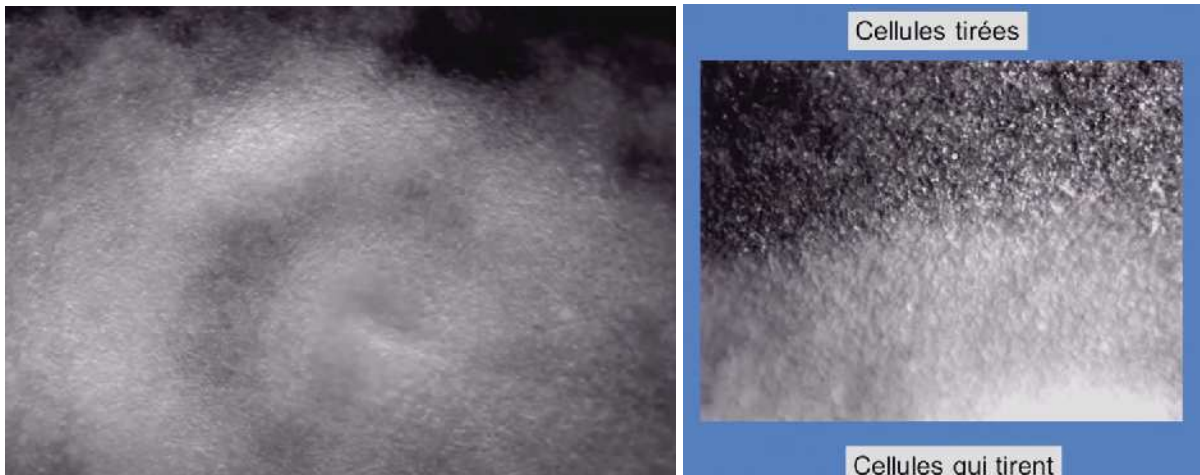


« Puis d'autres anneaux, faits de petites, moyennes et grosses cellules, se forment, et tous les anneaux s'étirent. Les grosses cellules tirent plus que les petites. Cela commence par un cordon,

comme un porte-monnaie qui tire sur le bord, sur une matière qui a la **consistance de la gelée**, c'est comme si je passais une petite cuillère dans une galette de miel de 5 mm pendant sept heures. Le résultat est que des tourbillons se forment.
C'est le même genre de physique qu'en météo : la tornade.



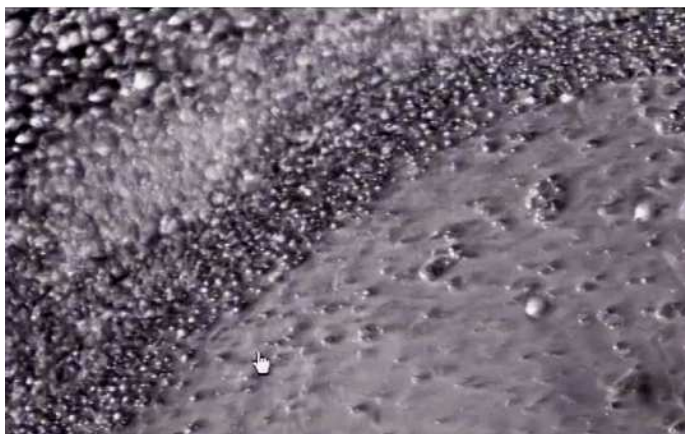
Les tourbillons des différents anneaux formeront, au centre, l'anus (premier relief).



On peut aussi le comparer, au niveau du mécanisme, à une sorte de tectonique des plaques sur la Terre.

(La tectonique des plaques désigne les déplacements qu'effectuent les plaques situées sous la croûte terrestre et qui entraînent la dérive des continents et la **formation de reliefs** tels que les montagnes ou les volcans.)

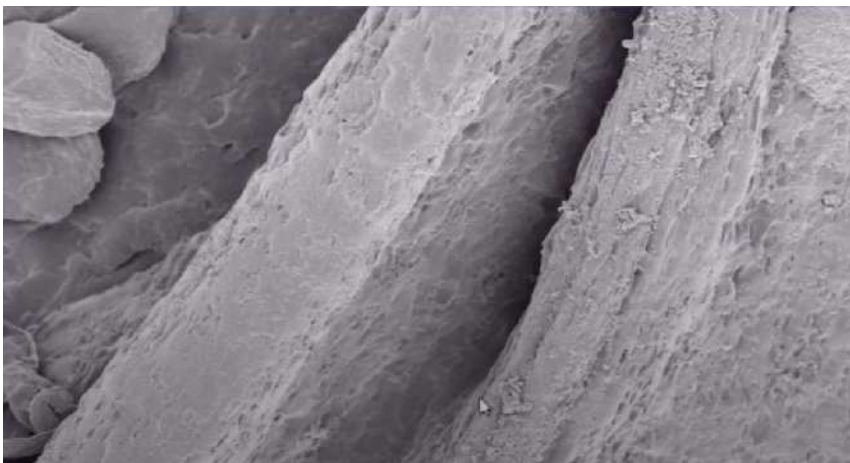
Voici les cellules d'un anneau qui va se contracter.



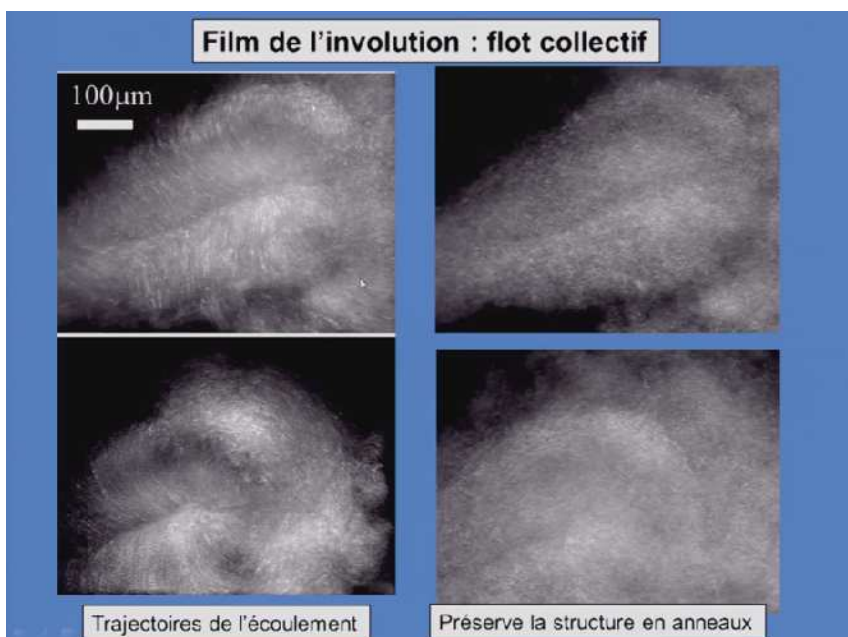
Ensuite il y a un moment où le plat devient un surplomb*, un gousset.



Vue au microscope électronique, les disques s'allongent, les cellules sont alignées et coopèrent. Il y a de petites contractions, cela frémit.



Les différents anneaux sont prêts à plier exactement à un endroit qui est prédéterminé.

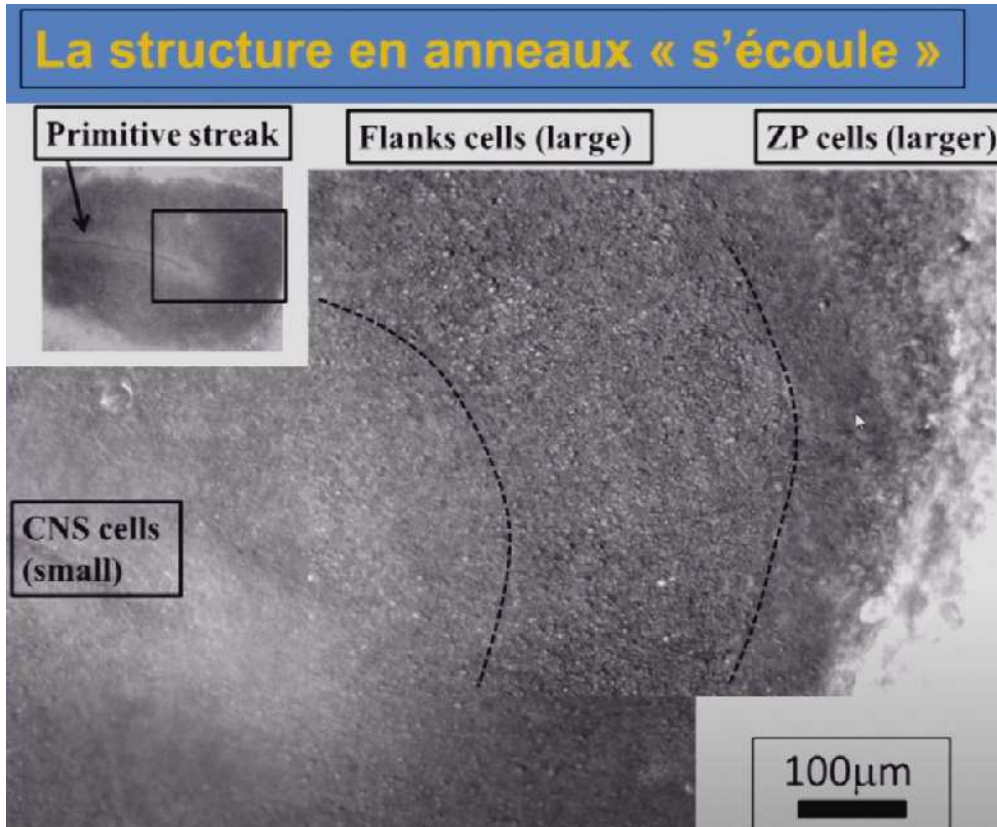


Surplomb* : partie qui est en saillie par rapport à la base

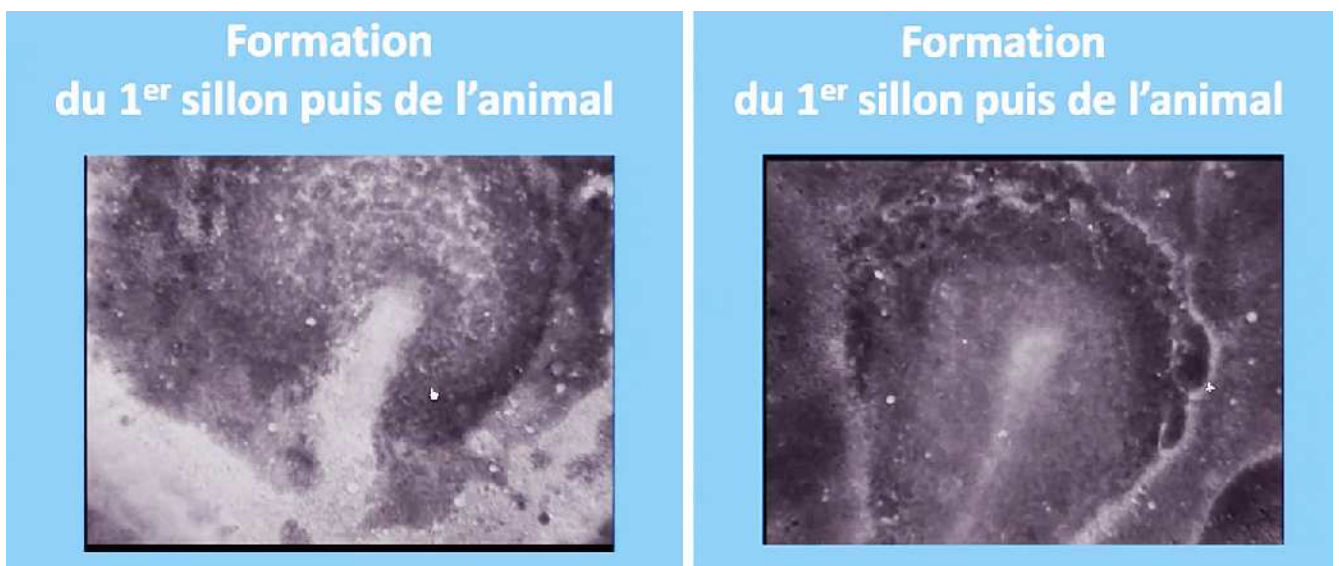
Mais on ne voit toujours pas de poussin !

Pendant ce mouvement de carrousel, comme il est très lent, il n'y a pas de brassage et donc les frontières entre les petites cellules, les moyennes et les grosses cellules sont déformées mais elles perdurent.

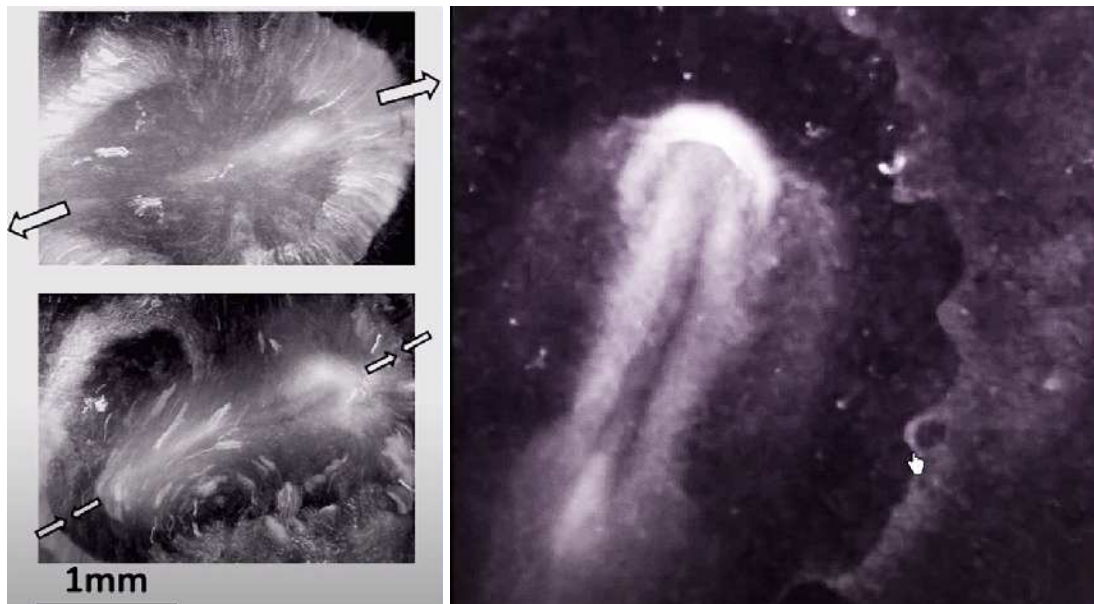
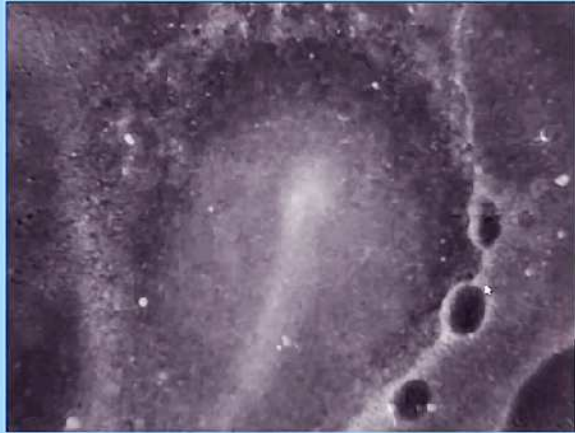
C'est un peu comme un gâteau marbré, vous avez du noir et du blanc, vous tournez lentement. Aussi la frontière entre le noir et le blanc se déforme mais elle existe toujours.



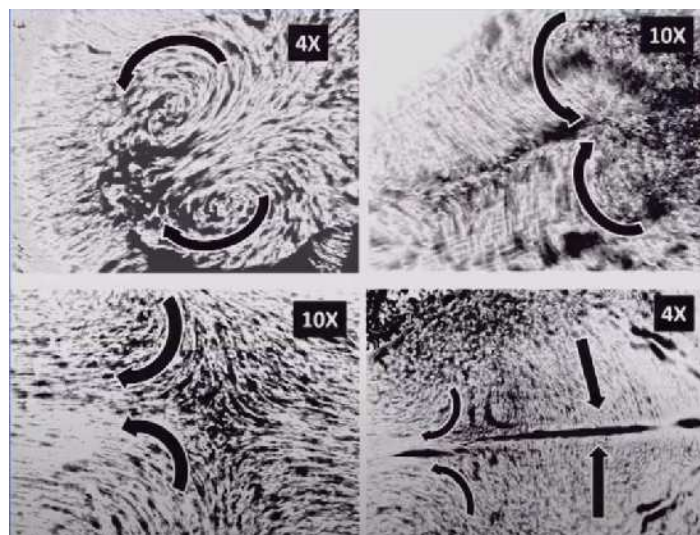
Ce qui se passe après : des cellules commencent à s'échapper, elles partent sur le côté, ici vers la droite.

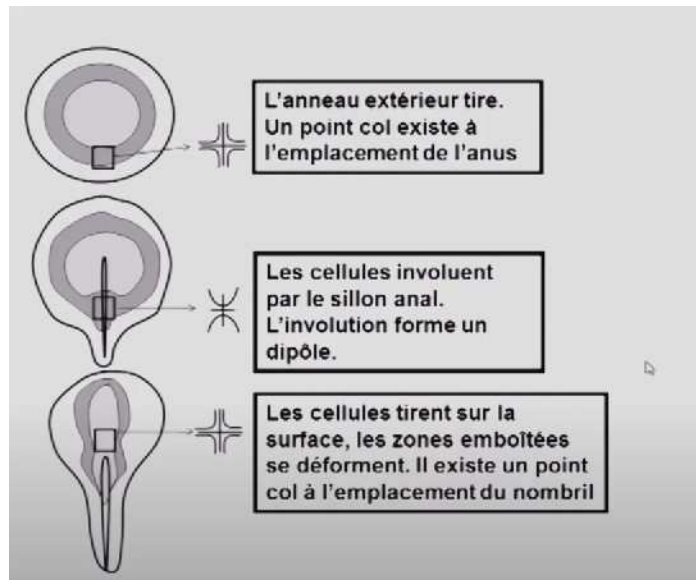


Formation du 1^{er} sillon puis de l'animal

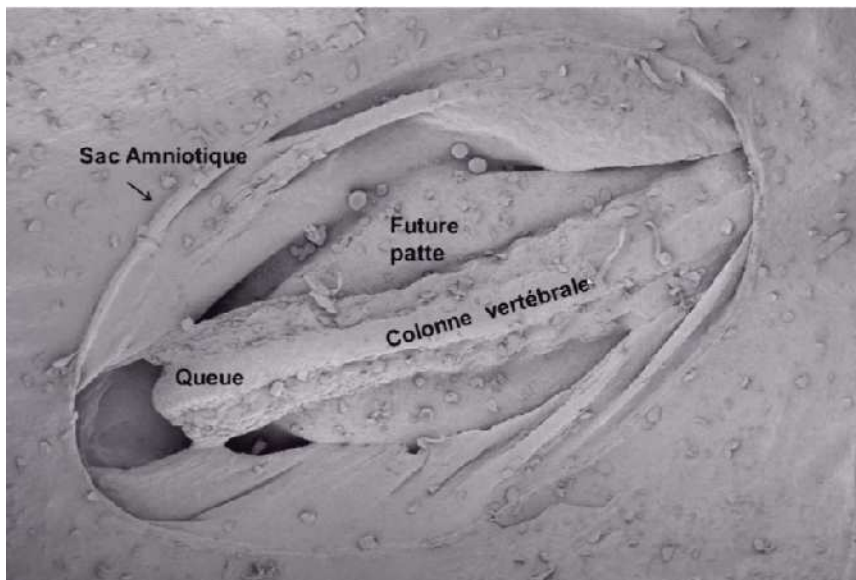


Les mouvements continuent lentement, ça tourne, ça s'engloutit, ça tire pour se placer au bon endroit, selon la grosseur des cellules et former les différents organes.

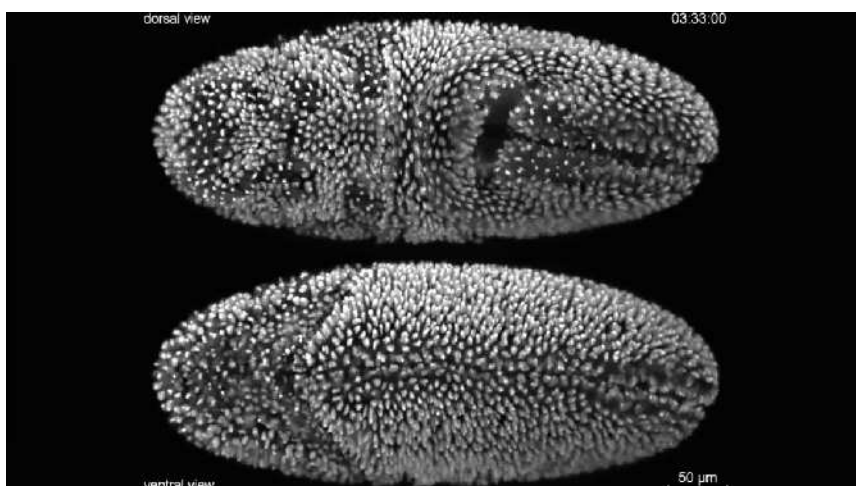




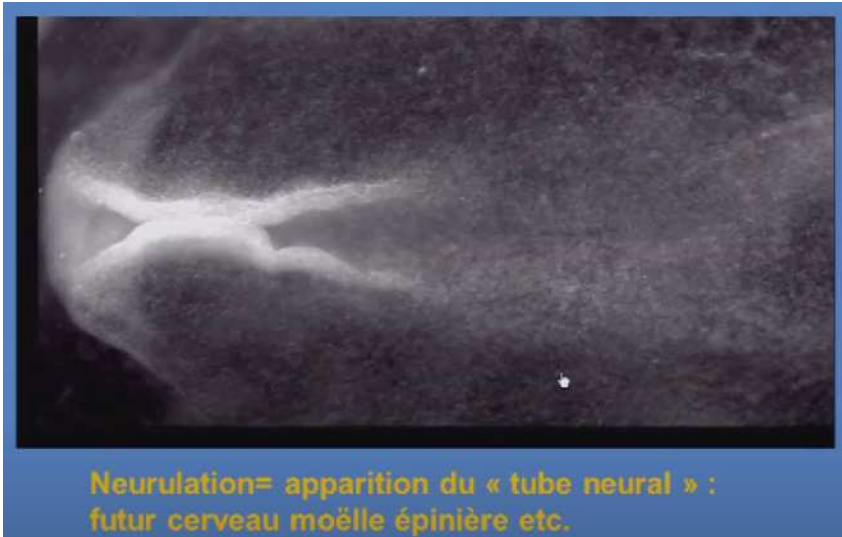
Comparons le début de l'embryon d'un poussin



Avec celui d'une mouche



Le développement suit le même principe.

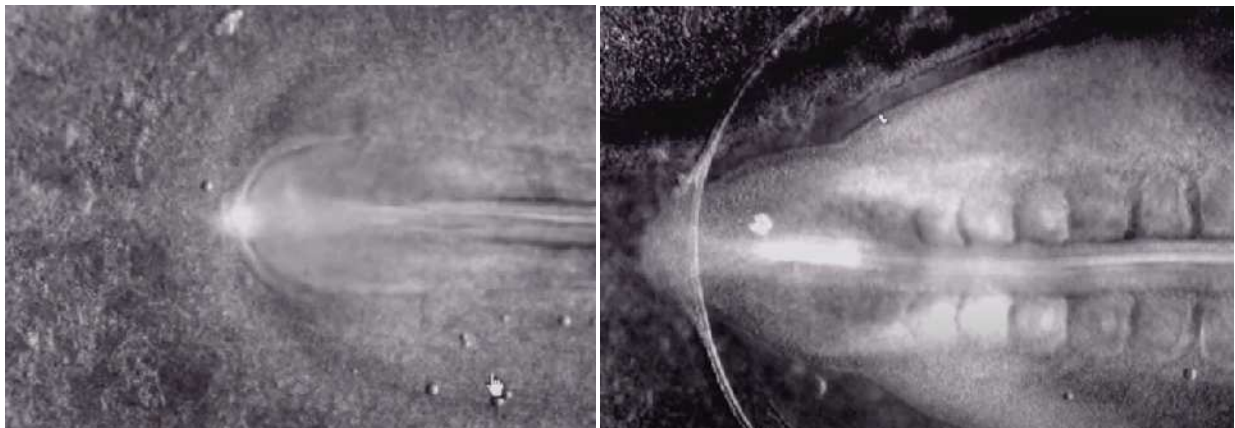


Le premier enroulement a créé le pli central, le pli central est passé par-dessus l'anneau d'après, qui a créé le cœur et les viscères et cela s'est refermé sur le ventre.

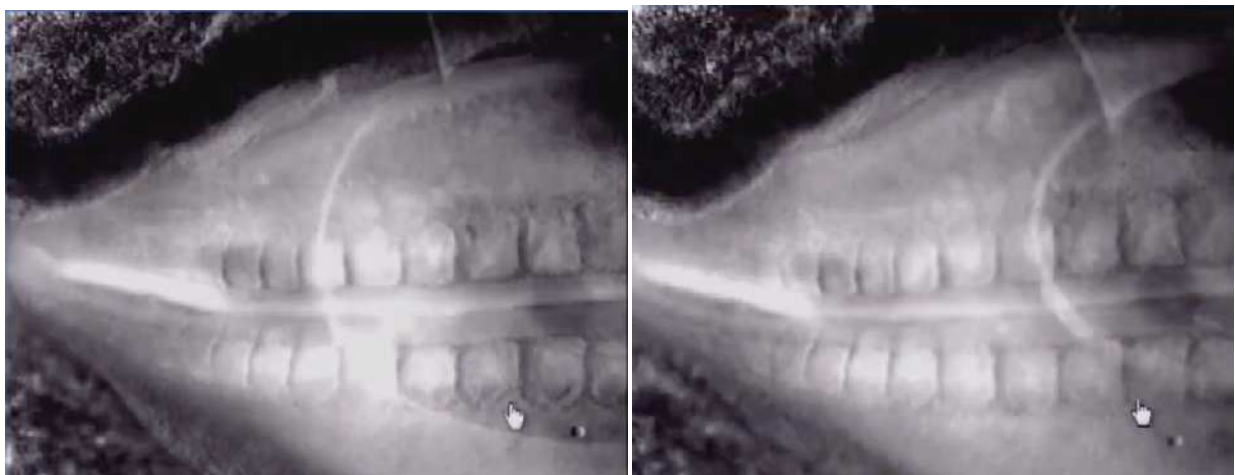
Cela continue, l'anneau d'après déclenche la fermeture du sac amniotique.

Les plis continuent à tirer et se referment suivant l'axe médian.

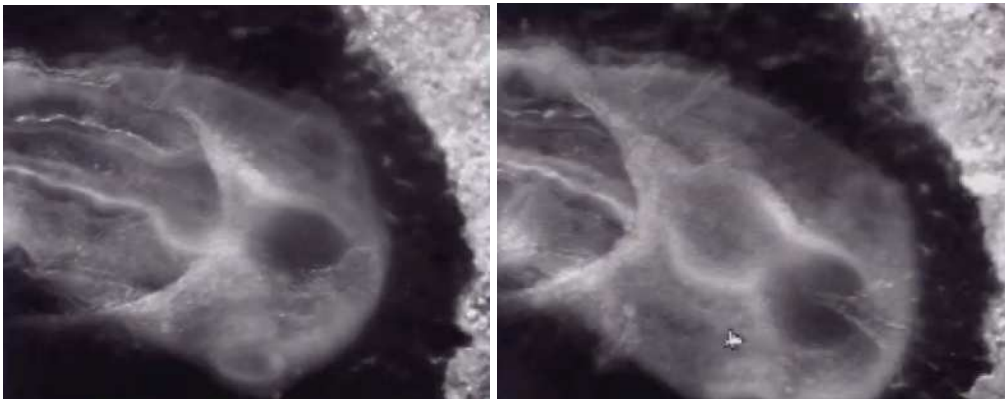
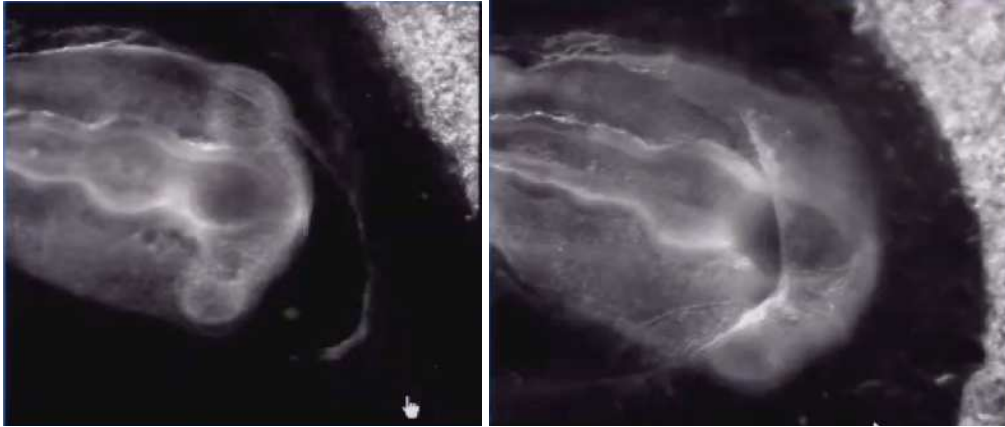
Cela devient la queue, cela gratouille la surface et déclenche la contraction de l'anneau d'après.



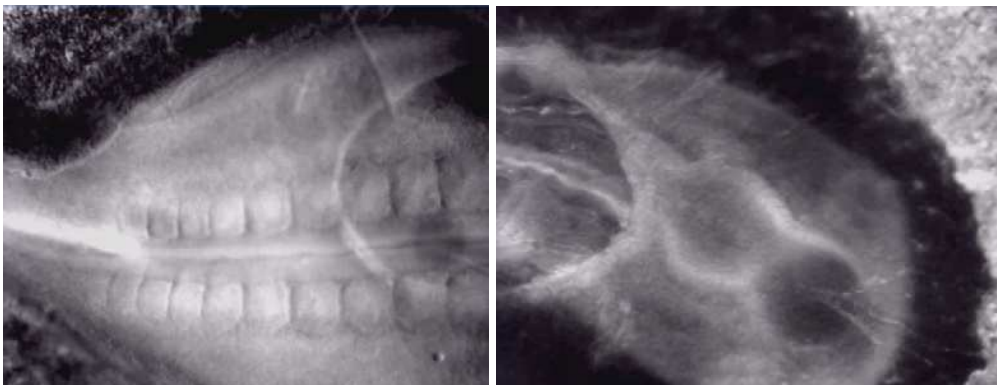
Du côté de la queue



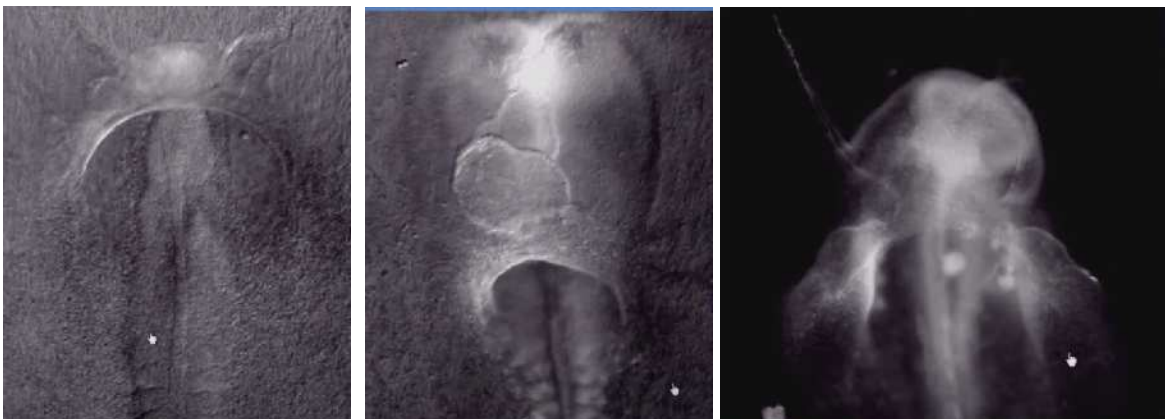
Mais aussi du côté de la tête :

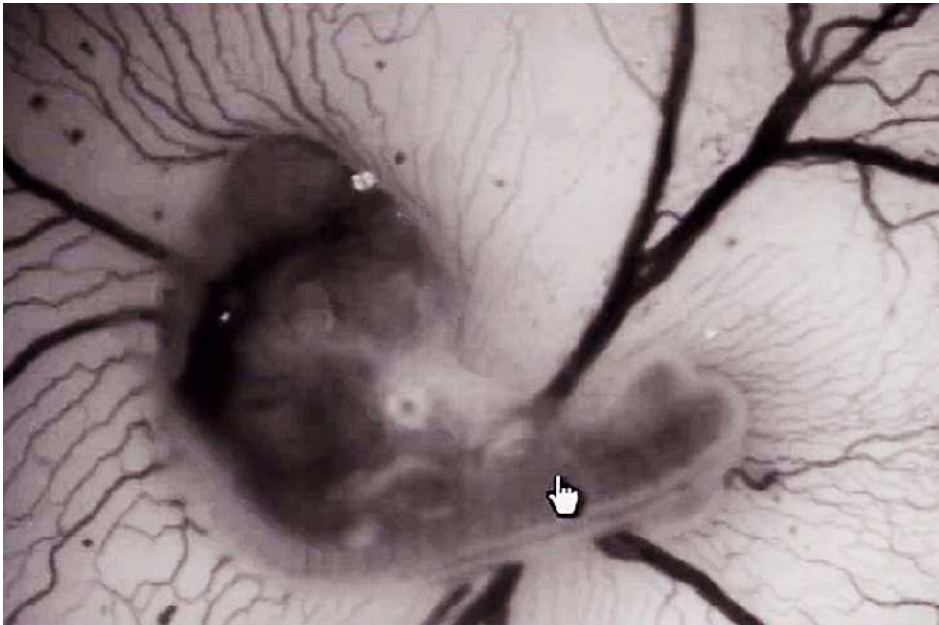


Les deux demi sacs se rejoignent.



Et cela finit par emballer le fœtus dans un sac, les deux capuches se referment sur le corps.





Pendant que le sac se replie, la formation des pattes apparaissent :



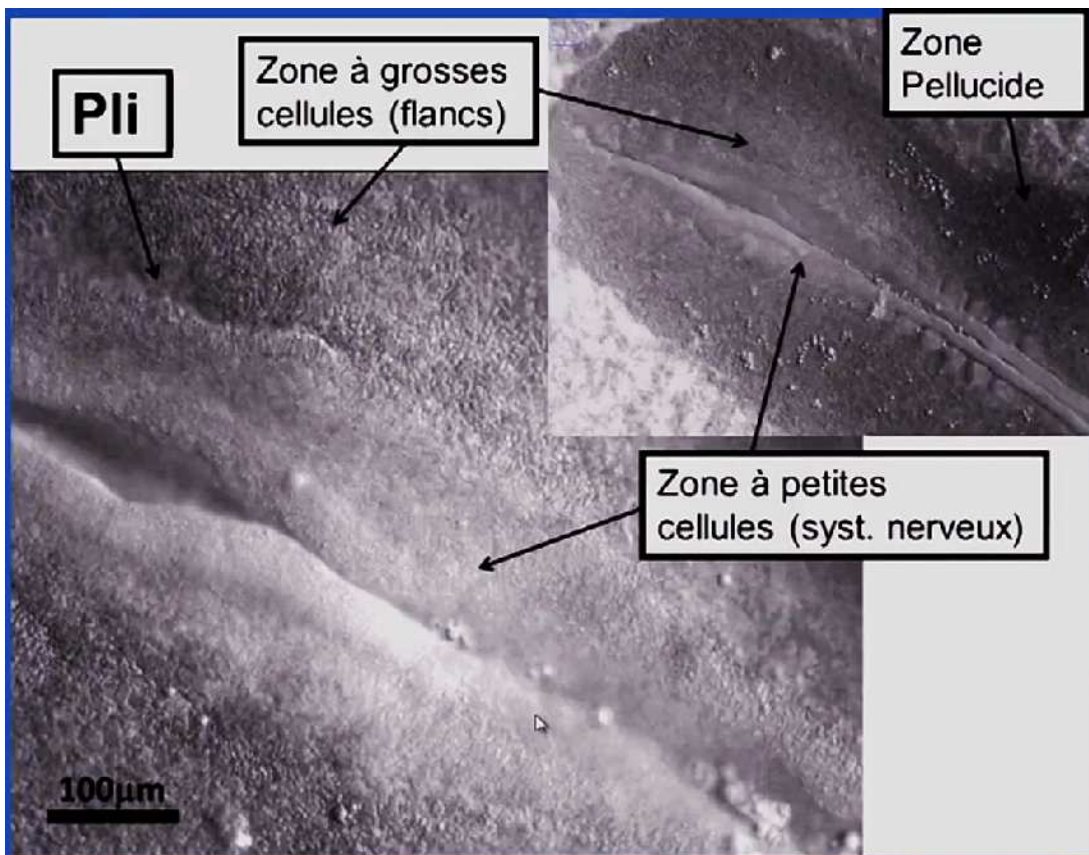
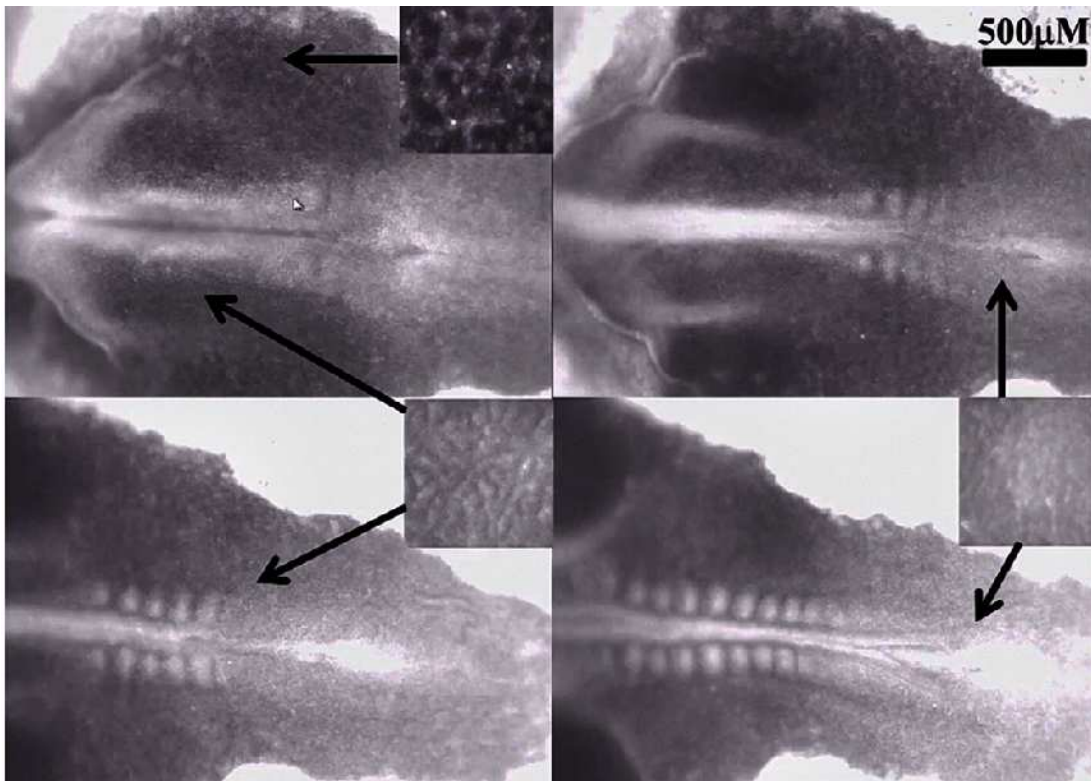
Tout ce qui vient d'être décrit se passe en 8 heures, à partir de la fécondation, jusqu'à ce que le sac soit fermé.

Et l'origine de tout cela, c'est cette structure en anneaux.

Tous ces mouvements suivent des vortex. Quand une partie tire sur la surface, elle entraîne et enroule une autre partie.

La logique est donc qu'il y a un premier tube, au centre, qui s'appuie sur la frontière entre le premier disque-anneau et le disque central.

Un deuxième tube se forme, s'appuyant sur la frontière du suivant, le troisième disque. Et ainsi de suite. Après l'anneau neuronal, il y a le digestif qui forme un autre tube et ainsi de suite, suivant les anneaux qui, souvenez-vous, ont des cellules de différentes tailles.



Les yeux, le cerveau et les premières vertèbres sont déjà apparus, grâce à des **mouvements hydrodynamiques constitués de vitesses différentes.**

On peut imaginer que ces instructions moléculaires sont câblées, codées à l'intérieur de l'ADN.

Nous-mêmes, nous utilisons, en ingénierie, les embryons dans des buts thérapeutiques. Un ensemble d'outils nous permettent de modifier la constitution génétique d'un organisme en supprimant, en introduisant ou en remplaçant de l'ADN. Cela s'appelle le génie génétique. »



« Ainsi toutes les parties du corps sont faites comme ça. Tous les anneaux se contractent. **Cela se déclenche comme une sorte de reflex, des spasmes.**

C'est le même principe pour la tête, les pattes, le cerveau, le sac amniotique... Ils suivent tous un écoulement particulier de certaines cellules. Et toutes les parties du corps sont générées à la même vitesse, dans tous les poussins. **C'est de la robotique, c'est un ensemble de techniques permettant la conception et la réalisation de machines automatiques fabriquées, non pas à partir de matériaux solides mais à partir d'une substance visqueuse.**

Le corps est une symétrie, le cœur, c'est deux moitiés de cœur qui sont collées ensemble. Nous sommes tous faits de deux moitiés.

En tant que biologiste, il faut un modèle avec une tactique chimique, pour expliquer pourquoi les cellules remontent là et redescendent à un autre endroit.

Mais quand on superpose les plans, on voit que **ce ne sont que des vortex**, c'est la chose la plus facile en physique.

Toute la formation du corps suit des principes physiques.

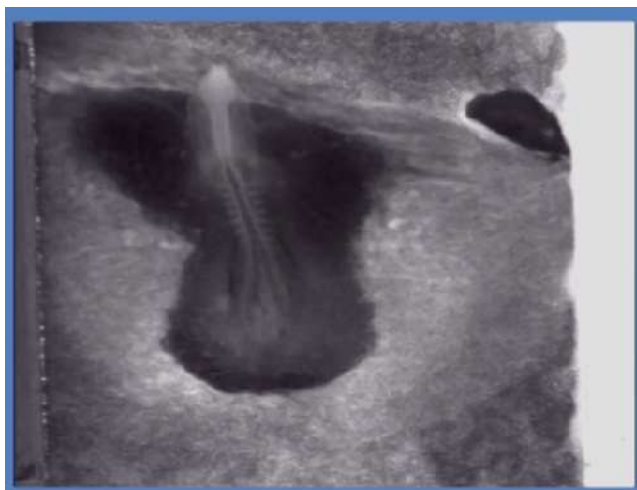
Si le tissu d'un côté tourne, c'est parce que la queue pousse de l'autre côté.

Les variations fonctionnelles des champs de vecteurs, c'est-à-dire le mouvement, a une explication simpliste. C'est comme si je passais mon doigt dans du yaourt, il y a une différence de température quelque part et donc une tornade se forme.

La cause est très simple, la conséquence est très compliquée parce que les lois de la physique le sont.

Les animaux vont être différents si l'on plie plus ou moins tôt dans les mouvements de traction.

Les parties périphériques sont très molles et les parties centrales sont plutôt rigides, dues aux différentes sortes de cellules. Le centre, la future colonne vertébrale ne change pas, même si on tire sur le côté car l'ensemble de ces cellules crée une texture plus solide.



Tout le corps est formé de cellules, c'est comme si vous aviez des aimants qui attirent les cellules, on pourrait les comparer à de la limaille de fer.

Par exemple, la formation de l'œil se fait en une seconde !

Evagination des cupules optiques,
dilatation du mésencéphale



Les cupules optiques se « cognent » contre la peau (future paupière).

Evagination des cupules optiques,
dilatation du mésencéphale



Les cupules optiques se « cognent » contre la peau (future paupière).



La tête prend forme, les cupules optiques se
retournent « comme une balle de ping-pong
écrasée »



Il y a beaucoup de controverses sur l'œil, cet objet merveilleux, qui s'est développé en millions d'années !

En réalité, ce n'est pas plus difficile, pour la nature, de faire un œil que, pour vous, de marcher sur une balle de ping pong.

Si vous marchez sur celle-ci, passé un certain seuil, elle se casse. Une fois que c'est fait, c'est irréversible. Mais quand vous faites des plis dans du vivant, ils continuent à se développer.

Imaginez que vous ayez une même balle, vivante, une fois que vous auriez marché dessus, le pli continuerait et remplirait toute la cavité et vous auriez fait un œil. C'est comme ça que sont faits les yeux, le pétale de cerveau pousse contre sa paupière, cela se retourne comme un globe et cela devient un œil.

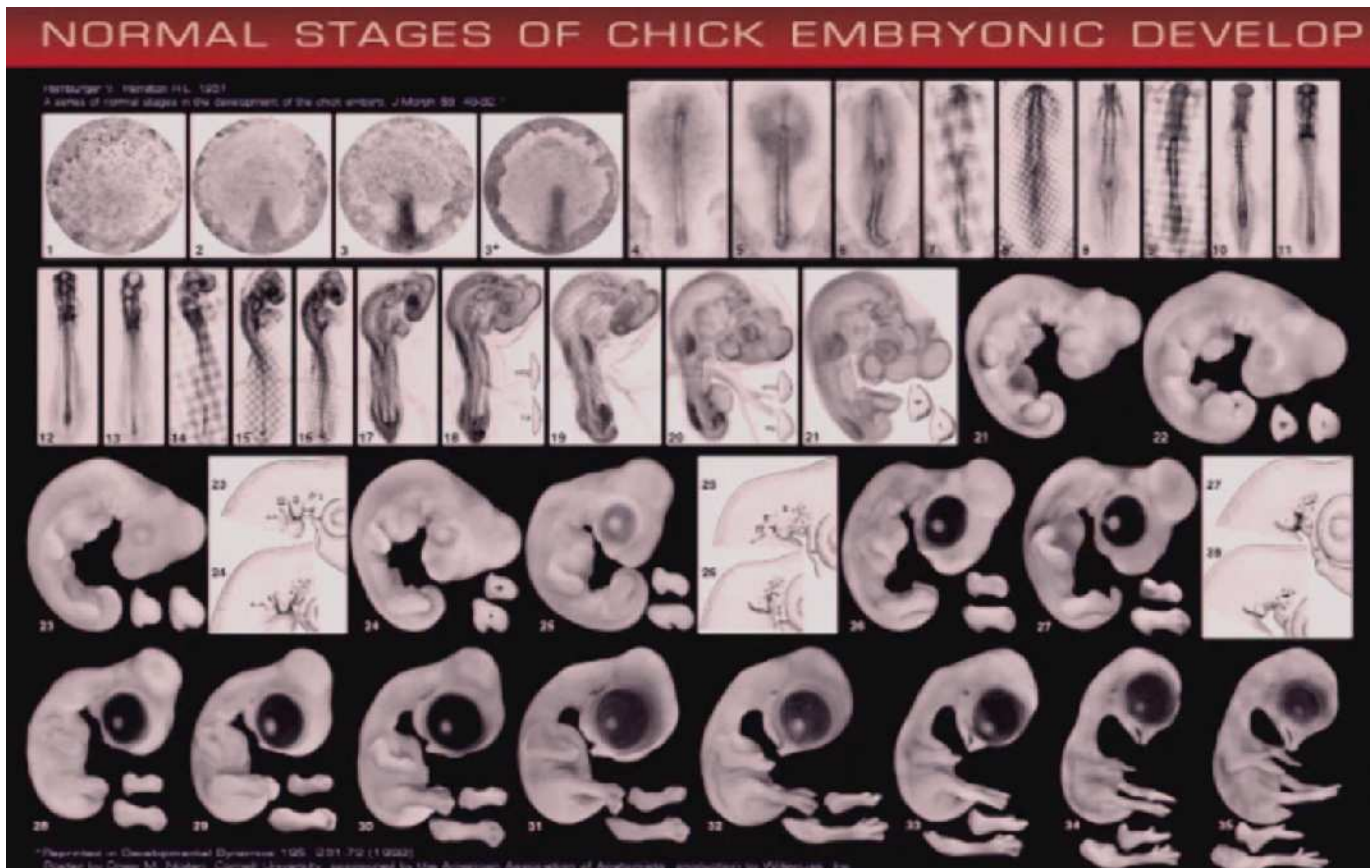
C'est très facile de faire un œil quand on le comprend dynamiquement, parce que c'est déjà un morceau de cerveau.

Donc la morphologie d'un être est très rapide, sans hésitation, ni aucun hasard.

Pour le poussin en 8 heures. Après il se figole et grandit. »

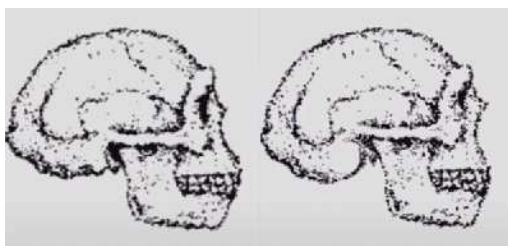


Développement total d'un poussin en 21 jours.



« On se rend compte maintenant que cette dynamique, ces mouvements avec des tractions qui enroulent toute la matière de façon physique, on ne peut pas en modifier seulement une partie : les champs contraires sont conservatifs dans la masse, on ne peut pas agir à un endroit sans qu'il y ait un impact à un autre. Ce sont les lois physiques qui s'appliquent. Par exemple, si la mâchoire recule, alors le cerveau grossit. On ne peut pas indépendamment grossir le cerveau sans réduire la mâchoire.

Autrement dit, si vous avez une grande gueule, vous avez un tout petit cerveau !



Gorille

Homme

C'est vraiment une vision tout à fait **déterministe** de l'évolution, c'est un système dynamique **qui n'a rien du hasard**.

Les lois de la nature, les lois physiques sont des objets d'ingénieur, au sens le plus pur du terme.

Le poulet existe depuis 600 millions d'années.

On nous dit que cela fait 600 millions d'années que les animaux évoluent et se transforment au hasard !

Mais maintenant que nous pouvons examiner la formation d'un poulet in vivo. On voit que **tout se transforme très vite en suivant un chemin tout tracé**. Ce n'est pas une succession d'essais, de coups de sonde qui ajouteraient des parties pour qu'au final, on puisse appeler cela un animal. Ce sont des anneaux, les uns dans les autres, qui s'étirent à vitesse constante.

Le résultat est un animal. »

« Chez Darwin, il existe un archétype, c'est l'animal de base sur lequel tous les autres sont construits.

Donc chez Darwin, il y a un ancêtre des vertébrés puis tous les autres vertébrés se sont bâtis sur le type initial.

Comment s'est fait le premier archétype, le premier vertébré ?

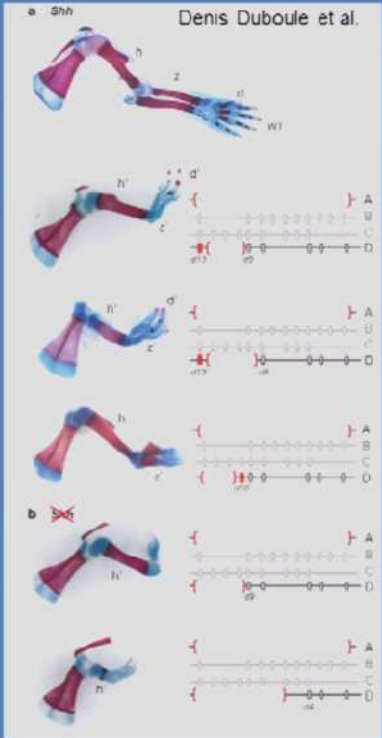
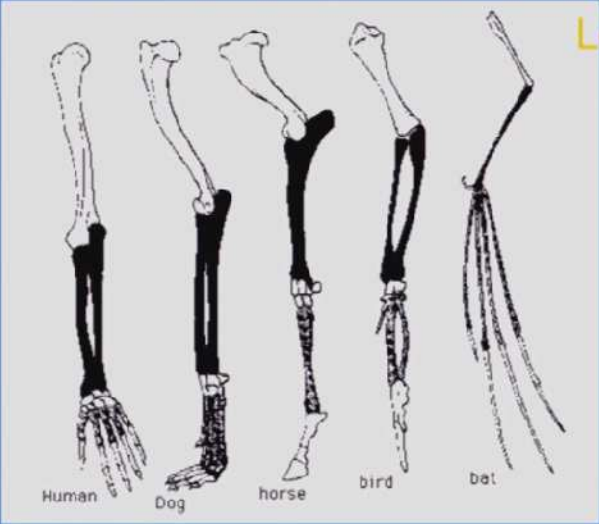
S'est-il donc fait en une seule génération ?

S'il y a un premier animal fonctionnel, comment est-il donc apparu s'il est le premier ?

Il y a un problème de logique. Il y a un paradoxe de l'évolution. »

Anatomie comparée de la patte des animaux :

Les gènes poussent des curseurs



On peut modifier beaucoup de gènes: ça semble **pousser des curseurs** le long d'un axe

C'est quoi la première patte?

On voit bien qu'entre les différentes pattes, pour un mathématicien ou un physicien, il n'y a aucune nouveauté, c'est ce qu'on appelle des transformations infimes ou par morceaux. **C'est un peu comme bouger un curseur d'ordinateur dans un sens ou dans un autre.**

Et la génétique le confirme : vous prenez une souris, et (vous êtes très méchant) vous commencez à supprimer des gènes de morphogénèse de la souris, vous faites des « chaos » comme on appelle ça et vous fabriquez des souris avec des pattes de plus en plus courbes mais un peu de façon télescopique.

C'est facile à faire, tant que vous ne voulez pas fabriquer une souris qui a une tête à la place de la patte.

C'est un exemple d'archétypes de Owen. »

« Le paradoxe est le suivant : les animaux se transforment les uns après les autres par un mécanisme (qui n'est pas encore vraiment compris).

Mais, pour pouvoir déduire les filiations, la succession de choses issues les unes des autres, il faut que l'on ait une vue d'ensemble afin d'identifier les manques et faire les changements nécessaires.

Mais le problème, c'est que cela suggère un **déterminisme, la création d'un système selon lequel les événements sont déterminés par des précédents, qui suivent une loi de cause à effet, un système d'amélioration qui s'est mis en place seul ? Au hasard ? »**

Chez certains poissons, les nageoires se sont transformées :

Des nageoires sont devenues des pattes pour pouvoir marcher sur terre.



Chez d'autres, les nageoires sont devenues des ailes pour s'envoler dans les airs.



« On n'a pas l'impression que cela s'est fait au hasard, on a l'impression que balistiquement* les pattes s'allongent ou rétrécissent pour une raison précise, on ne voit pas de poissons qui auraient des pattes en forme de bretzel, pas même dans les fossiles »



Bretzel

Stephan Leduc, un physicien français, disait déjà dans les années 20 que « la biologie, ce n'est que de la physique plus compliquée. Les êtres vivants sont formés exactement des mêmes substances que le monde minéral, la vie est faite des mêmes énergies, des mêmes phénomènes physiques et chimiques que le reste de la nature. »



Cela a été démontré, il y a une vingtaine d'années pour les plantes. Par exemple, la plupart des plantes obéissent à des structures en spirale de Fibonacci dont nous avons déjà parlé.

La suite de Fibonacci n'est pas inscrite dans le génome, c'est le résultat de la physique.

La formation des plantes (La phyllotaxie.) est largement « auto-organisée » :
Suit une brisure de symétrie physique (Douady et Couder)

Les florets se positionnent sur des parastiques (spirales contra-rotatives):
Le motif est l'attracteur d'une dynamique physique (nombres de fibonacci)

*La balistique est la science qui a pour objet l'étude du mouvement.

La grande question concernant toute la vie : d'où vient cette énergie, cette dynamique, ce téléguidage ?

Comment une cellule est-elle arrivée à se développer de telle sorte qu'elle soit parvenue à créer des êtres vivants ?



Tout ce que nous observons sur l'évolution de la vie donne un peu l'impression que la nature fait des tas d'expériences, dans tous les domaines, pour s'améliorer. Et petit à petit, toutes ces évolutions se rapprochent de la perfection, tout en parvenant à garder le parfait équilibre qui existe sur Terre. Où tout est capable d'œuvrer dans un circuit fermé : notre planète. Rien ne se perd, tout est utilisé, tout a une raison d'être, tout se transforme en autre chose pour revenir à la source et recommencer le cycle. Il est incroyable de se dire que l'eau existante sur Terre est toujours la même depuis le début des temps, les dinosaures ont bu la même eau que nous buvons aujourd'hui, grâce à un circuit de recyclage parfaitement mis au point.

Une chose est certaine, toute la nature est résiliente.

C'est quoi être résilient ? C'est un trait de caractère qui permet de résister aux chocs désagréables ou traumatiques, en s'adaptant à son environnement, en vue de retrouver son équilibre et de poursuivre son chemin.

Et nous, sommes-nous résilients ? Savons-nous nous adapter ?

Ou modifions-nous tout cet équilibre, toute cette beauté, pour qu'il s'adapte à nous ?

