



HAL
open science

L'oeuf ou la poule ? L'important, c'est ce qu'il y a dans l'oeuf

Joël Gautron

► **To cite this version:**

Joël Gautron. L'oeuf ou la poule ? L'important, c'est ce qu'il y a dans l'oeuf. Craquez pour l'oeuf, Jan 2020, Port Louis, Maurice. hal-03625935

HAL Id: hal-03625935

<https://hal.inrae.fr/hal-03625935>

Submitted on 31 Mar 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



L'œuf aux trésors

L'œuf ou la poule ?

L'important, c'est ce qu'il y a dans l'œuf

Joël GAUTRON
joel.gautron@inrae.fr

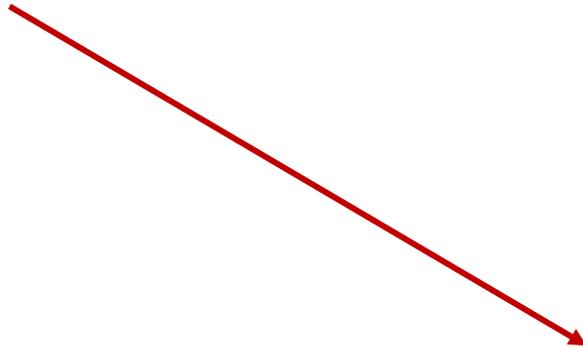
Directeur de recherche
UMR BOA (33) 2 47 42 75 40

Production d'œufs

Les œufs et les poules

Souches Pondeuses

(plus de 300 œufs par an)
Non valorisables pour la viande



L'Œuf de consommation
un produit de base pour
l'alimentation humaine

Souches chair (viande)

(150 œufs par an)
Non valorisables pour les œufs
de consommation



L'Œuf à couvrir

une enceinte close et autosuffisante pour
permettre le développement d'un poussin

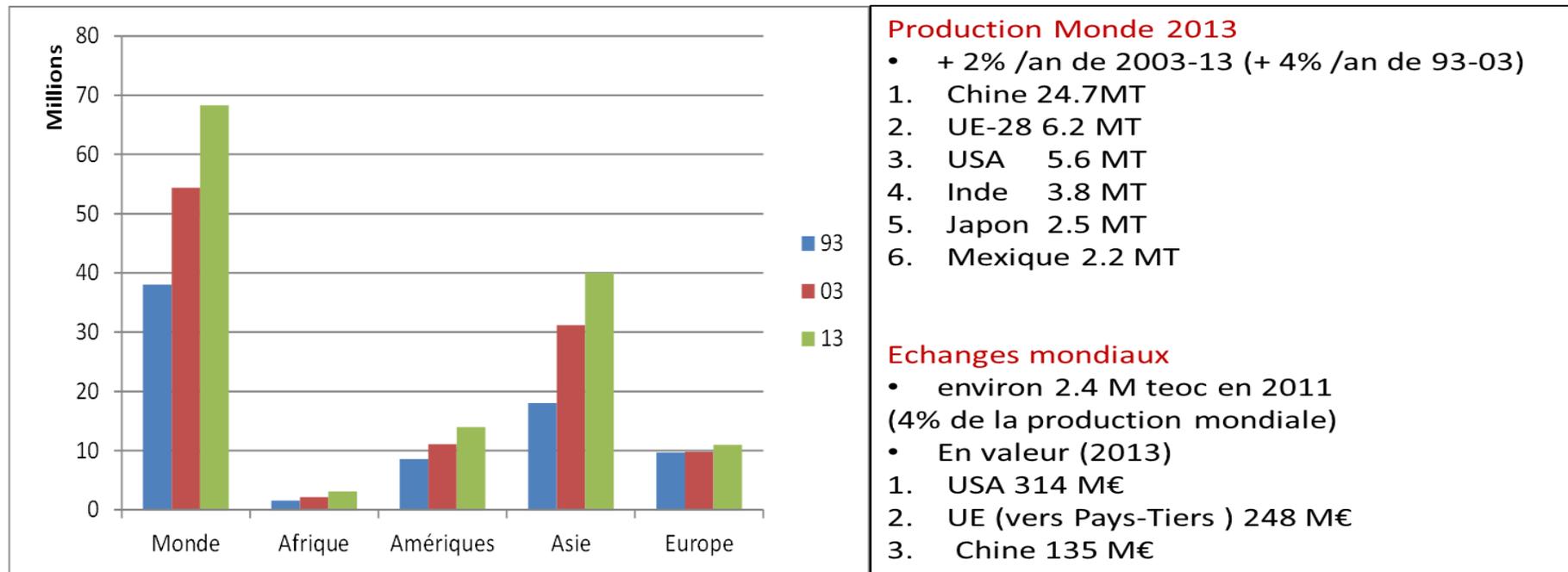
➤ Production d'œufs

Les œufs et les poules



L'Œuf de consommation

un produit de base pour l'alimentation humaine



Itavi d'après FAO, Commission et FranceAgriMer

➤ Production d'œufs

Les œufs et les poules

Enjeux sanitaires, économiques et éthiques



L'ŒUF DE CONSOMMATION

14,7 milliards d'œufs en 2015 en France

Un produit de base pour l'alimentation humaine

- ✓ Risques de toxi-infections pour le consommateur (Salmonelloses)
- ✓ Pertes économiques (environ 8%) : œufs déclassés liés à des **qualités d'œufs dégradées** (coquilles sales, fêlées ou cassées, **mauvaises qualités internes** conduisant à des problèmes de séparation blanc/jaune)



L'ŒUF A COUVER

1,1 milliard d'œufs à couvrir en 2013 en France

Une enceinte close et autosuffisante pour permettre le développement d'un poussin

- ✓ 10% d'œufs clairs (absence de fertilisation, mortalité embryonnaire)
- ✓ Elimination des poussins mâles de la souche ponte (sexage précoce *in ovo*)

> Production d'œufs

Historique de la production d'œufs

- Avant 1950 : basses cour => surtout autoconsommation
- Après 1950 : répondre à la demande (en quantité) et maîtriser le sanitaire (en qualité: zéro risque) => claustration et élevage en cages
- Années 80 90s => « œuf productif »
- Depuis fin des années 90: nouvelles demandes du consommateur en Europe : forte prise de conscience des citoyens sur les systèmes de production agricole en général et animale en particulier, dont les volailles et les œufs → diversification des modes d'élevage
- Les modèles de production européen actuels sont le résultat de cette demande sociale → Directive bien être des poules pondeuses (1999/74/EC).
- Cette réglementation est aussi le **résultat de recherches scientifiques pour satisfaire les 5 libertés du Bien Être animal**: pas faim, pas soif, se mouvoir, pas de peur/détresse, tout en permettant l'expression des comportements naturels.

➤ Production d'œufs

Historique de la production d'œufs

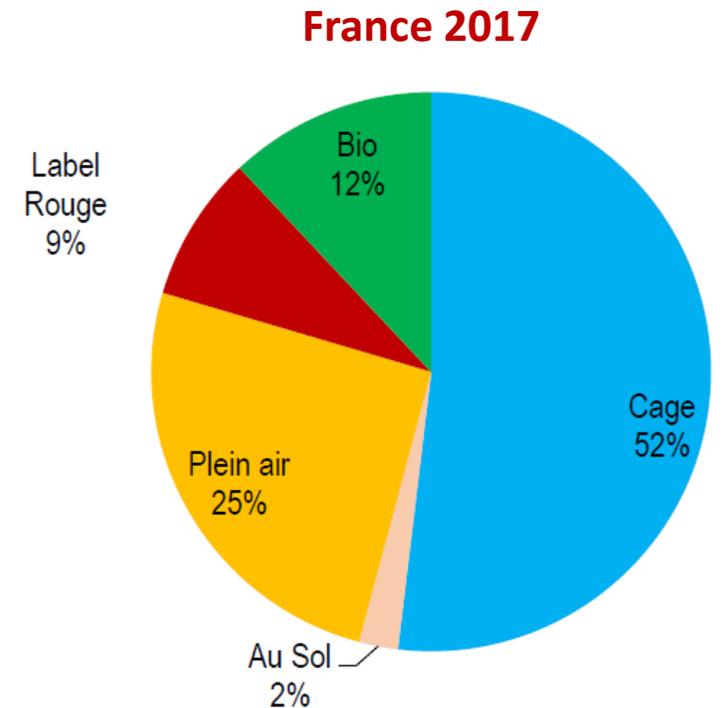
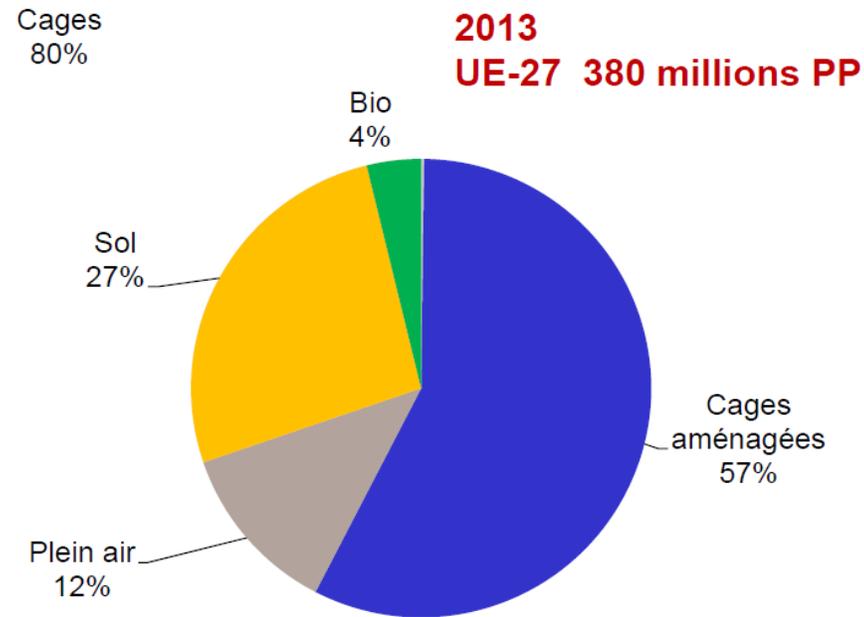
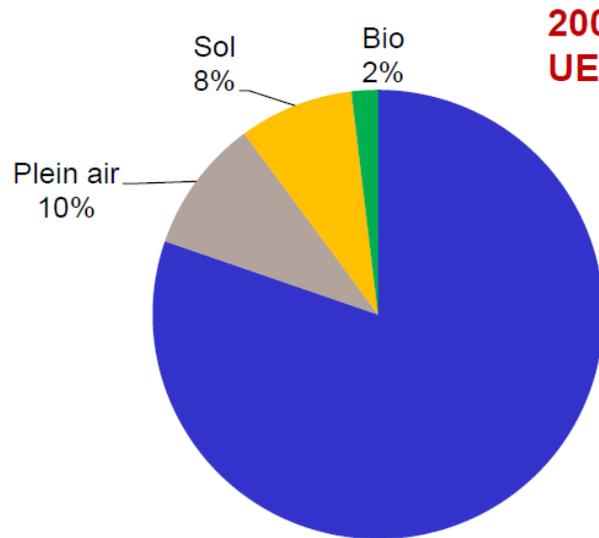
- **Système en cage**
 - **Code 3 : Cage aménagée nouvelles normes**
 - *13 poules/m², perchoirs, nichoirs, aire de grattage et picorage*

- **Systemes alternatifs**
 - **Code 2: Élevage au sol ou volière sans parcours extérieur**
 - *9 poules/m²*
 - **Code 1: Volière ou sol + parcours**
 - *9 poules/m² Avec accès à un parcours extérieur (4m² par poule)*
 - **Code 0: Bio**
 - *6 poules/m² avec accès à un parcours extérieur (4m² par poule), matières premières de l'aliment issues de l'agriculture biologique*



➤ Production d'œufs

Evolution des systèmes de production dans l'UE



Source Commission européenne

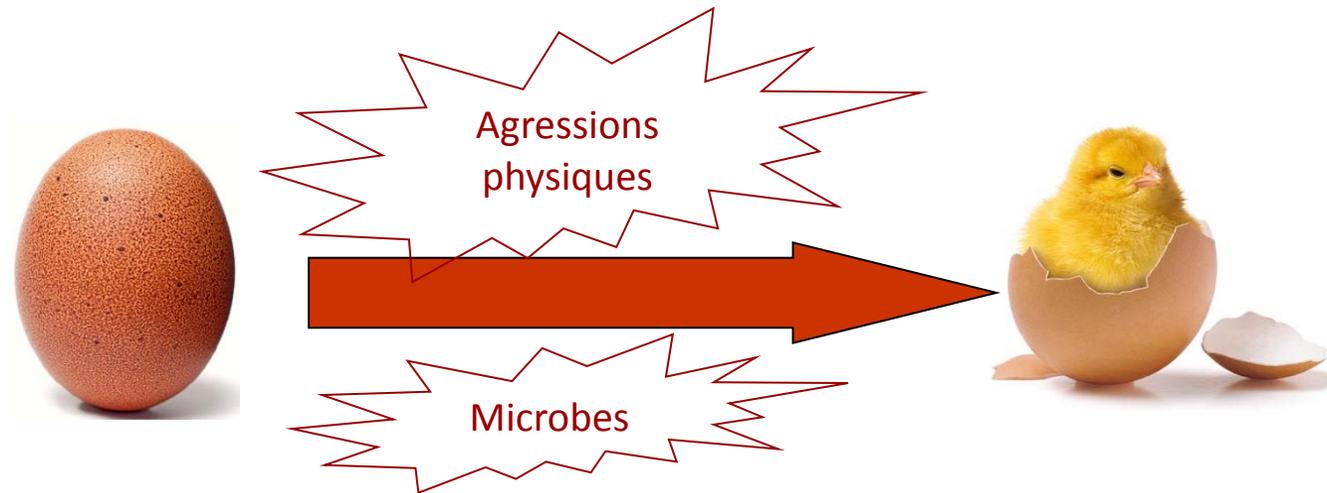


La formation des œufs

➤ Formation de l'œuf

L'Œuf, un produit de base pour l'alimentation humaine

Chambre isolée pour le développement embryonnaire



Doit contenir la totalité des composants nécessaires au développement embryonnaire

- Éléments nutritionnels parfaitement équilibrés
- Nombreux composés avec un large spectre d'activités biologiques
- Systèmes de protection (défenses naturelles)
 - Défense physique (coquille principalement)
 - Défense chimique (activité antimicrobienne des protéines de l'œuf)

➤ Formation de l'œuf

L'appareil reproducteur de la femelle adulte

Seul l'appareil reproducteur gauche se développe lors de la maturité sexuelle

**OVAIRE
(Jaune)**

Phase longue débute lors de la vie embryonnaire

Infundibulum
(membranes vitellines)

Isthme
(Membranes coquillières)

Magnum
(Blanc)

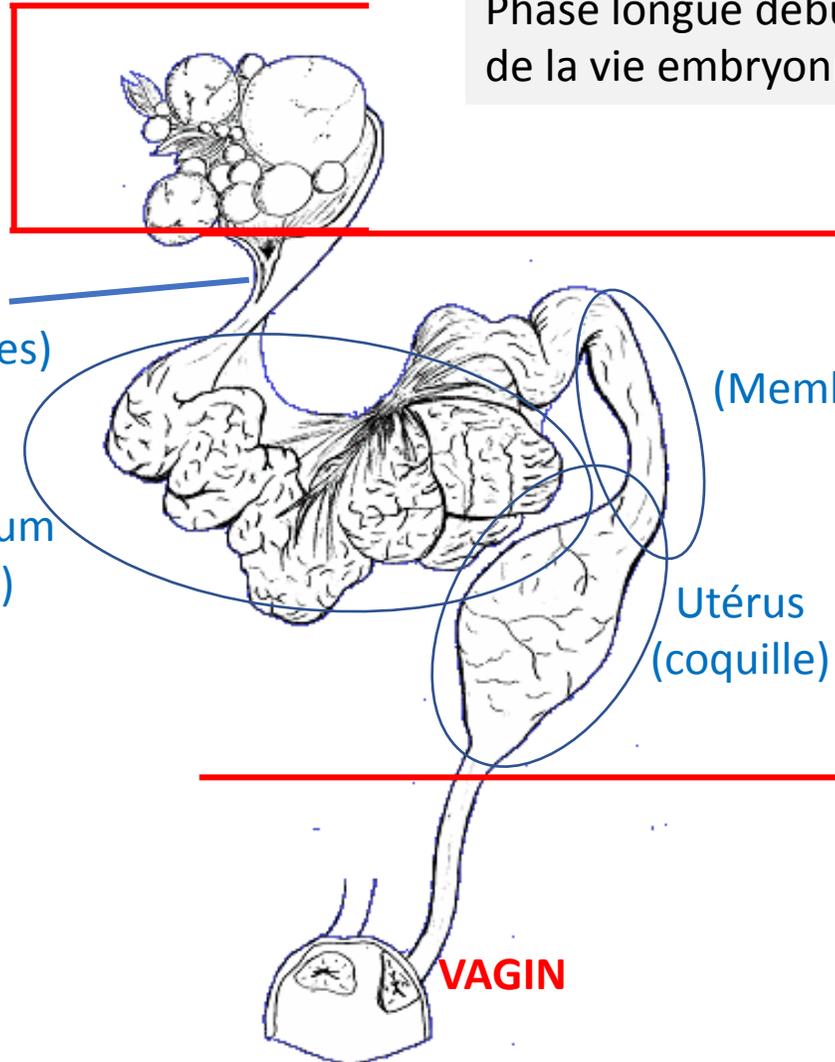
OVIDUCTE

Phase rapide
(24-26 heures)
Un œuf par jour

Utérus
(coquille)

VAGIN

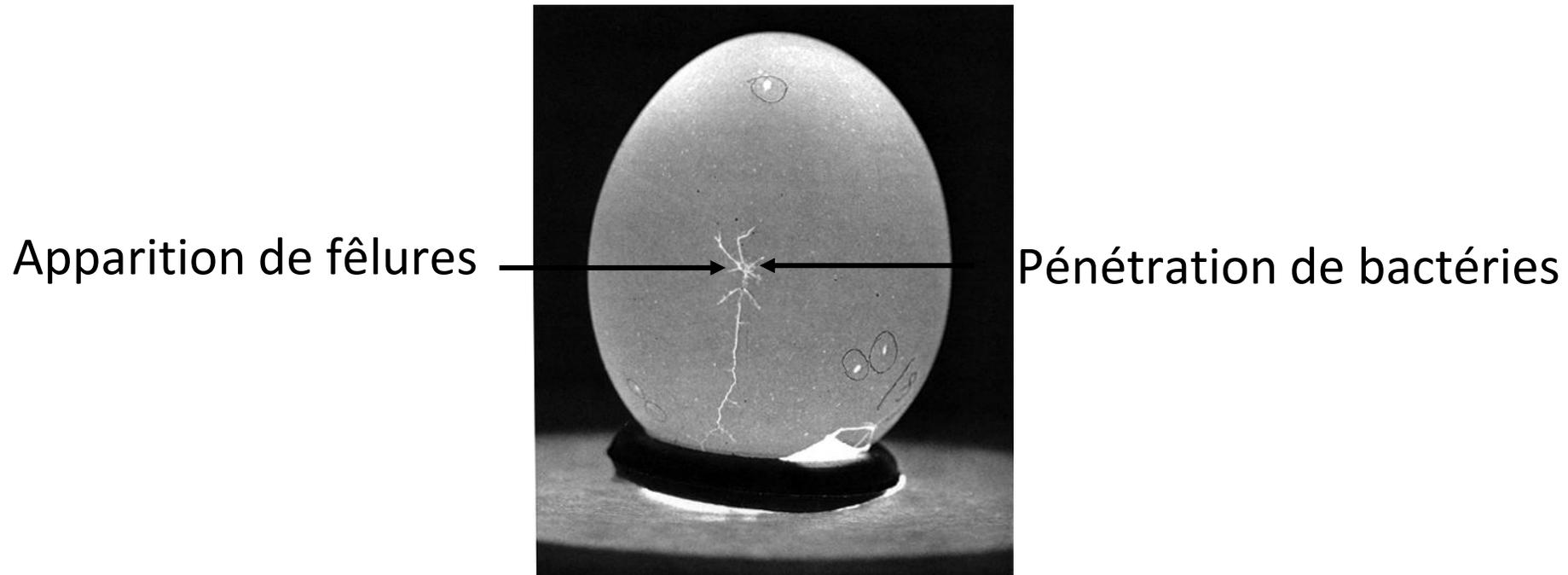
CLOAQUE



➤ Formation de l'œuf

La coquille : une barrière physique contre la pénétration bactérienne

➔ L'intégrité de la coquille est cruciale pour la sécurité alimentaire du consommateur

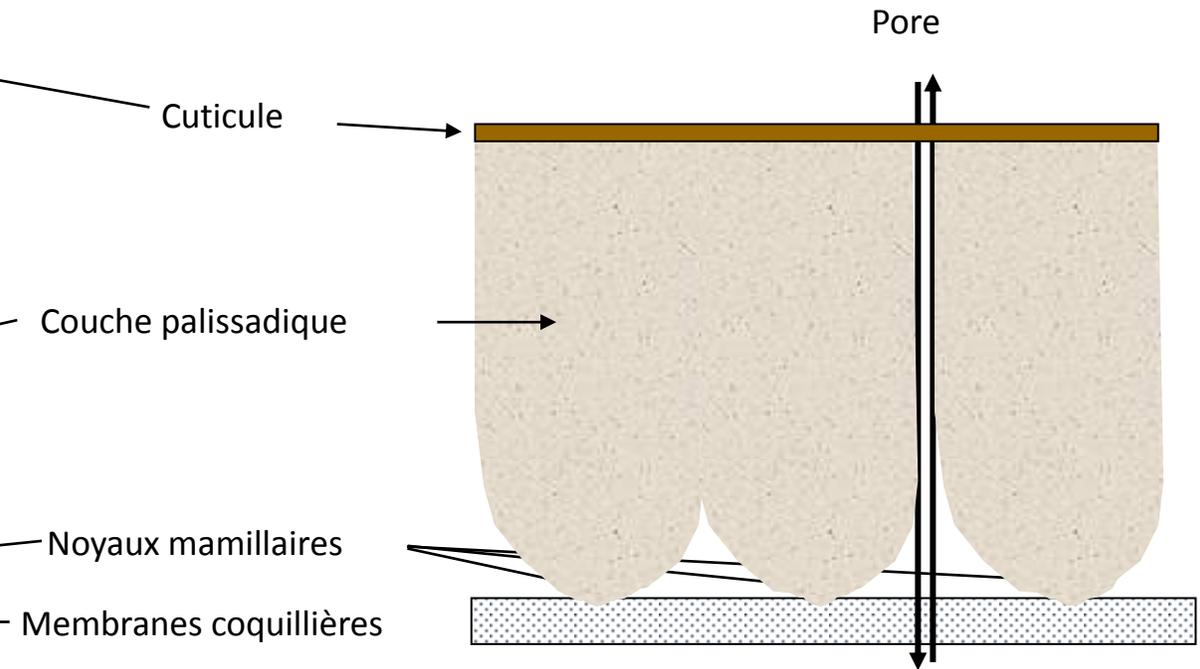
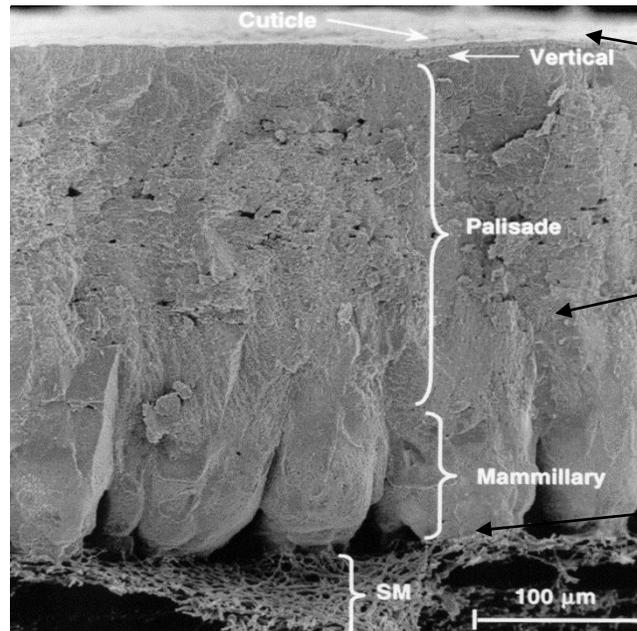
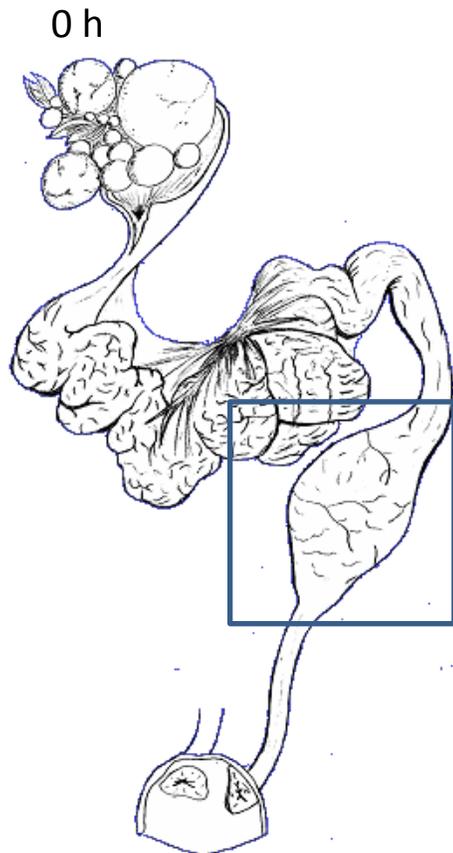


Peut-on ? doit-on laver des œufs ?

➤ Formation de l'œuf

- La coquille : une barrière physique contre la pénétration bactérienne

Utérus : Biominéralisation de la coquille (durée 18-19 h)



24 h

INRAE

L'œuf aux trésors

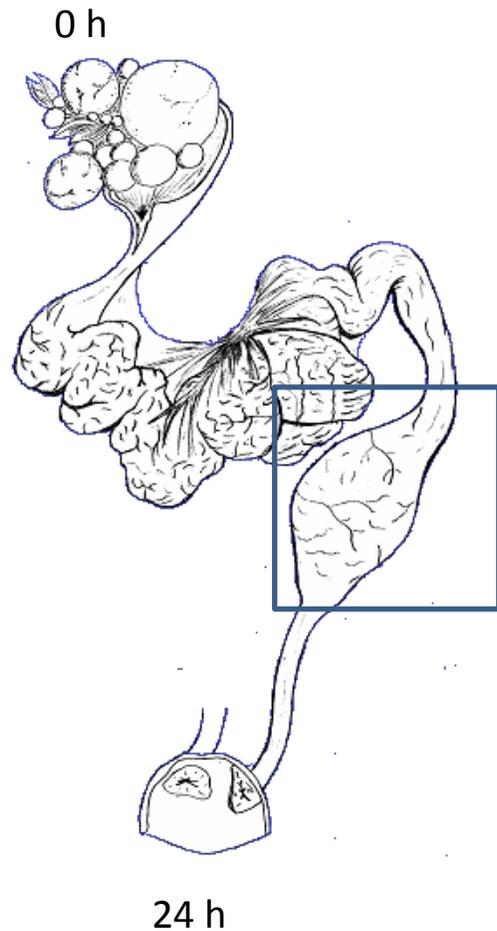
14 mars 2020 / Joël GAUTRON

Quelle est la composition de la coquille ?

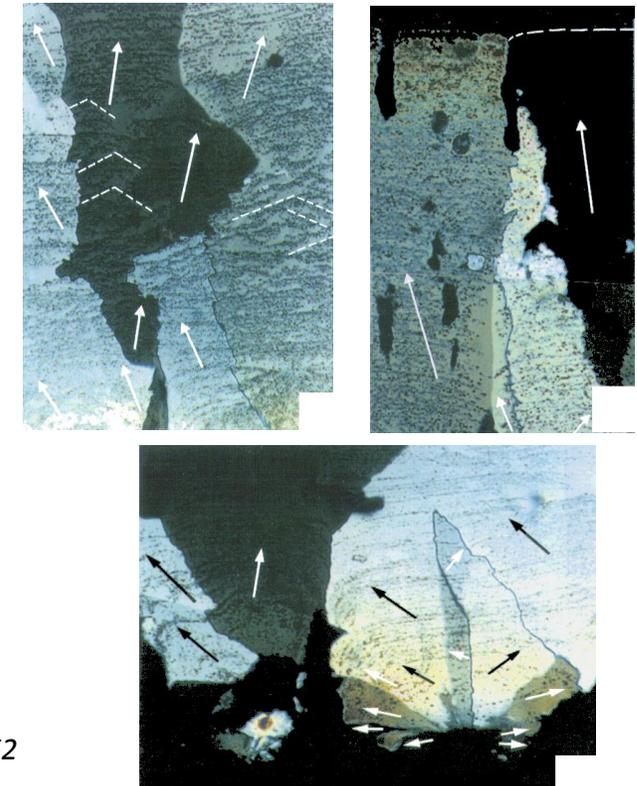
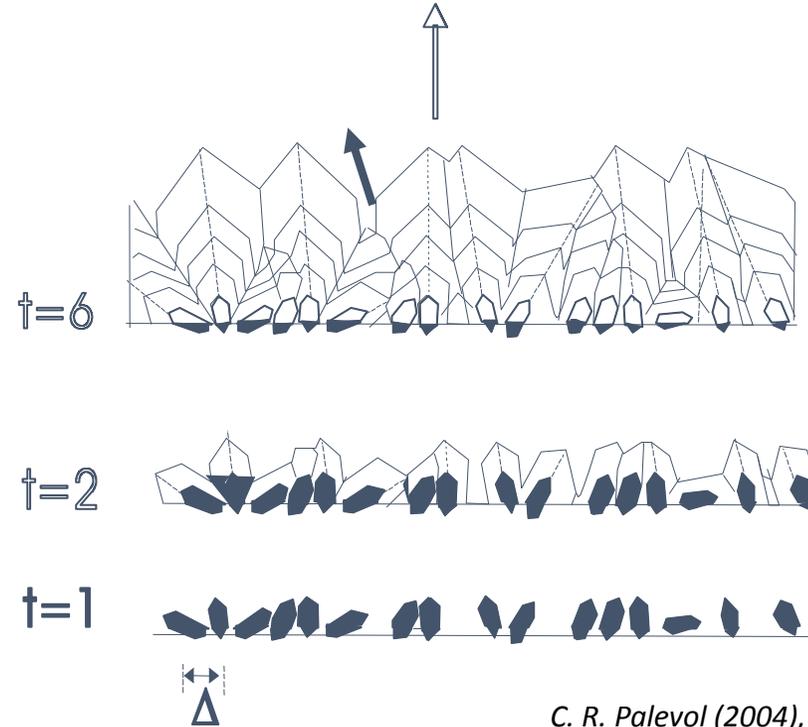
- 95 % de minéral (carbonate de calcium)
- 3,5 % de matière organique (protéines et sucres complexes)
- 1,5 % d'eau

➤ Formation de l'œuf

- La coquille : une barrière physique contre la pénétration bactérienne



Utérus : Biominéralisation de la coquille (durée 18-19 h)



C. R. Palevol (2004), 3, 549-562

➤ Similitude des coquilles d'œufs

➔ PROCESSUS UNIVERSEL ET CONSERVE SUR TERRE

Gallus gallus



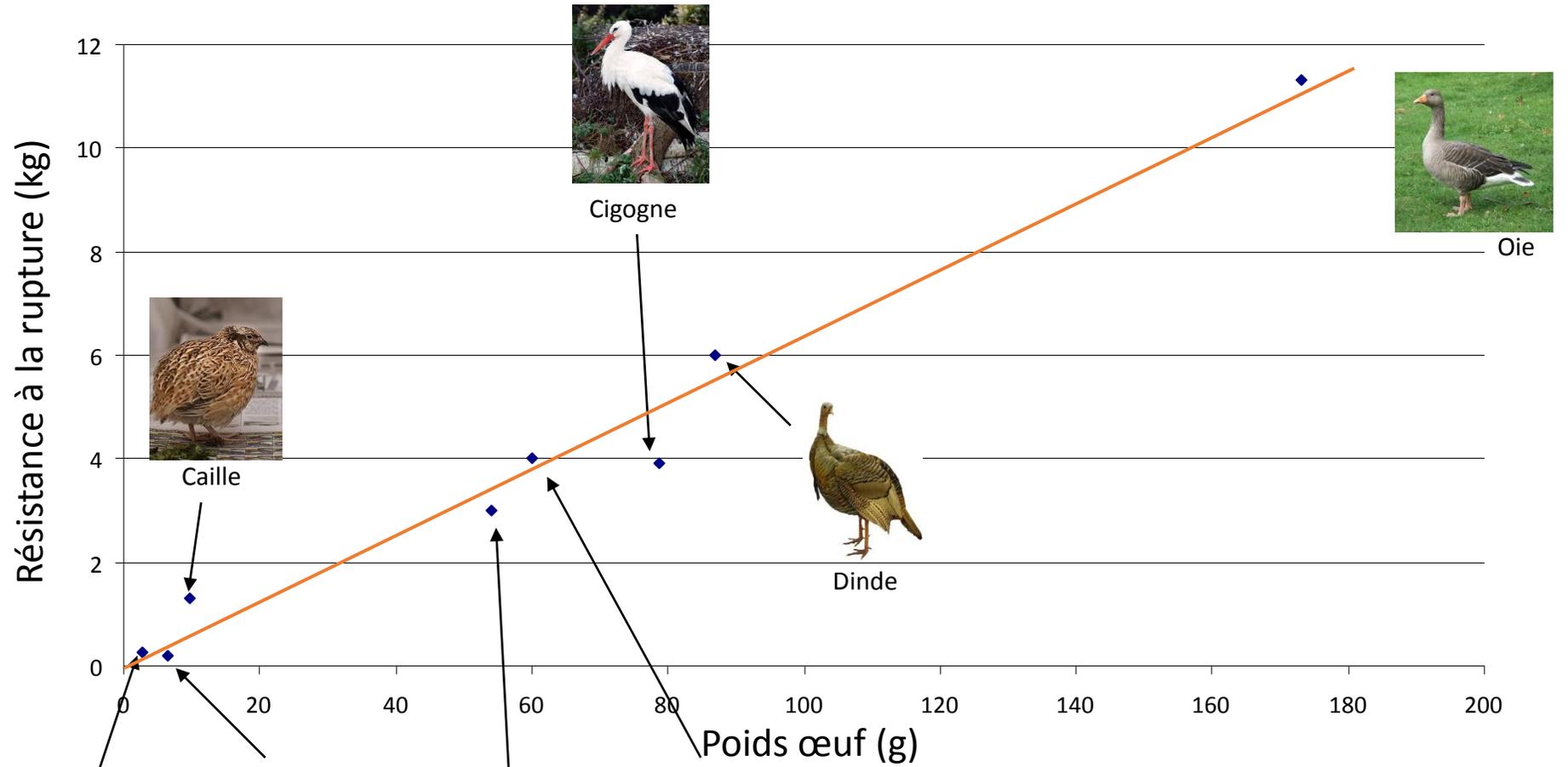
Meleagris gallopavo



Sankofa pyrenaica



➤ Similitude des coquilles d'œufs



Moineau



Merle noir



Canard



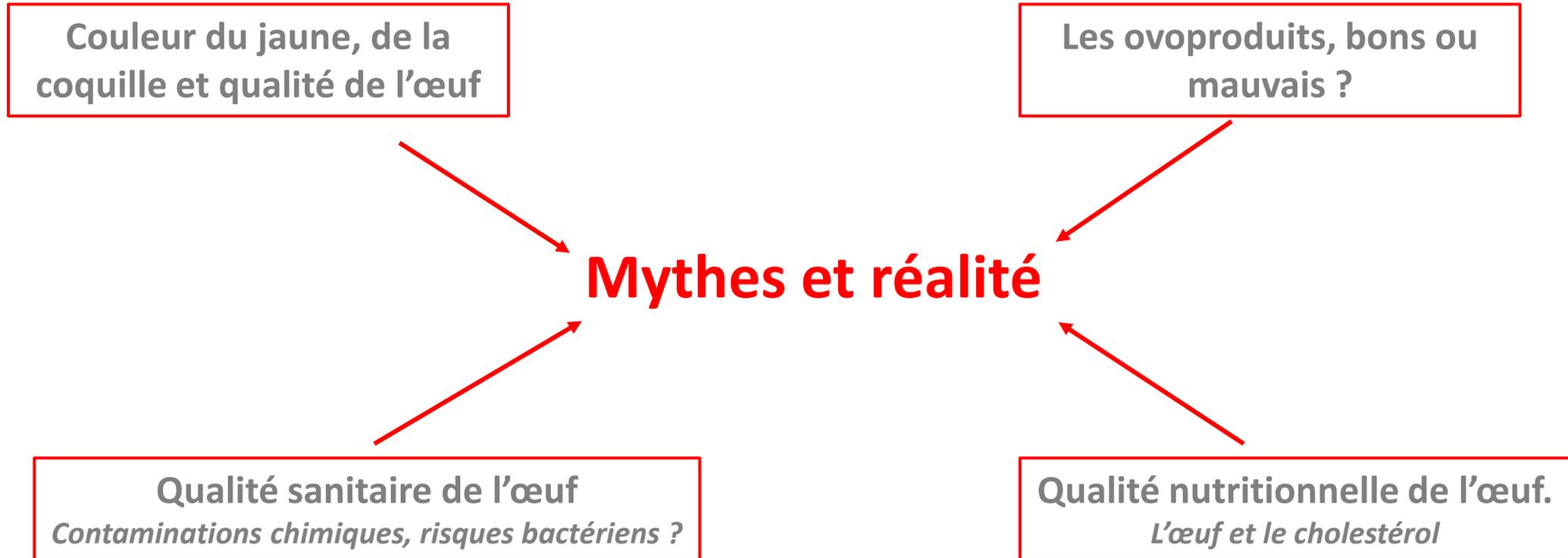
Poule

➤ La coquille, une structure ultra résistante, un modèle pour l'étude des céramiques et nanomatériaux, une protection efficace contre les bactéries.



L'œuf en tant qu'aliment

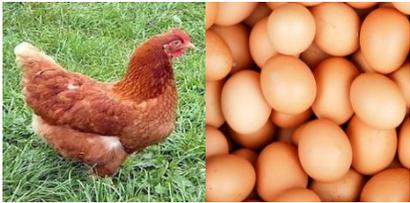
➤ L'œuf en tant qu'aliment



➤ L'œuf en tant qu'aliment

• Couleur du jaune et de la coquille

La couleur de la coquille dépend
de la souche génétique



Poule Rousee



Poule Leghorn



Poule Marans

La couleur du jaune dépend des
caroténoïdes présents dans l'aliment



Luzerne



Maïs



Soucis



Paprika

Aucun impact sur le goût de l'œuf (mais important pour le consommateur)

➤ L'œuf en tant qu'aliment

- Qualité sanitaire de l'œuf

- Microbiologie de l'œuf et des ovoproduits

- Au moment de la ponte, le contenu des œufs est généralement stérile
- Le pourcentage d'œufs frais contaminés reste souvent inférieur à 1 %
- Contamination verticale est rare

- La contamination horizontale est beaucoup plus fréquente
- Se produit après la ponte par contact avec les microorganismes
 - * fientes
 - * environnement élevage
 - * centre de conditionnement
 - * circuit de commercialisation
 - * consommateur...

- Les œufs et produits d'œufs sont consommés crus (mayonnaise...)
- Impliqués dans 30 % des salmonelloses (France)

Le risque de contamination par les microorganismes et notamment *Salmonella* est à surveiller pour la filière œufs et ovoproduits



➤ L'œuf en tant qu'aliment

- Qualité sanitaire de l'œuf

- Allergies

- ✓ Prévalence de 1,6 à 3,2 %
 - ✓ Allergie de l'enfant avant 5 ans qui se résout la plupart du temps avant l'Age adulte
 - ✓ Seconde cause d'allergies chez l'enfant
 - ✓ Seuil d'allergènes : 65 mg de produits secs pour 16% des cas et 10 mg pour 0,8%

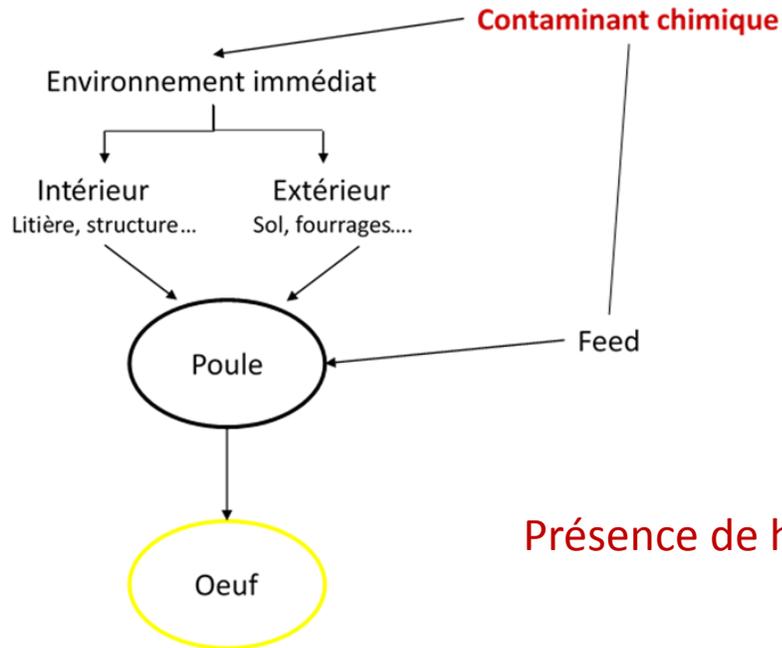
➤ L'œuf en tant qu'aliment

• Qualité sanitaire de l'œuf

• Contaminations chimiques dans l'œuf

➤ Les dioxines et métaux lourds, produits par :

- *les incinérateurs de déchets ménagers, de déchets dangereux,*
- *Les industries productrices de chlore, les industries métallurgiques et sidérurgiques, les industries pétrochimiques*
- *Les feux de bois (bois humide ou salinisés) (la pratique de l'écobuage)*



Contamination dans le jaune (lipophile)

Plus fréquente auprès d'incinérateurs sans traitements de fumées

Feu chez les particuliers pour les productions familiales

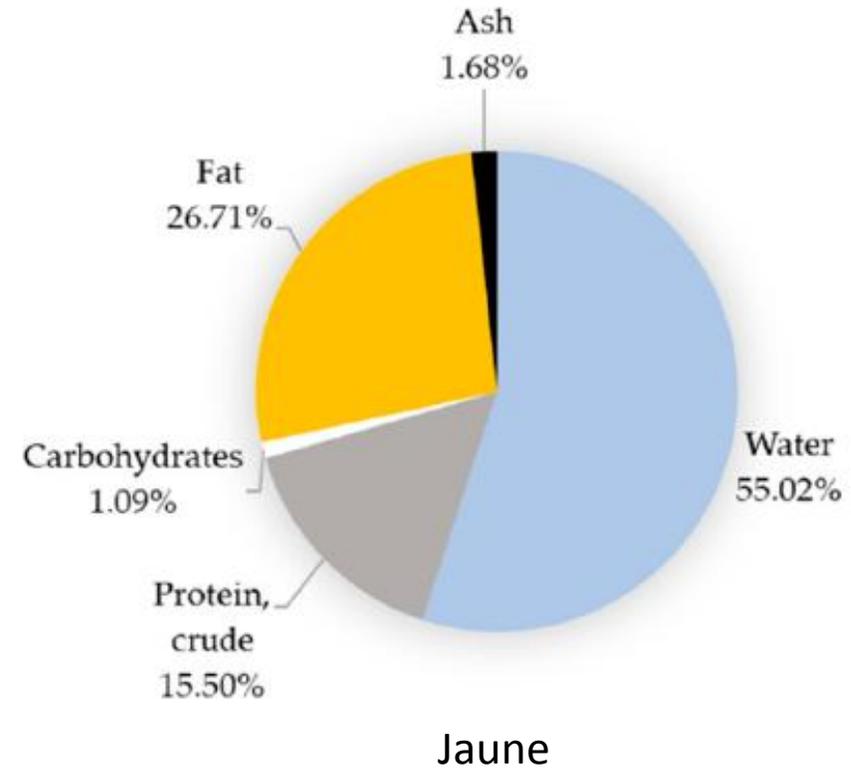
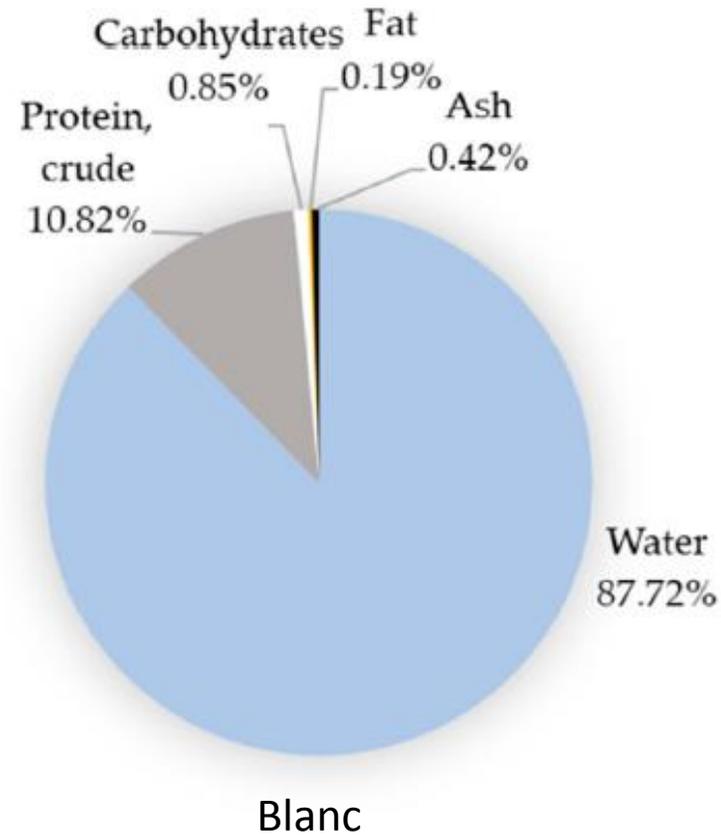
Par absorption des sols, des peintures

Plus fréquent chez les systèmes de production d'œufs en libre parcours

Présence de hotspots en raison des activités industrielles et des brulis

➤ L'œuf en tant qu'aliment

- Composition globale du blanc et du jaune d'œuf



Réhault-Godbert et al., 2019

➤ L'œuf en tant qu'aliment

- **Caractéristiques nutritionnelles de l'œuf pour 100 g (2 œufs)**

- **Calories : 155**

- **Protéines totales : 12,3 g**

- Valeur biologique élevée (référence OMS 100/ lait vache 86)

- **Lipides totaux : 11,9 g**

- richesse en phospholipides : 31 % (soit 3,4 g)

- Majorité d'acides gras insaturés

- Présence d'acides gras indispensables (acide linoléique)

- cholestérol : 0,42 g (1,2 g / 100 g de jaune)

- Forte digestibilité: 98% Triglycérides, 90% Phospholipides

- **Richesse en vitamines :**

- Toutes les vitamines sont présentes sauf la vitamine C.

- Grande richesse en Choline (essentielle au développement neuronal)

- **Richesse en minéraux :** phosphore, fer et soufre



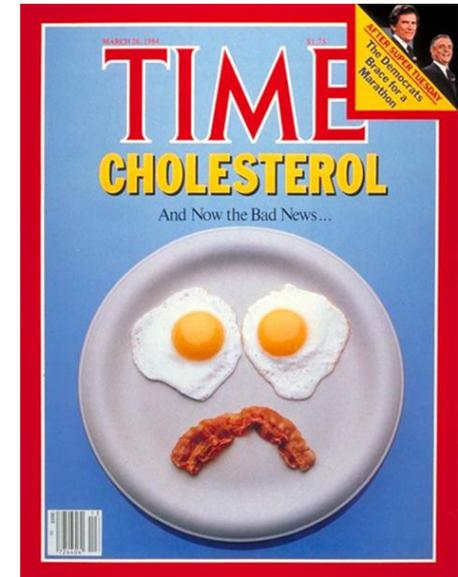
➤ L'œuf en tant qu'aliment

- Qualité nutritionnelle de l'œuf

L'œuf, une mauvaise réputation non justifiée

Pourquoi cette mauvaise réputation ?

- 1968 « the american heart association » indique qu'il faut consommer moins de 3 œufs par semaine → association supposée entre cholestérol alimentaire et sanguin
- 26 mars 1984, une de « time magazine » dévastatrice pour l'œuf
- Dès 1995, les recommandations ont changé suite aux résultats obtenus in vitro et in vivo
- **Le cholestérol alimentaire n'est pas associé au cholestérol sanguin, mais** avec la prise alimentaire **d'acides gras saturés** (Acide myristique (14:0) et palmitique (16:0))



Réhault-Godbert et al 2019; Nys et al., 2018; Griffin 2011, Miranda et al., 2015; Hayes et al., =1992; Pronczuk et al., 1994

INRAE

L'œuf aux trésors

14 mars 2020 / Joël GAUTRON

➤ L'œuf en tant qu'aliment

• Qualité nutritionnelle de l'œuf

- L'absorption alimentaire d'acide linoléique (C 18:2 n-6) diminue le taux de cholestérol sanguin et l'acide alpha-linoléique (C18:3 n-3) réduit le risque de maladie cardiovasculaire
- Dans l'œuf, Les acides gras saturés dont l'acide myristique (14:0) sont faibles et les acides gras insaturés dont l'acide linoléique sont élevés (1,38 g/100g).

Name	Average Content (g/100g)
FA saturated	2.64
FA 4:0	<0.05
FA 6:0	<0.05
FA 8:0	<0.05
FA 10:0	<0.05
FA 12:0	<0.05
FA 14:0	0.024
FA 16:0	1.96
FA 18:0	0.65
FA monounsaturated	3.66
FA 18:1 n-9 cis	3.51
FA polyunsaturated	1.65
FA 18:2 9c,12c (n-6)	1.38
FA 18:3 9c,12c,15c (n-3)	0.061
FA 20:4 5c,8c,11c,14c (n-6)	0.12
FA 20:5 5c,8c,11c,14c,17c (n-3) EPA	0
FA 22:6 4c,7c,10c,13c,16c,19c (n-3) DHA	0.09
Cholesterol	0.398

Réhault-Godbert et al 2019; Nys et al., 2018; Griffin 2011, Miranda et al., 2015; Hayes et al., =1992; Pronczuk et al., 1994

➤ L'œuf en tant qu'aliment

• Qualité nutritionnelle de l'œuf

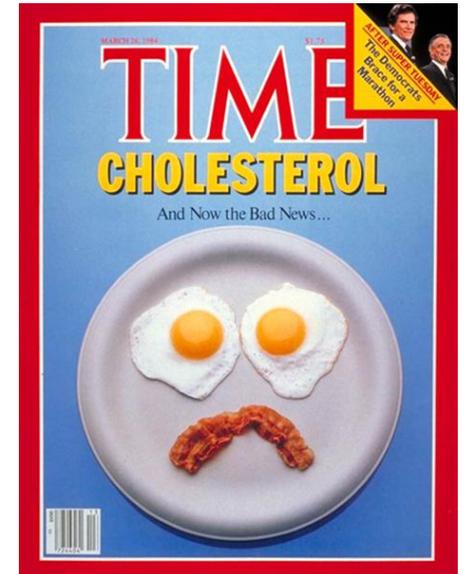
L'œuf est excellent pour la santé.

Nombreuses études reportées sur population normale (1991 – 2007):

- Consommation variant de 1 à 4 œufs par jour
- Comparaison œufs enrichis en $\omega 3$ avec œufs standards
- Durée des études cliniques variant de 2 à 22 semaines

Résultats:

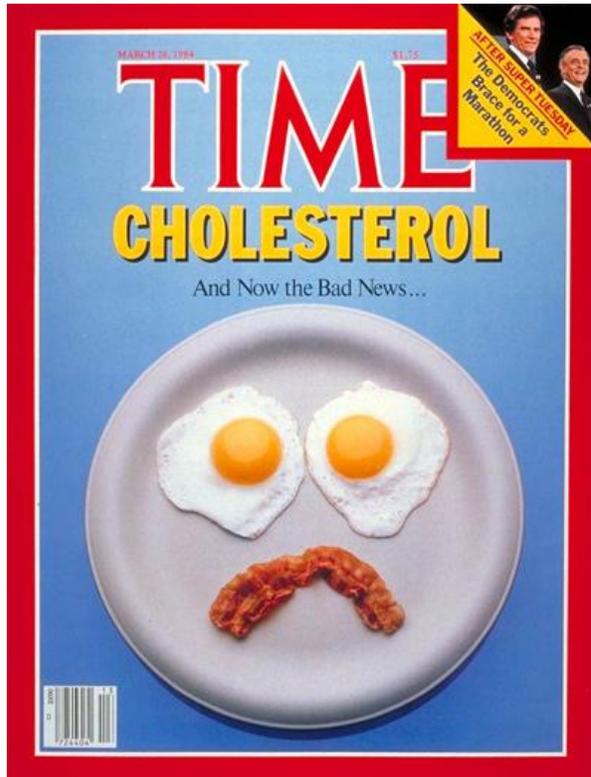
- Cholestérolémie stable, parfois même réduite avec les œufs enrichis en $\omega 3$
- Taux plasmatiques d'AGPI n-3 élevés avec les œufs $\omega 3$
- Taux plasmatiques de TG souvent réduits de façon significative avec les œufs $\omega 3$
- Taux plasmatiques de LDL-C stable ou réduits avec les œufs $\omega 3$
- Taux plasmatiques de HLD-C stable ou élevés avec les œufs $\omega 3$



➤ L'œuf en tant qu'aliment

- Qualité nutritionnelle de l'œuf

L'œuf est excellent pour la santé.

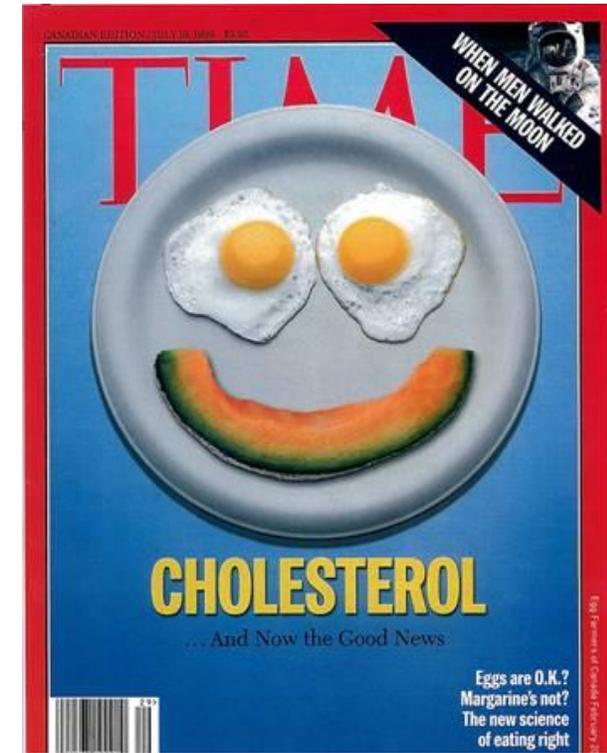


26 mars 1984

Peut-on manger des œufs tous les jours ?

Oui des études ont montré que si le niveau de cholestérol est normal, on peut consommer de nombreux œufs par jour sans affecter le niveau de cholestérolémie.

Si votre niveau de cholestérol est élevé, il faut ramener sa consommation à 4 par semaine en diminuant les autres sources de protéines animales, les matières grasses (notamment les graisses saturées).



19 juillet 1999



INRAE

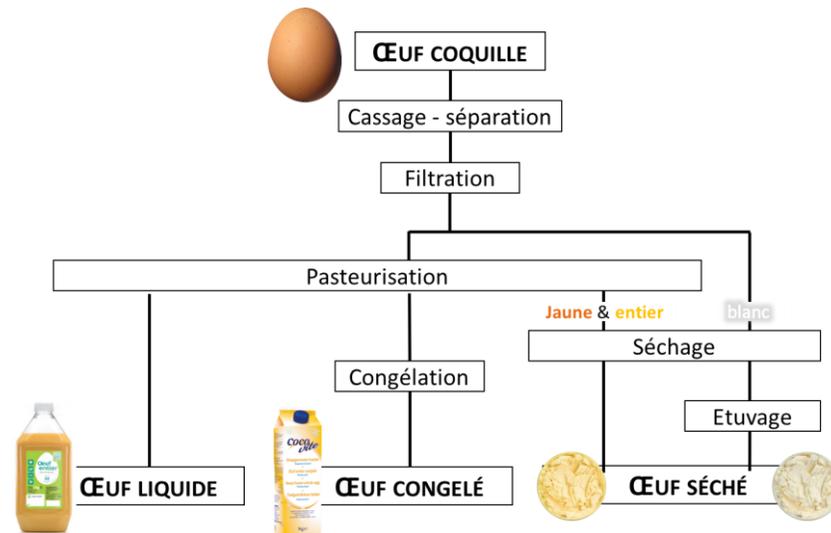
L'œuf aux trésors

14 mars 2020 / Joël GAUTRON

➤ L'œuf en tant qu'aliment

• Les ovoproduits

- ✓ Ils offrent une praticité (compatibles avec les contraintes des industries alimentaires et de restauration hors domicile)
- ✓ Ils offrent une sécurité (pas de contamination horizontale, pasteurisés)
- Les ovoproduits de 1^{ère} transformation : qui regroupe des produits destinés aux industries agro-alimentaire, comme par exemple des blancs, des jaunes et des œufs entiers vendus liquides ou congelés, de la poudre d'œuf.



Dombre 2019

➤ L'œuf en tant qu'aliment

- Les ovoproduits

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



➤ L'œuf en tant qu'aliment

• L'œuf en cuisine

➔ Un jaune qui émulsionne

- Une **émulsion** est un mélange intime de deux substances liquides non miscibles
- La **lécithine** du jaune d'œuf sert d'émulsifiant dans la préparation de sauces en cuisine



➔ Un blanc qui foisonne

- Battre les blancs en neige, c'est introduire des bulles d'air dans un mélange liquide d'eau et de protéines pour créer une mousse. Cette opération est appelée foisonnement
- Ces propriétés varient au cours du stockage (échanges gazeux entre l'intérieur et l'extérieur de l'œuf)



➤ L'œuf en tant qu'aliment

• L'œuf en cuisine

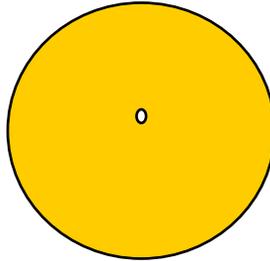
			
Biscuiterie/ pâtisserie/ viennoiserie	Colorant, liant, coagulant, moussant	Moussant, foisonnant, anti-cristallisant	Emulsifiant, colorant, Brillance (dorure)
Confiserie		Anti-cristallisant Foisonnant	Pouvoir aromatique
Glaces	Liant		Emulsifiant
Charcuterie (quenelle)	Liant, émulsifiant		
Pâtes alimentaire	Colorant, liant, pouvoir aromatique		
Mayonnaise/sauces chaudes		Agent de texture	Emulsifiant, agent de texture



Pour résumer et conclure

➤ Pour résumer et conclure

- Un ingrédient exceptionnel pour l'alimentation humaine et une composition parfaitement adaptée au développement d'un poussin



Un jaune d'œuf riche en nutriments

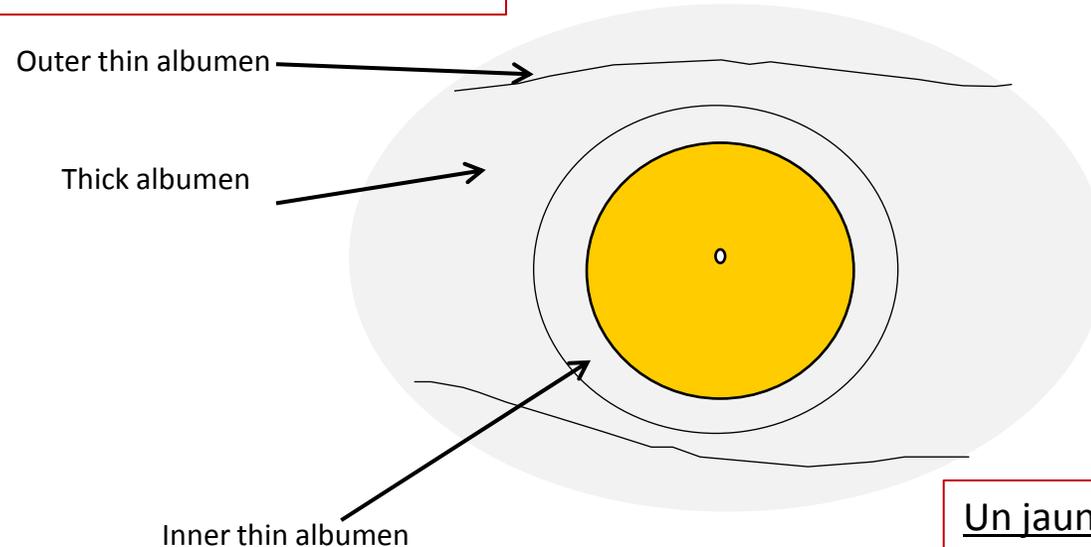
- *Le gamète féminin (Disque clair de 3,5 mm)*
- *Des réserves nutritionnelles (lipides, protéines) et de défenses (anticorps)*
- *Entouré d'une membrane vitelline fine et translucide*

➤ Pour résumer et conclure

- Un ingrédient exceptionnel pour l'alimentation humaine et une composition parfaitement adaptée au développement d'un poussin

Un blanc d'œuf riche en eau (88%),
protéines et glucides

- *Différentes textures de blanc*
- *Molécules antimicrobiennes*



Un jaune d'œuf riche en nutriments

- *Le gamète féminin (Disque clair de 3,5 mm)*
- *Des réserves nutritionnelles (lipides, protéines) et de défenses (anticorps)*
- *Entouré d'une membrane vitelline fine et translucide*

➤ Pour résumer et conclure

- Un ingrédient exceptionnel pour l'alimentation humaine et une composition parfaitement adaptée au développement d'un poussin

Un blanc d'œuf riche en eau (88%), protéines et glucides

- Différentes textures de blanc
- Molécules antimicrobiennes

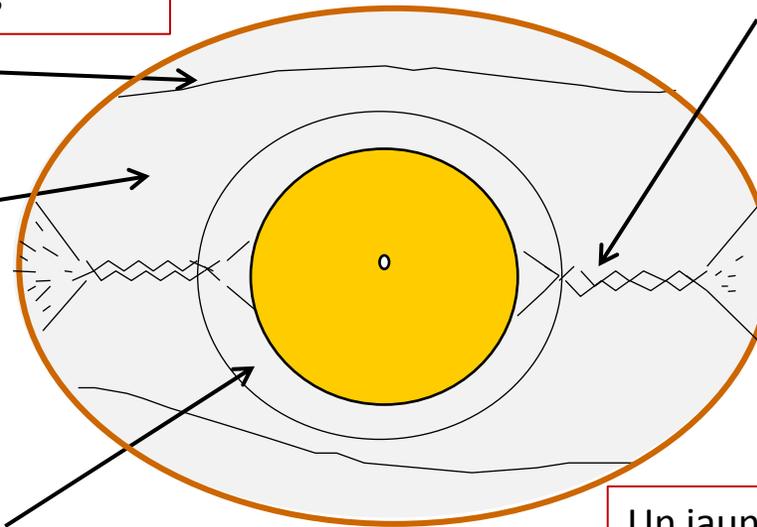
Des chalazes qui maintiennent le jaune en suspension

*Protection du jaune contre les chocs.
Rôle d'amortisseur*

Outer thin albumen

Thick albumen

Inner thin albumen



Une coquille minérale

- Assure la protection physique
- Assure la protection thermique
- Assure les échanges gazeux
- Source de calcium pour l'embryon

Un jaune d'œuf riche en nutriments

- Le gamète féminin (Disque clair de 3,5 mm)
- Des réserves nutritionnelles (lipides, protéines) et de défenses (anticorps)
- Entouré d'une membrane vitelline fine et translucide

Developed by the



and



An Australian Government Initiative



CRC
AUSTRALIA

<https://youtu.be/L-ftOUFKuiA>



INRAE

L'oeuf aux trésors

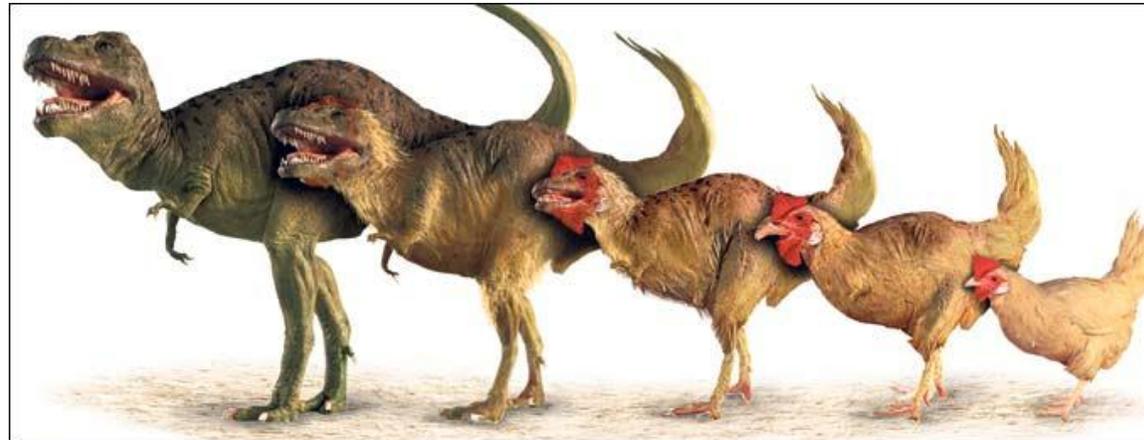
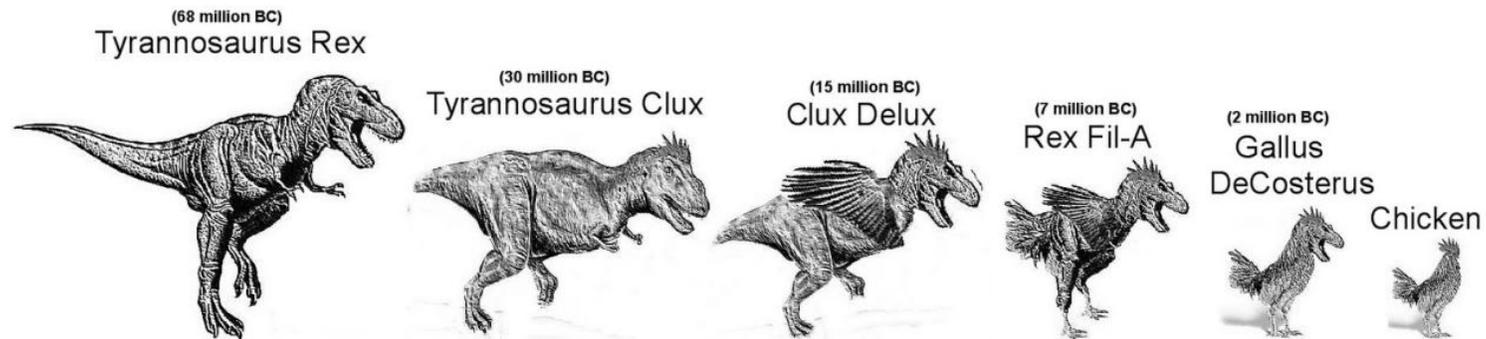
14 mars 2020 / Joël GAUTRON

➤ Pour résumer et conclure

Qui de de l'œuf ou de la poule?

C'est la question qui est mal formulée

Les oiseaux sont des descendants des dinosaures



Qui de l'œuf ou du dinosaure ?

