

Le développement embryonnaire chez
l'oiseau



S. Réhault-Godbert, INRAE, UMR BOA

Présentation de l'équipe DOVE, UMR Biologie des Oiseaux, INRAE CVdL, Nouzilly
(Ecole doctorale Santé, Sciences, Biologiques et Chimie du Vivant)

1. L'œuf : fonction, composition, formation, évolution au cours du développement embryonnaire

Pause 11h-11h10

2. Embryon et structures extraembryonnaires

- Facteurs influençant la qualité des oeufs et le développement de l'embryon
- Ressources documentaires

Animation:

J. Gautron (DR)
 S. Réhault-Godbert (CR)

Nicolas Guyot (CR)
 Thierry Moreau (Prof.)
 Marie-Louise Zani (MCF)
 Clara Dombre (MCF)

Aurélien Brionne (IE)
 Jean-Claude Poirier (IE)
 Magali Chessé (AI)
 Nelly Berndardet (TR)
 Jacky Ezagal (1/2 TR)

Lilian Stapane (Doct.)
 Mégane Brégeon (Doct.)
 Nathalie Le Roy (Post-doc.)

Qualité des oeufs de consommation et oeufs à couvrir

Mécanismes de formation et fonctions de l'oeuf

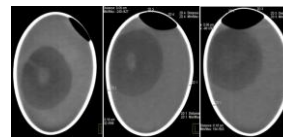
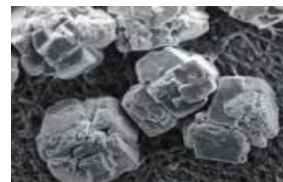
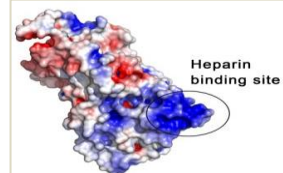
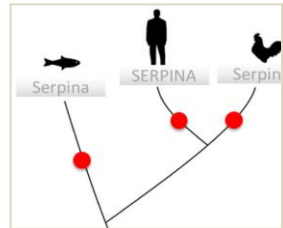
Systèmes de protection de l'oeuf
 (qualité sanitaire)

-Biominéralisation de la
 coquille/structure/propriétés mécaniques
 -Paramètres physicochimiques
 -Molécules antimicrobiennes

Gènes (expression, transcriptomique,
 polymorphismes, phylogénie)

Protéines (protéomique, activités
 biologiques, structure tridimensionnelle,
 relations structure/fonction)

Microstructures et macrostructures
 (microscopie électronique à transmission,
 à balayage, imagerie)



Facteurs de variabilité: conditions de conservation, âge des poules,
 races / souches de poule, espèces d'oiseaux

I.

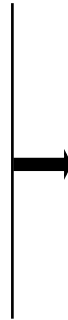
L'œuf : fonction, composition, formation,
évolution au cours du développement
embryonnaire

Fonctions générales de l'œuf

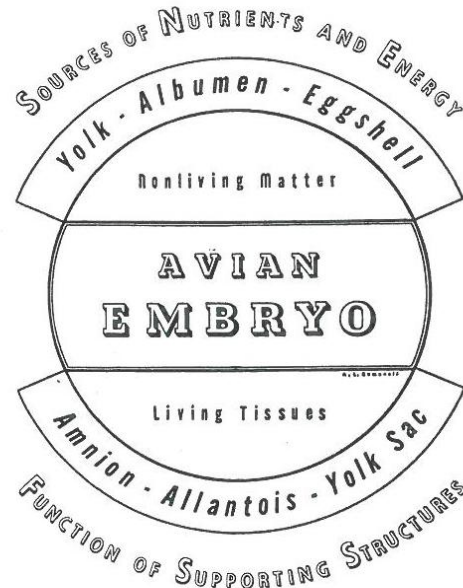
→ Assurer le développement de l'embryon et la robustesse du futur poussin



Nutriments, eau
Molécules actives
Systèmes de protection



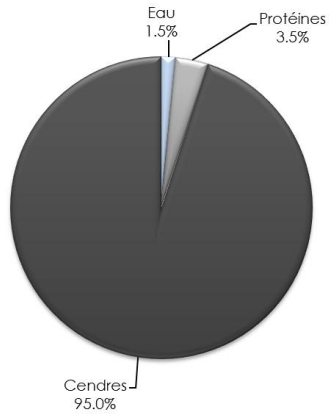
21 jours



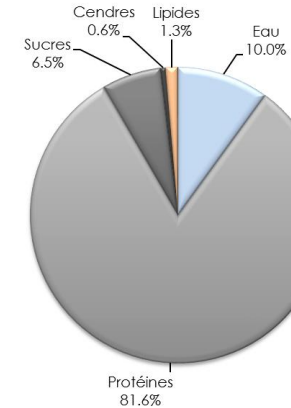
Romanoff, 1967

Composition

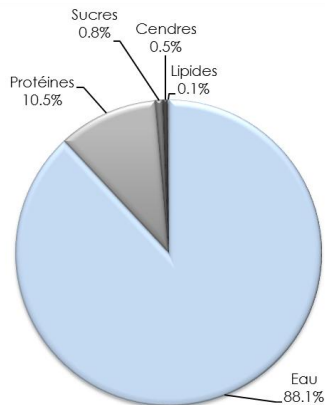
Coquille : minéraux (calcium, magnésium, ...)



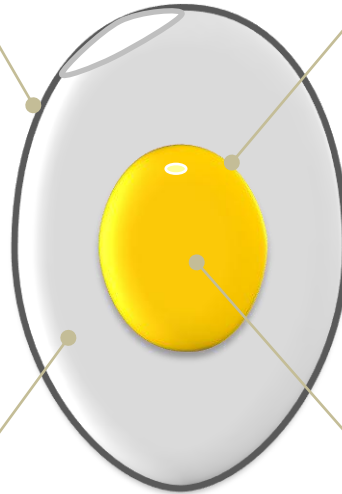
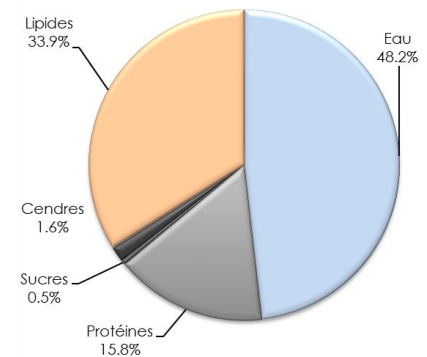
Membranes vitellines : protéines



Blanc : eau, protéines (3,92 g/œuf), vitamines



Jaune : lipides, protéines (2,8 g/œuf), vitamines et eau



Formation de l'œuf

Maturité sexuelle des poules :
17 semaines



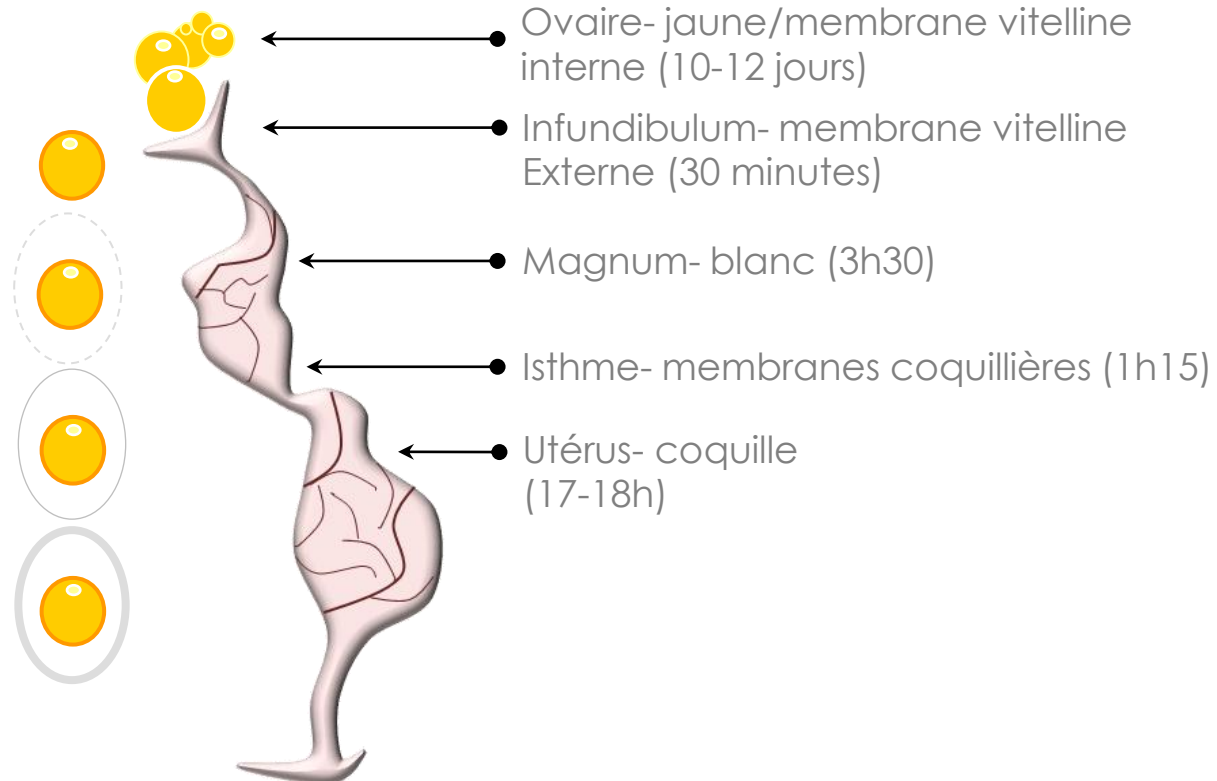
Foie-Synthèse des précurseurs du jaune



Folliculogénèse

Fécondation

Oviposition



Le jaune d'œuf (1/3)

Biosynthèse: foie et ovaire

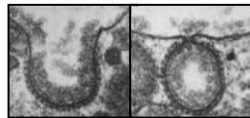
Foie : synthèse des précurseurs du jaune et sécrétion dans la circulation sanguine



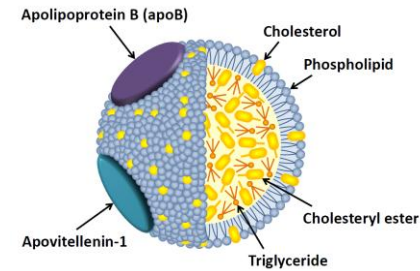
Ovaire: Folliculogénèse



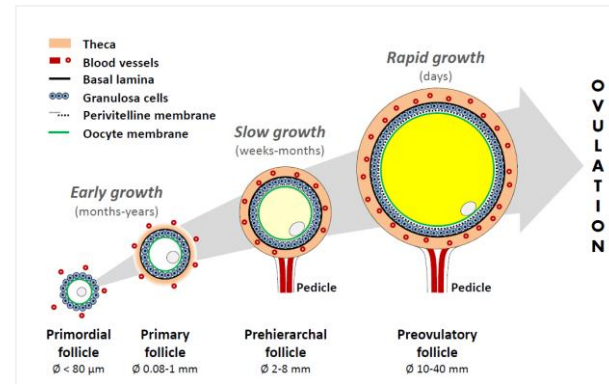
Endocytose



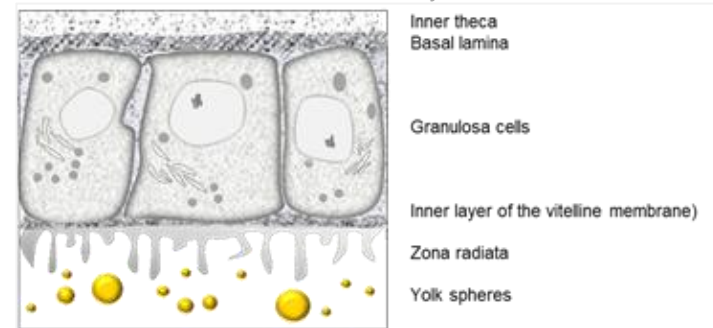
Very low density lipoprotein



© INRA, N. Guyot



© INRA, N. Guyot



© INRA, S. Réhault-Godbert

Le jaune d'œuf (2/3)

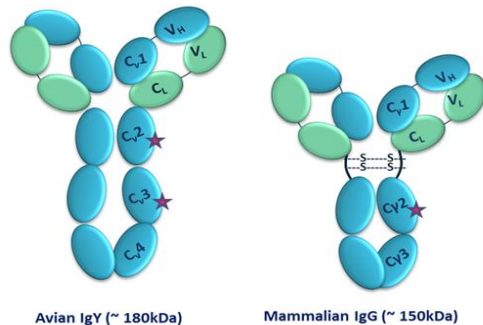
Structure: système complexe formé d'agrégats (**granules** de 0,3 à 2 μm de diamètre correspondant à des interactions entre les lipoprotéines de haute densité (HDL) et la phosvitine) en suspension dans un fluide clair (**plasma**) qui contient des lipoprotéines (LDL) et des protéines

Composition :

Lipides: triglycérides, phospholipides et cholestérol

Protéines: 294 identifiées. Transport de vitamines, oligoéléments, minéraux, ions métalliques, hormones

IgY maternelles : immunoglobuline (anticorps)
majeure chez les oiseaux



Gilgunn S, et al. 2016

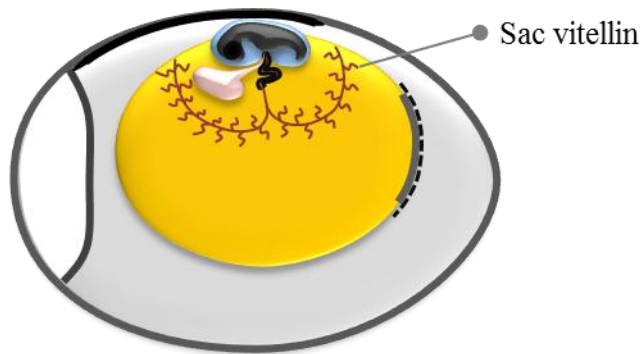
Minéraux Ions métalliques

Vitamines

Minéraux (mg/100g)	
Sodium	50
Chloride	162
Potassium	100
Calcium	133
Phosphorus	530
Iron	4,8
Magnesium	15
Sulphur	165
Zinc	3,9
Copper	0,14
Manganese	0,11
Iodine	0,14
Vitamines (µg/100g)	
Ascorbic acid	0
Vit A	450
Vit D	4,5
Vit E	3600
Vit B1	250
Vit B2	480
Vit B6	370
Vit B12	2,8
Folic acid	140
Niacin	60
Biotin	60
Pantothenic acid	4500

Nys and Sauveur, 2004

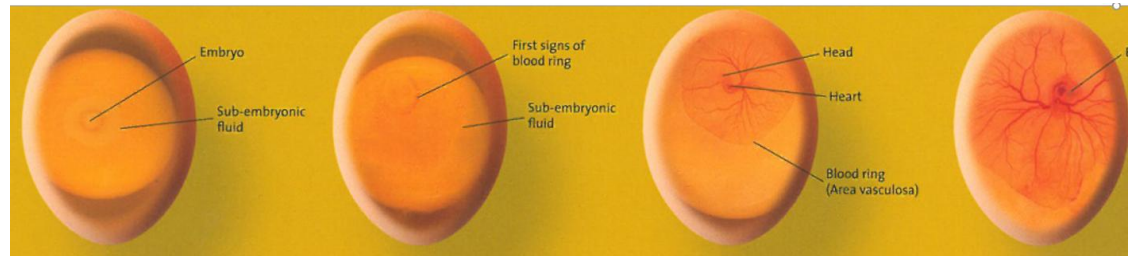
ED3



Progressivement encerclé par le sac vitellin

ED1

ED4



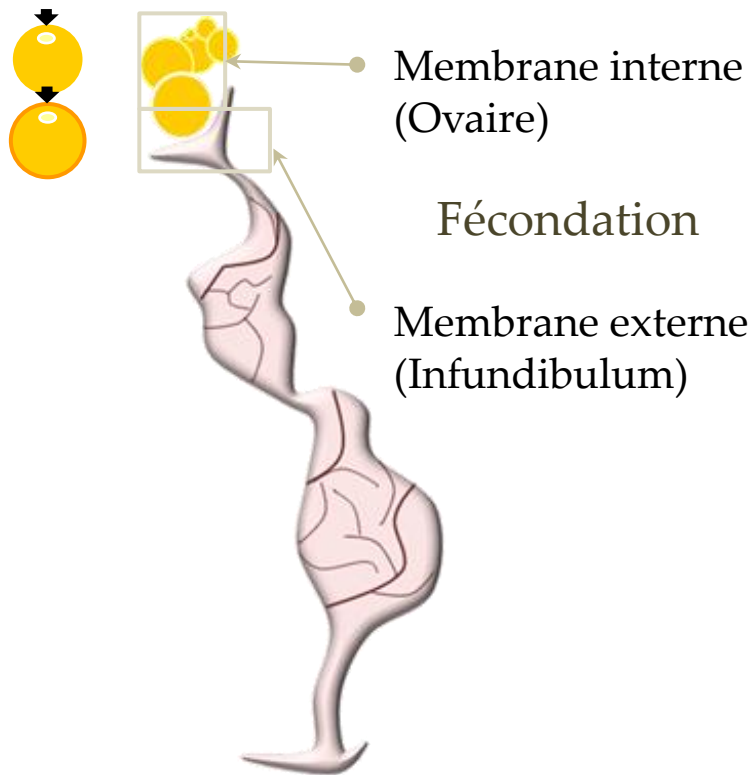
© INRA, M. Da Silva

Fonctions principales:

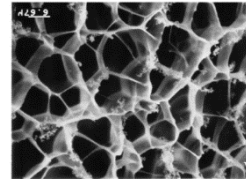
- Source de nutriments/énergie pour l'embryon: acides aminés (protéines), lipides, vitamines, minéraux, etc.)
- Défense de l'embryon : anticorps maternels

Les membranes vitellines (1/2)

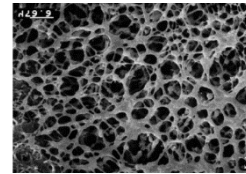
Biosynthèse: ovaire et infundibulum



Structure: deux couches composées de fibres de protéines hydratées formant une membrane de 12 μm d'épaisseur
Acellulaire



ZPD	Liaison aux spz
ZP1	Liaison aux spz
ZP2	Liaison aux spz
ZP3	Liaison aux spz
ZPAX	Liaison aux spz



Ovomucine	Protéine de structure (fibres)
Lysozyme	Antibactérienne
VMO-1	Antibactérienne
AvBD11	Antibactérienne

Chung et al., 2010

Fonctions principales:

- Fécondation (membrane interne)
- Défense de l'œuf (barrière physique + molécules antibactériennes (membrane externe))

ED0

ED5

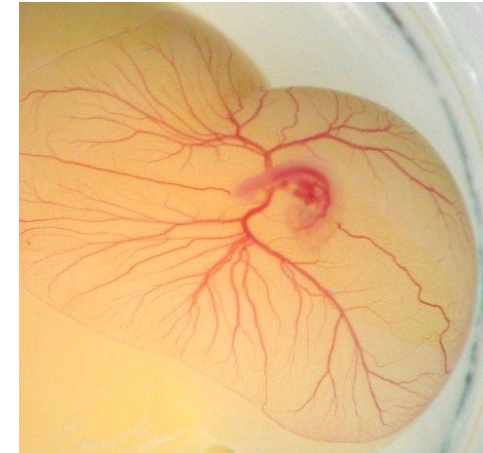


ED0

ED5

Membrane externe

Membrane interne



Jensen, 1969

Altération progressive de la membrane interne dans les régions en contact avec l'embryon (croissance du sac vitellin) Haas and Spratt 1976

→ Fragilisation et rupture autour de l'embryon

→ Perméabilité (passage d'eau, de molécules du blanc vers le jaune et du jaune vers le blanc)

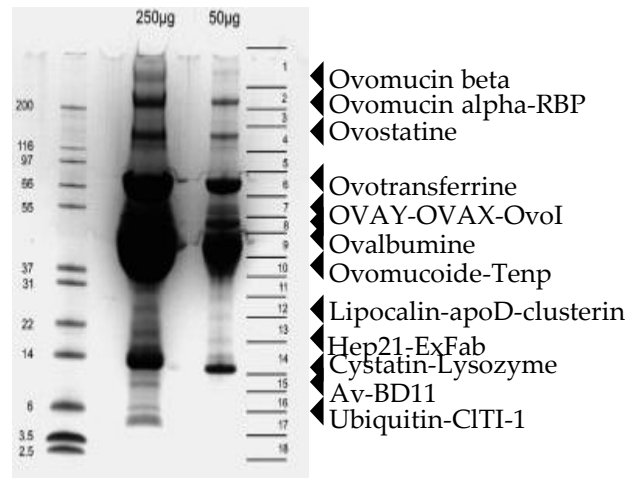
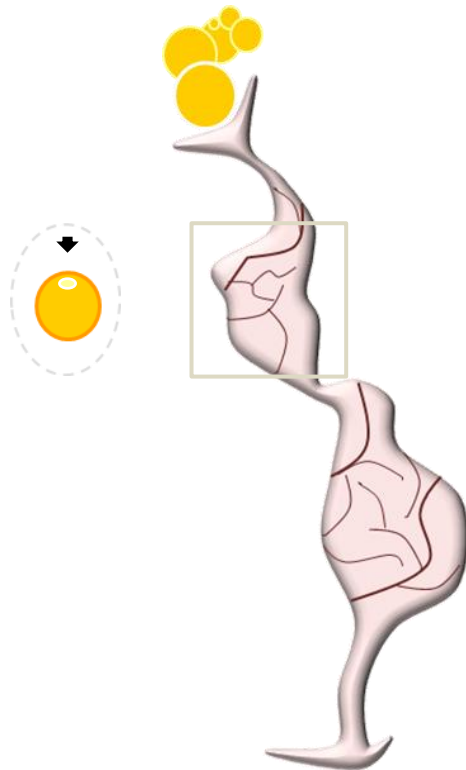
Fonction principale: support de la croissance du sac vitellin

Le blanc (1/2)

Biosynthèse: magnum

Structure: visqueuse/gélatineuse, composée d'eau et de protéines

301 protéines différentes



- ◀ Ovomucin beta
- ◀ Ovomucin alpha-RBP
- ◀ Ovostatine
- ◀ Ovotransferrine
- ◀ OVAY-OVAX-OvoI
- ◀ Ovalbumine
- ◀ Ovomucoide-Tenp
- ◀ Lipocalin-apoD-clusterin
- ◀ Hep21-ExFab
- ◀ Cystatin-Lysozyme
- ◀ Av-BD11
- ◀ Ubiquitin-CITI-1

+ Immunoglobulines A, M

Mann et al., 2006

Fonction principale: Hydratation + défense de l'œuf (viscosité et molécules antibactériennes)

ED12



↓ pH (de 9,5 à 7,4)

↓ du volume (30 mL à <1 mL en 16 jours). Eau redistribuée (embryon/sacs extraembryonnaires)

↑ concentration en protéines de 120 mg/mL à 380 mg/mL

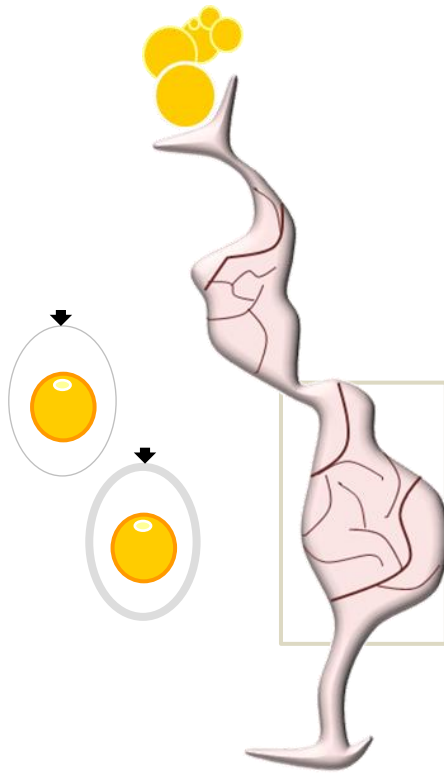
↑ viscosité

ED12 : Transfert du blanc d'œuf dans le liquide amniotique puis absorption orale par l'embryon

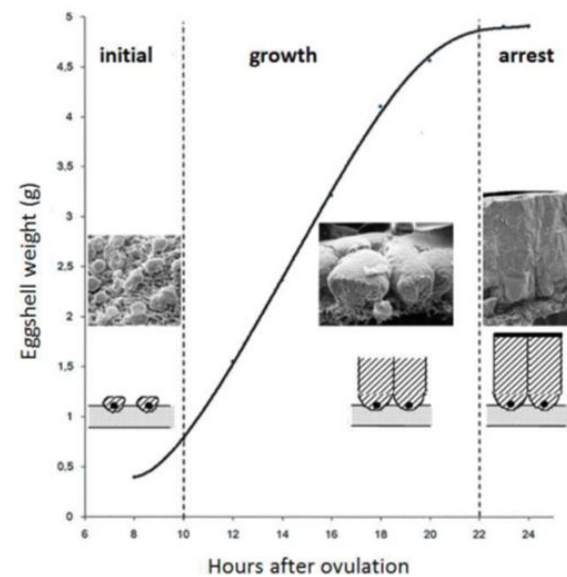
Fonction principale: défense de l'embryon (viscosité et molécules antibactériennes) + source d'eau et de protéines/énergie pour l'embryon (acides aminés)

Biosynthèse

Formation par précipitation du carbonate de calcium (Calcite 95%)



Isthme : membranes coquillières
Utérus : coquille. 3 phases distinctes: initiation (4 h), croissance (11 h) et terminaison (2 h)

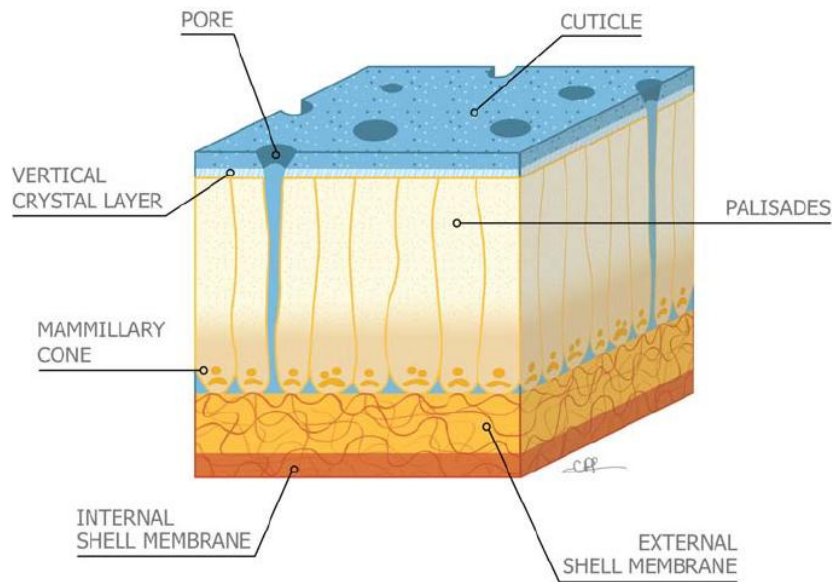


La coquille (2/3)

Structure

6 g de coquille par œuf

Solidité : essentiellement liée à l'épaisseur + structure de la coquille



Hincke et al., 2012

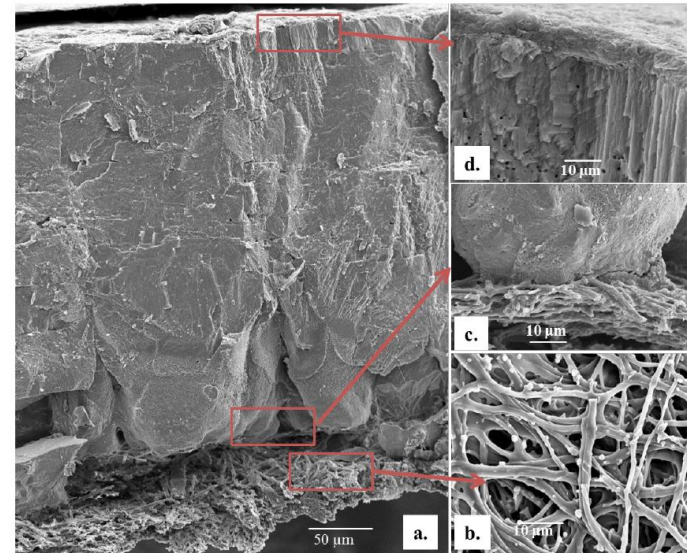


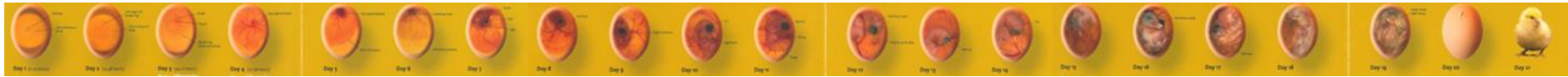
Fig 1: Scanning electron microscopy of the highly ordered structure of the chicken eggshell. **a.** Cross-section of a full eggshell that reveals the eggshell membranes, the mammillary and palisade layers and cuticle. **b.** Detailed focus on eggshell membranes showing the network of interlacing fibres. **c.** Cone layer section showing the insertion of mineralised cones into the membrane fibres. **d.** Section showing the vertical layer and the cuticle covering the mineralised eggshell. (Nys *et al.* 2001).

Fonction principale : barrière physique contre les pressions de l'environnement (pressions microbiennes, physiques et physicochimiques + protection contre la déshydratation)

ED0

ED15

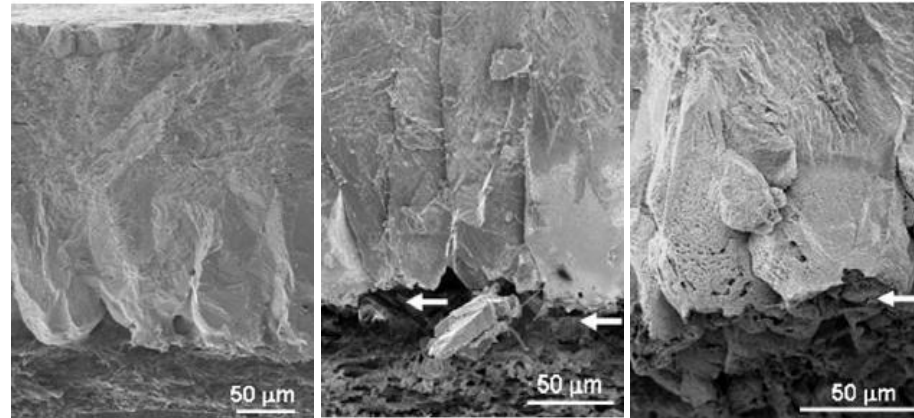
ED20



ED0

ED15

ED20



Chien et al., 2009

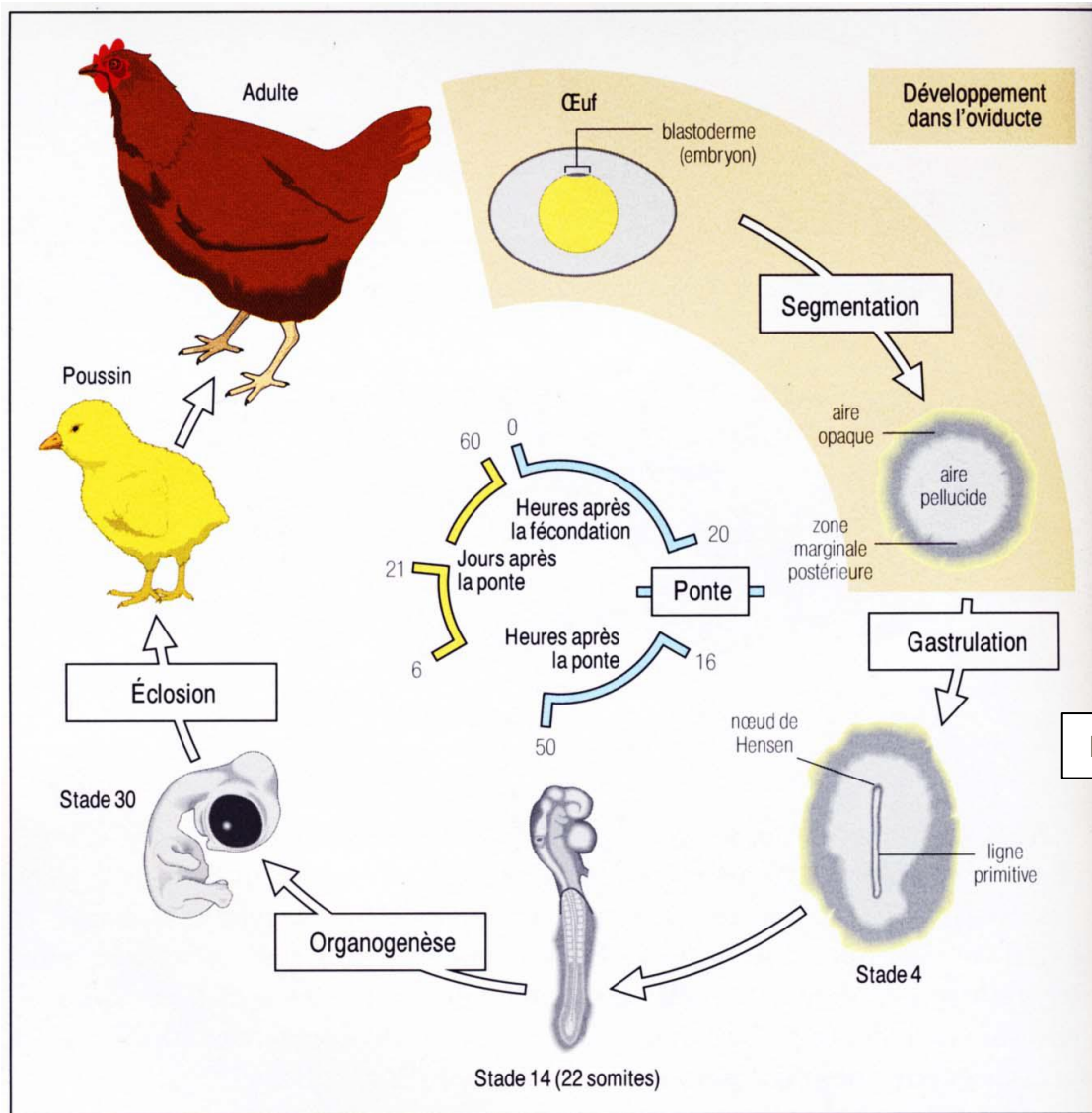
- Désintégration et détachement partiel de la membrane coquillère
- Perte de matériel (calcium + protéines)

Source de calcium pour l'embryon (squelette de l'embryon)
Solubilisation de protéines (barrière antimicrobienne locale ?)
Altération et amincissement de la coquille (facilite l'émergence)

II.

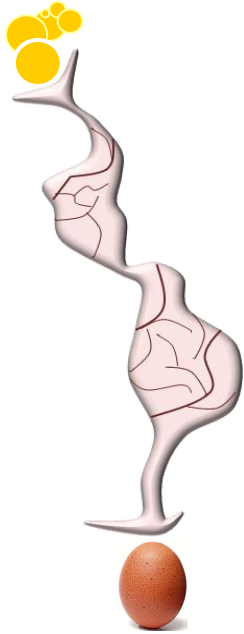
Embryon et structures extra-embryonnaires

Cycle de développement de l'embryon



Embryogenèse: 3 phases précoces
-Segmentation
-Gastrulation
-Neurulation

Les premières étapes du dév. emb.



Ovulation
Fécondation (20 minutes post-ovulation)

5 heures

Oviposition
 (24 heures post-ovulation)

Incubation (38°C)

2 heures

20 heures

28 heures

44 heures

I.

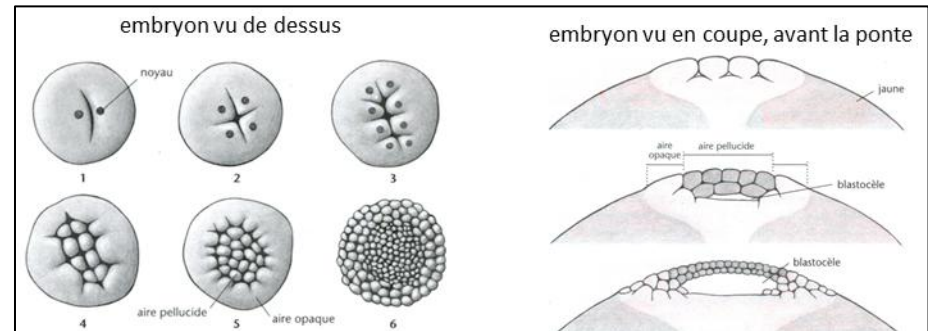
II.

III.

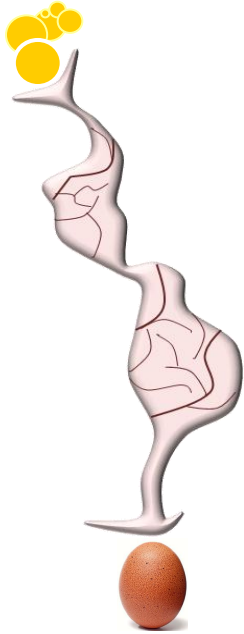
Embryogenèse: 3 phases précoces

I. Segmentation et formation de la blastula

Divisions mitotiques sans différenciation cellulaire significative



Les premières étapes du dév. emb.



Ovulation

Fécondation (20 minutes post-ovulation)

5 heures

Oviposition

(24 heures post-ovulation)

Incubation (38°C)

2 heures

20 heures

28 heures

44 heures

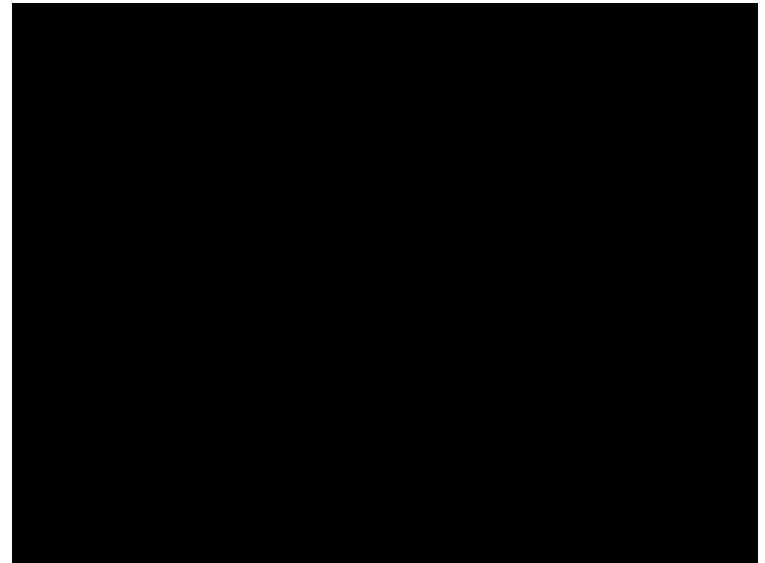
I.

II.

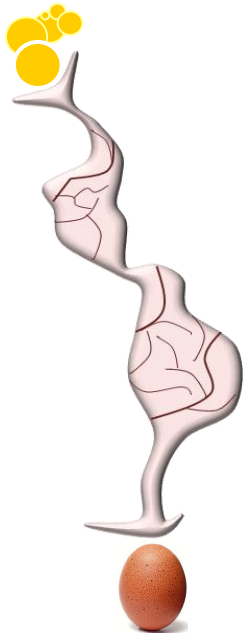
III.

II. Gastrulation

Mise en place de trois feuillets embryonnaires : ectoderme, mésoderme (somatopleure et splanchnopleure) et endoderme
À l'origine des structures extraembryonnaires



Les premières étapes du dév. emb.



Ovulation
Fécondation (20 minutes post-ovulation)

5 heures

Oviposition
(24 heures post-ovulation)

Incubation (38°C)

2 heures

20 heures

28 heures

44 heures

I.

II.

III.

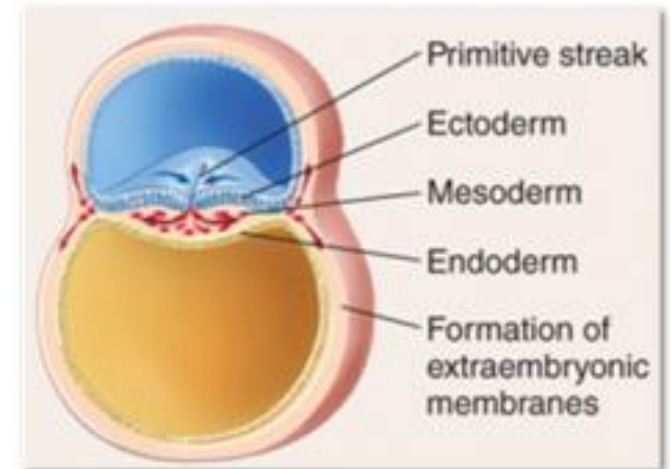
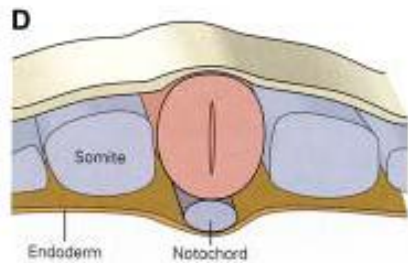
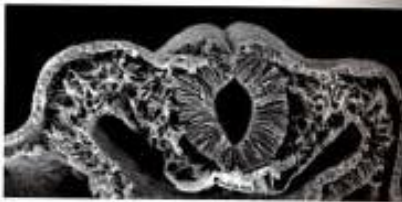
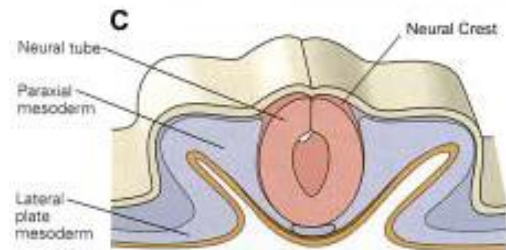
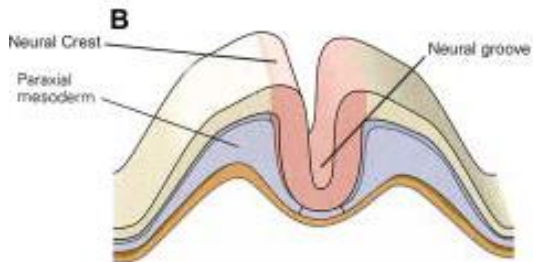
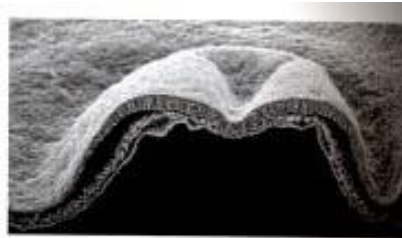
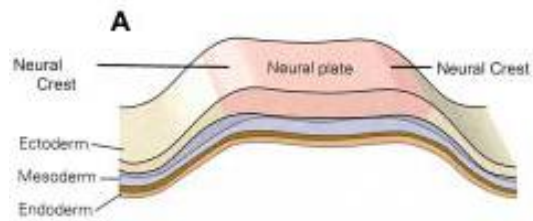
Embryogenèse: 3 phases précoces

III. Neurulation

Formation du tube neural (moelle épinière et cerveau)

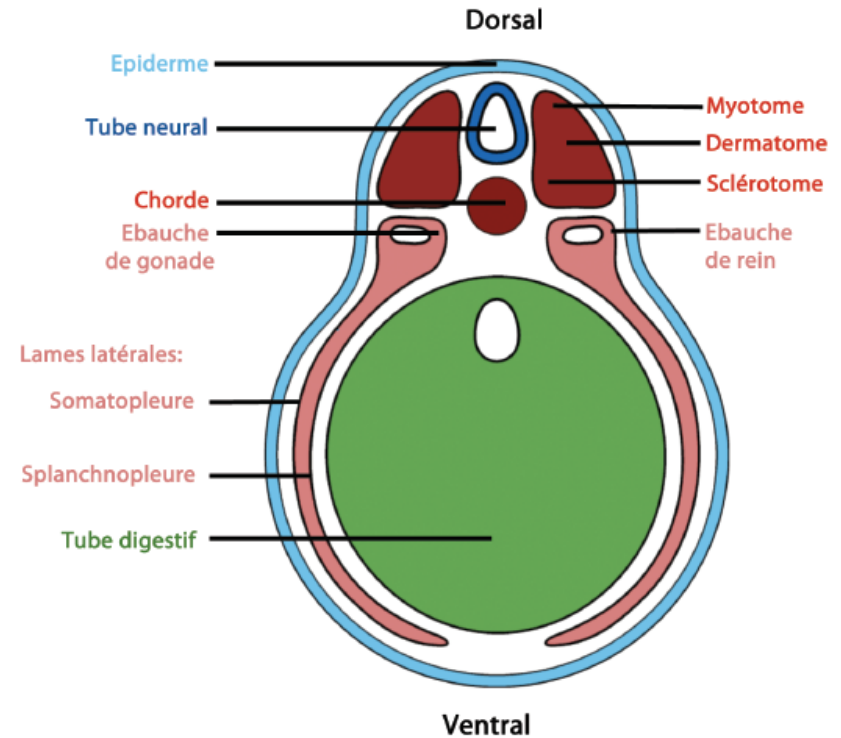


Les premières étapes du dév. emb.

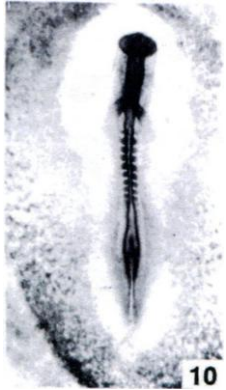


Devenir des différents feuilletts

Feuilletts		Dérivés	
Ectoderme	Neurectoderme	Cerveau, Moëlle épinière	
	Crêtes neurales	Squelette de la face, Ganglions et fibres des nerfs crâniens, Cellules pigmentaires, Médullosurrénales	
	Epiderme	Peau, Dents, Placodes	
Mésoderme	Axial	Chorde	-
	Somites	Dermatome	Derme
		Sclérotome	Squelette vertébral
		Myotome	Muscles
	Intermédiaire	Gononéphrotome	Reins, Gonades
	Lames latérales	Somatopleure	Péricarde, Derme latéral, crêtes génitales, Charpente conjonctif des muscles
Splanchnopleure		Muscles lisses, Rate, Appareil circulatoire, Mésentère	
Endoderme		Trachée, Poumons, Thyroïde, Tube digestif, Foie, Pancréas	

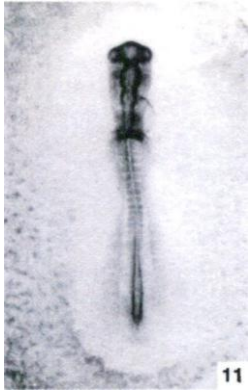


Organogénèse



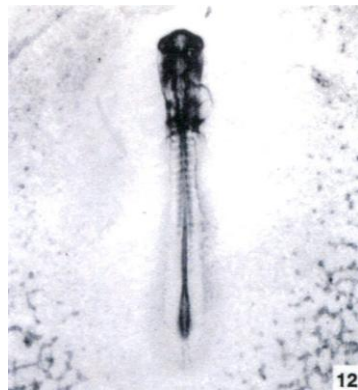
10

33-38h
10 somites



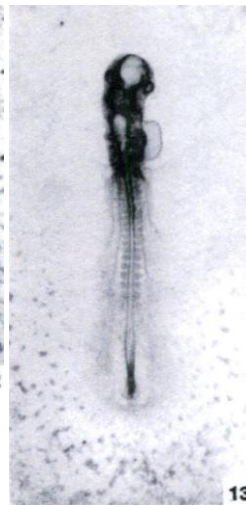
11

40-45h
13 somites



12

45-49h
16 somites



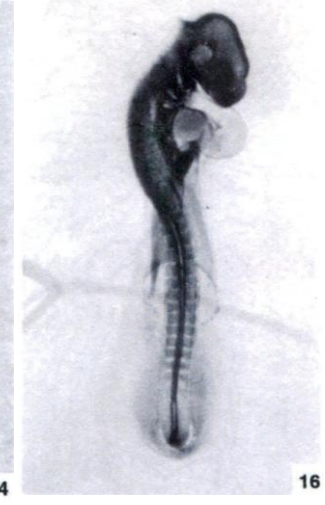
13

48-52h
19 somites



14

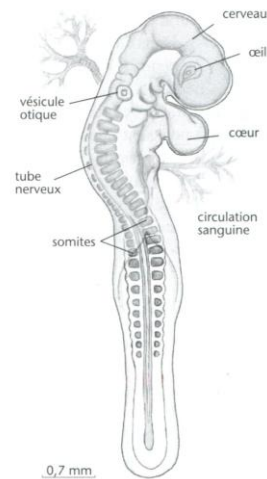
50-53h
22 somites
Artères omphalo-
mésentériques
au niveau de la 21^{ème}
paire de somites



16

53-56h
28 somites
Amnios

Premiers battements
cardiaques
sans influx nerveux
(contraction
autonome des 1^{ères}
cellules cardiaques)



Organogénèse



17

HH 16-18
50-56h
26-36 somites



18



WINGS

LEGS

STAGE 17



STAGE 18



19

HH 19-20
68-72h
37-43 somites



WINGS

LEGS

STAGE 19



20

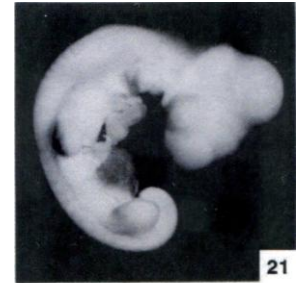


STAGE 20



21

HH 21-22
3 ½ - 4j
44 somites



21

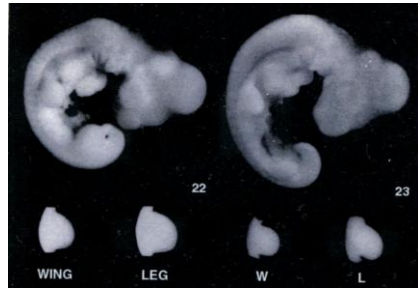


WING



LEG

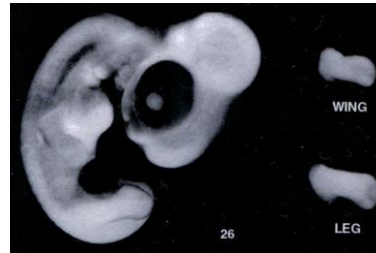
Organogénèse



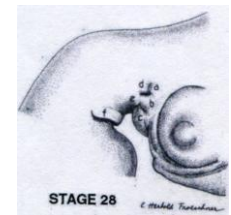
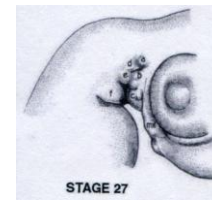
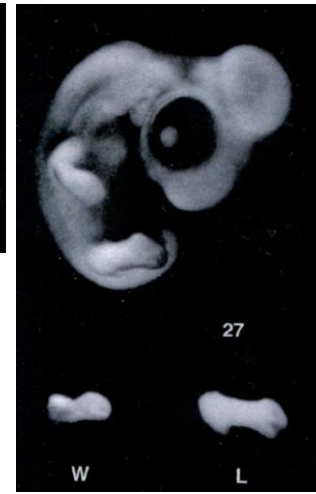
HH 21-22
3 ½ - 4j



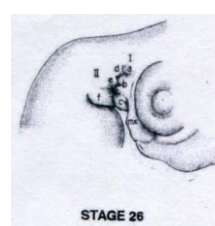
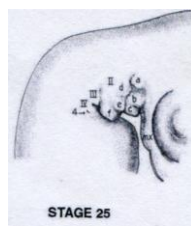
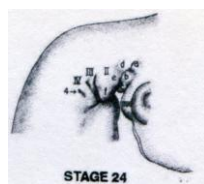
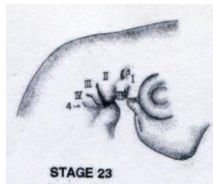
HH 23-24
4 - 4 ½j



Pigmentation de l'oeil



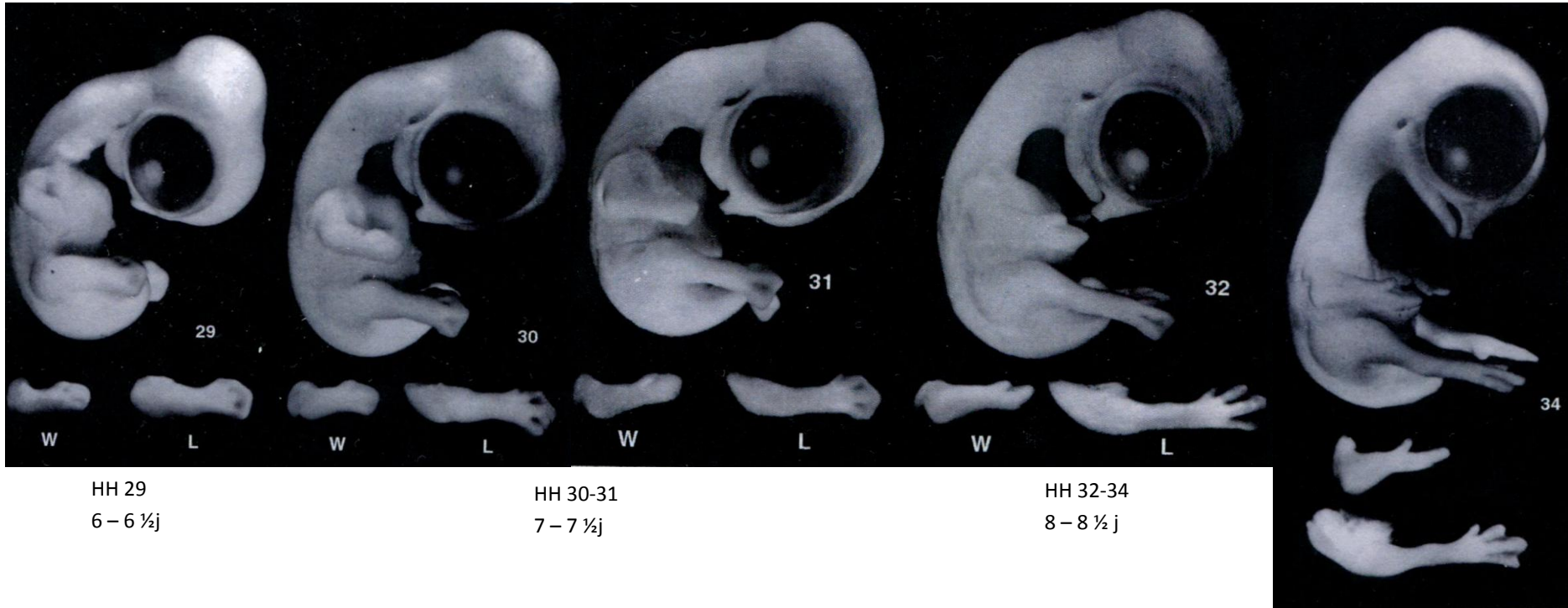
HH 27-28
5 - 6j



HH 25
4 ½ - 5j

HH 26
5j

Croissance



Croissance



HH 35
8 ½ - 9j

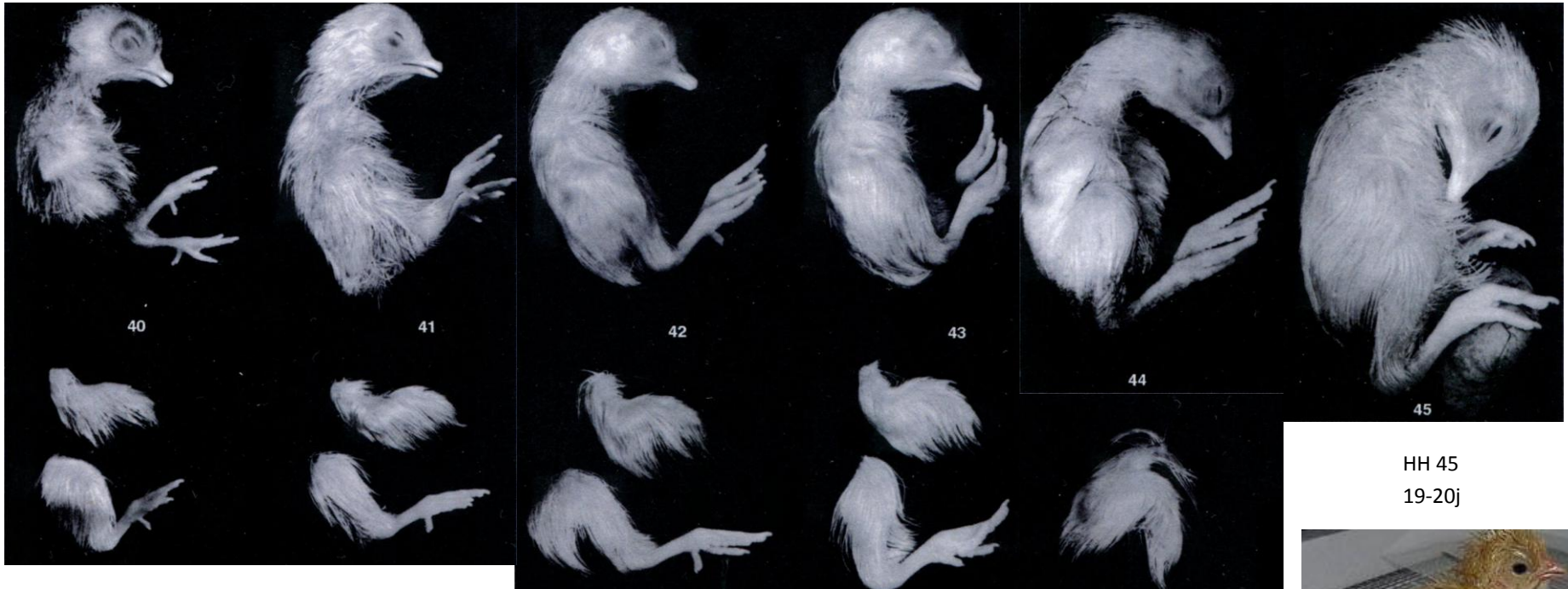
HH 36-37
10 - 11j

HH 38
12j

HH 39
13j

Apparition des plumes et des griffes

Croissance



HH 40
14j

HH 41 - 42
15 - 16j

HH 43
17j



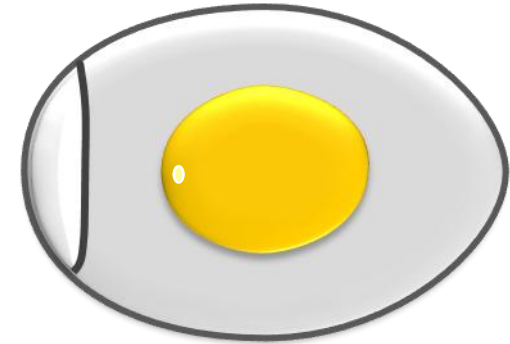
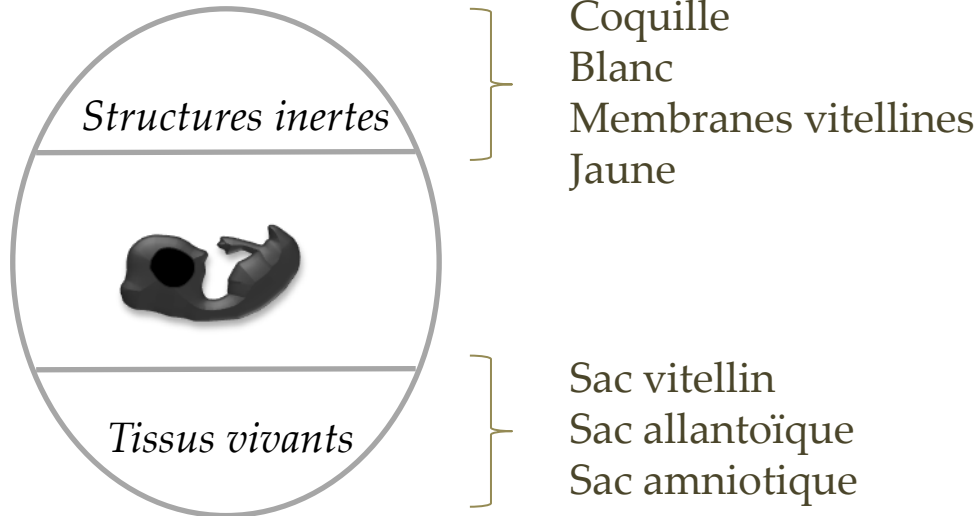
HH 44
18j

HH 45
19-20j



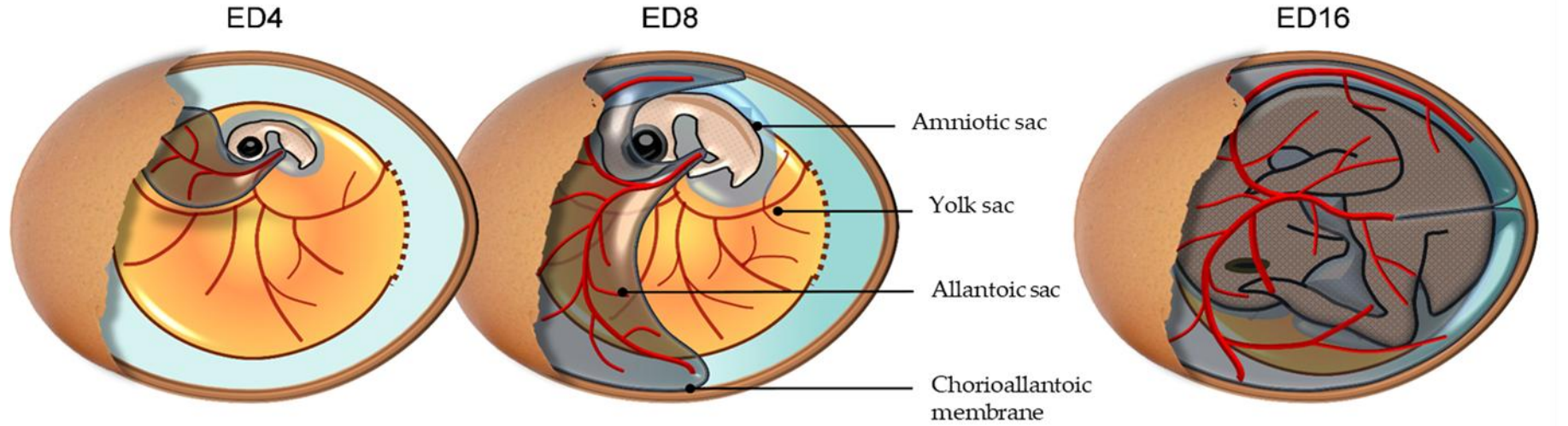
21j: éclosion

EDO



Rôle des structures extra-embryonnaires: assurer des fonctions vitales pour l'embryon jusqu'à ce que ses propres organes soient pleinement fonctionnels

Les structures extra-embryonnaires



Oviposition

Emergence

EMBRYOGENESIS

GROWTH

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Yolk sac

Chorioallantoic membrane

Amniotic and allantoic sacs

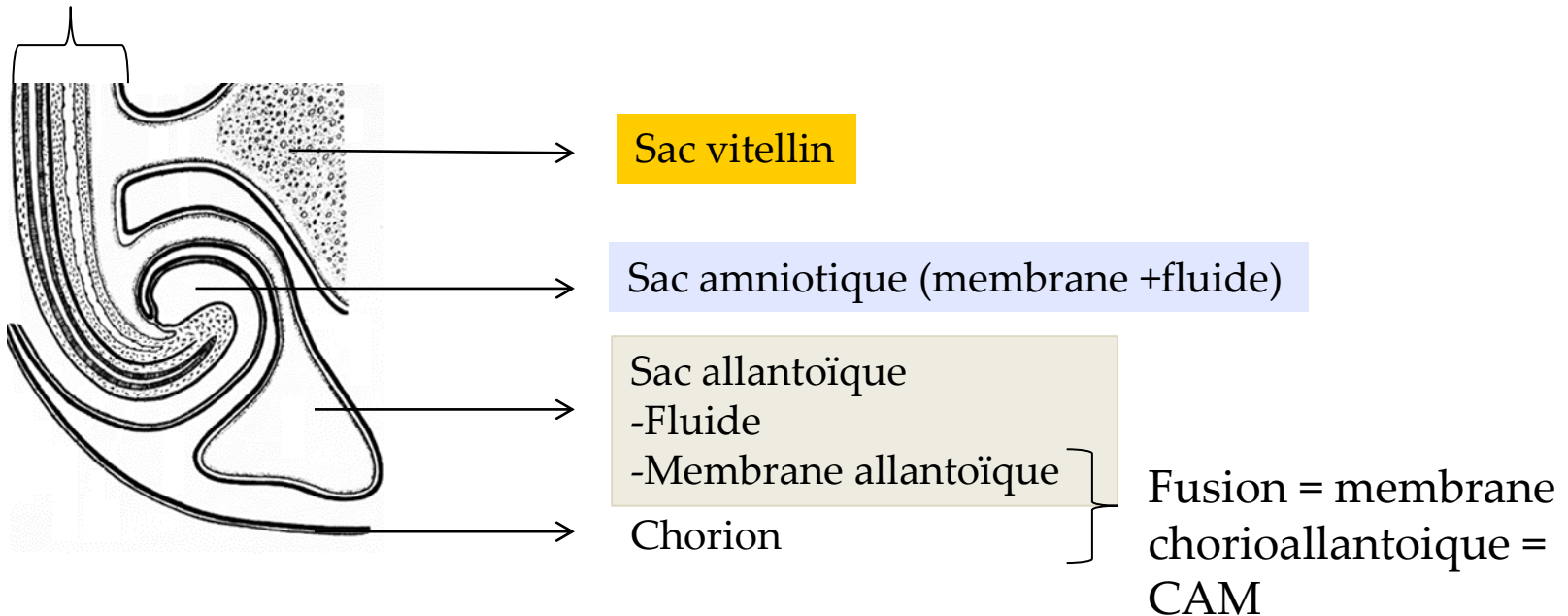
Les structures extra-embryonnaires

Gastrulation : mise en place des structures extra-embryonnaires (mesoderme)

- Sac amniotique (Amnios)
- Sac allantoïque (et à ED5, membrane chorioallantoïque)
- Sa vitellin

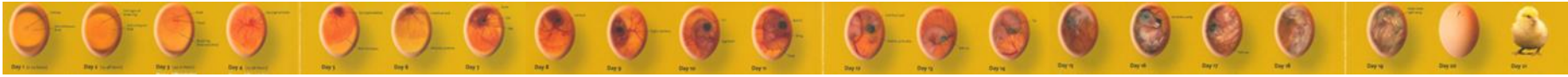
Embryon (4 jours, coupe sagittale, partie postérieure)

Embryon

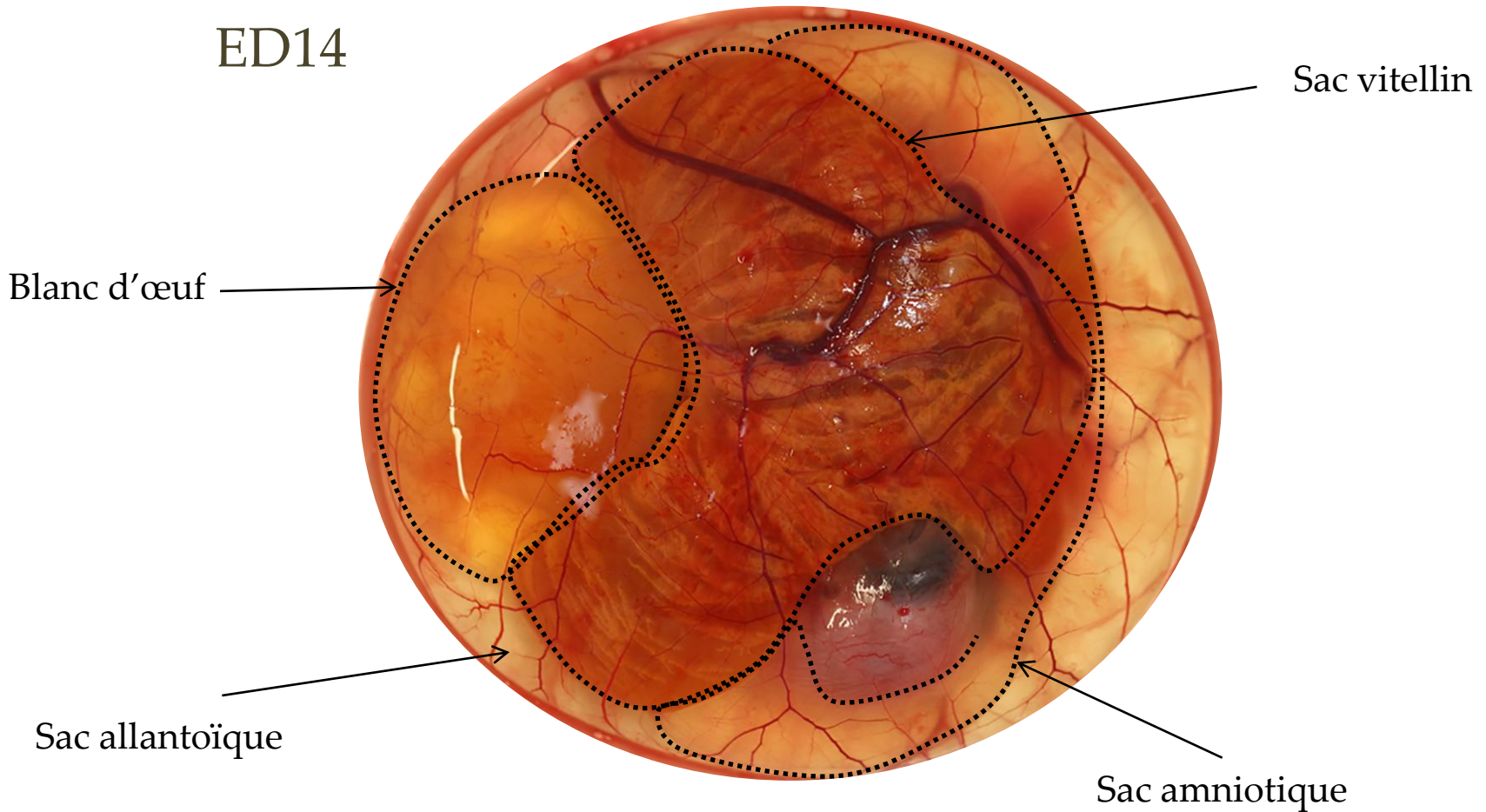


Les structures extra-embryonnaires

ED14

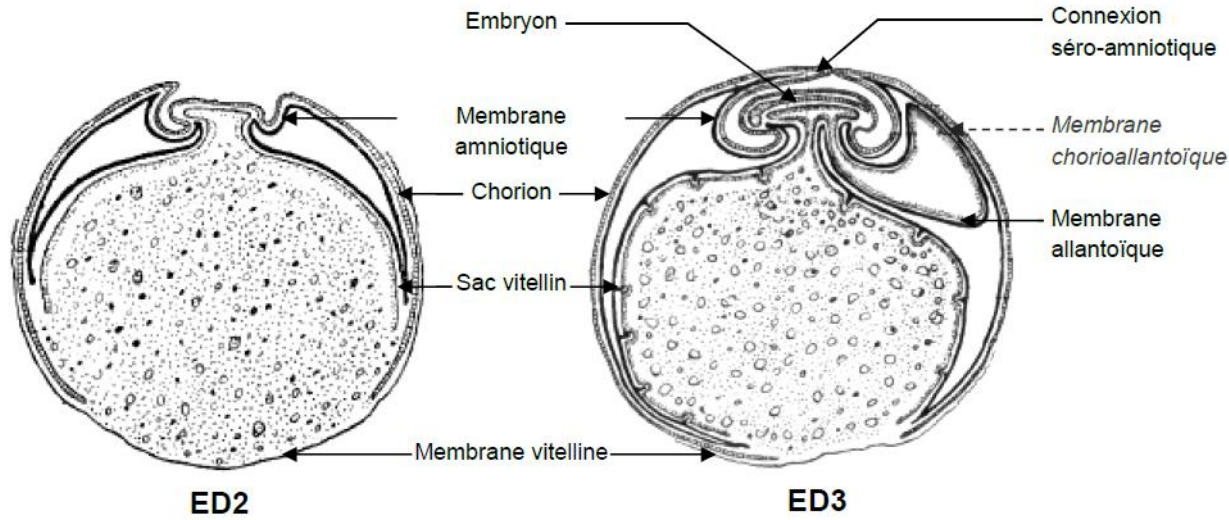


ED14

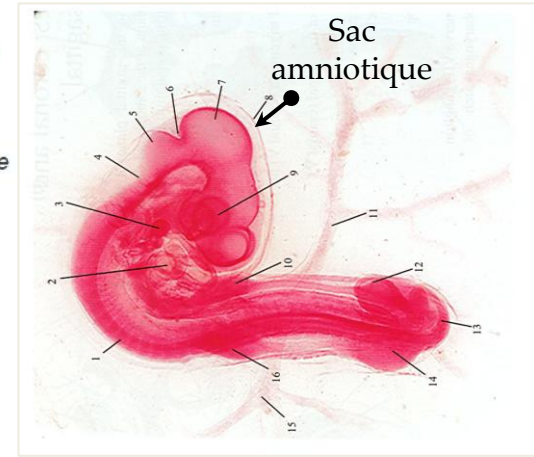


Le sac amniotique (1/2)

Formation



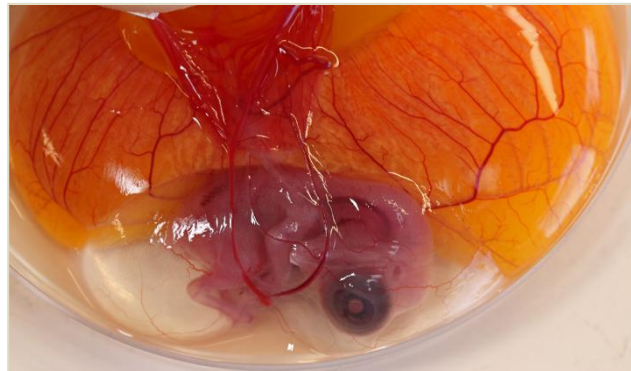
Romanoff, 1960



ED3

Bellairs et Osmond, 2014

ED10

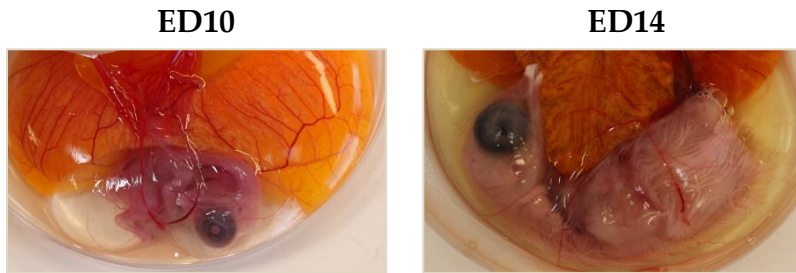


Le sac amniotique (2/2)

Composition/propriétés

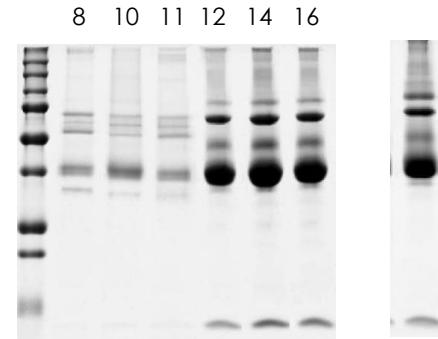
De ED2 à ED11 : eau (99%) ions (chlorure), peu de protéine (0.01g/L)

Entre ED11 et ED12: **afflux de blanc (200 g/L)**



© INRA, T. Moreau

Fluide amniotique Blanc



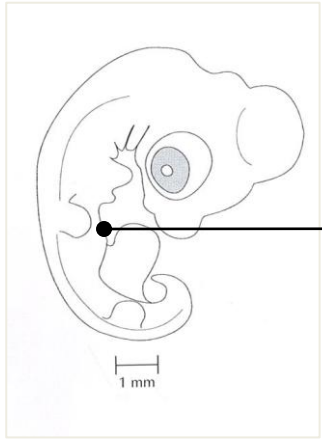
↔
Afflux de blanc

Da Silva et al, 2017

pH stable : 7,7 (ED8-11) à 7 (ED12-16)

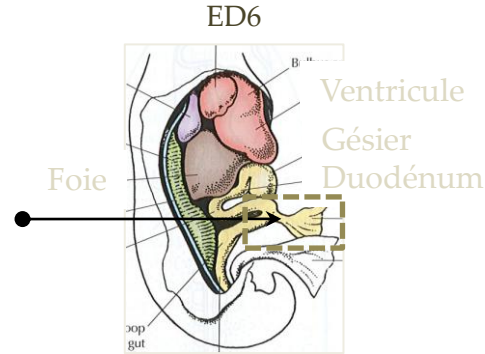
→ Tout le long de l'incubation : Protection contre les chocs mécaniques, la déshydratation et l'adhésion aux autres membranes + molécules antibactériennes
→ 2^{ème} moitié de l'incubation : source de protéines (acides aminés + énergie) pour la croissance de l'embryon/fœtus (absorption orale par l'embryon vers ED13)

Le sac vitellin (1/2)

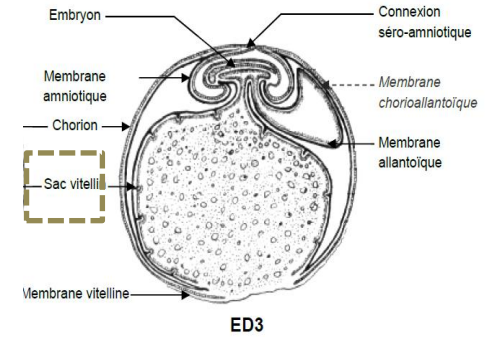


Formation : dès les premières 48h, à partir de l'intestin postérieur

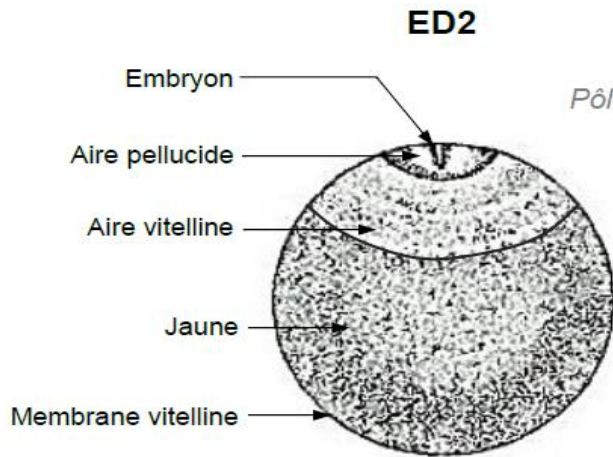
Bellairs et Osmond, 2014



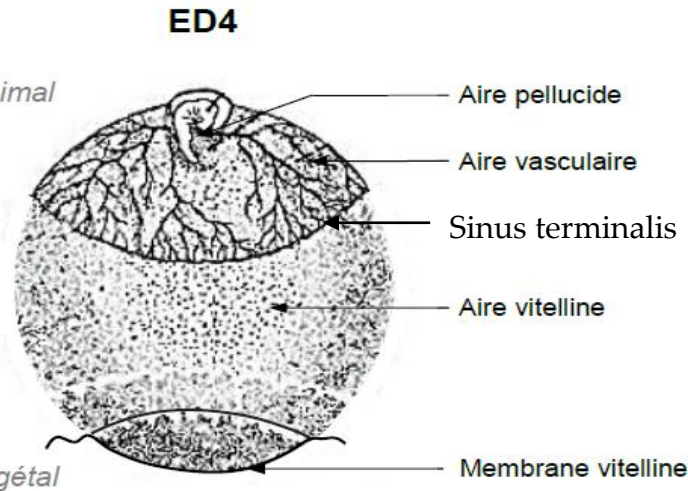
Bellairs et Osmond, 2014



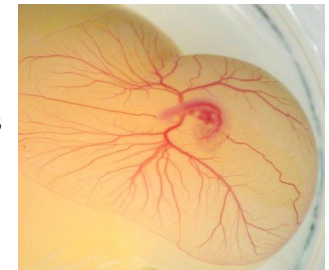
Romanoff, 1960



Pôle animal



Pôle végétal

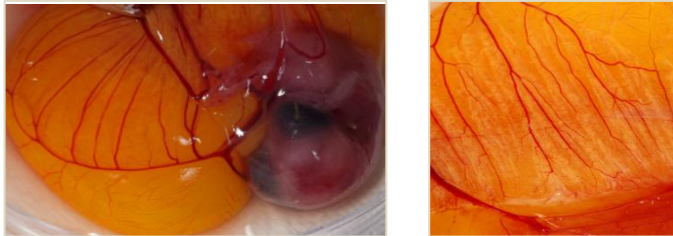


Romanoff, 1960

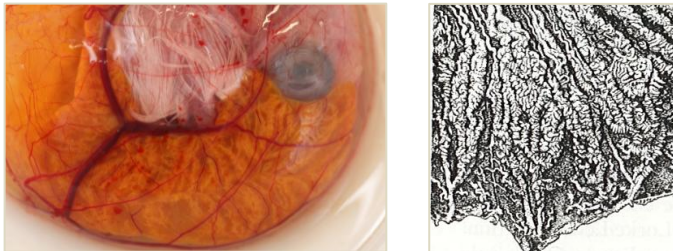
Le sac vitellin (2/2)

Fonction: impliqué dans le transfert des nutriments du jaune vers l'embryon *via* le réseau sanguin (expression de transporteurs de nutriments et d'enzymes digestives) Yadgary et al., 2011, Speier et al., 2012

ED10



ED14

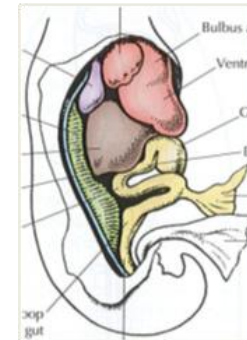


© INRAE, T. Moreau

Bellairs et Osmond, 2014

Résorption abdominale : commence à ED19, doit être complète à 1 jour (ombilic propre et fermé)

ED6

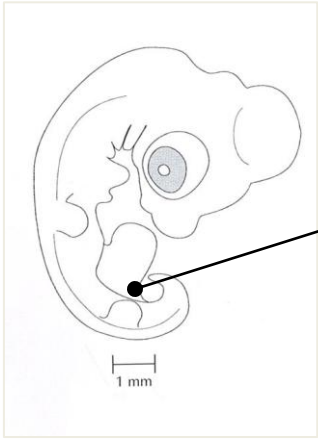


Bellairs et Osmond, 2014

A l'éclosion, le sac vitellin constitue 15 à 25% du poids de l'animal et 90% de la réserve nutritionnelle contenue dans le sac vitellin est utilisée dans les 48h post-éclosion Jamroz et al. 2004

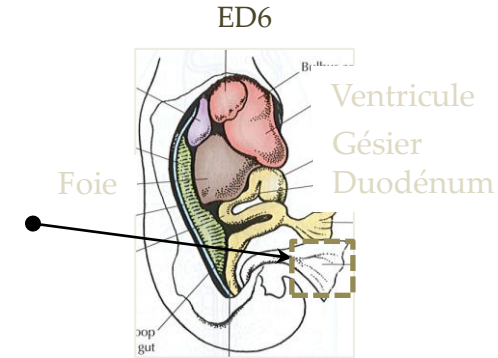
Source de nutriments+ énergie
Participe au développement du tractus intestinal du poussin

Le sac allantoïque (1/3)

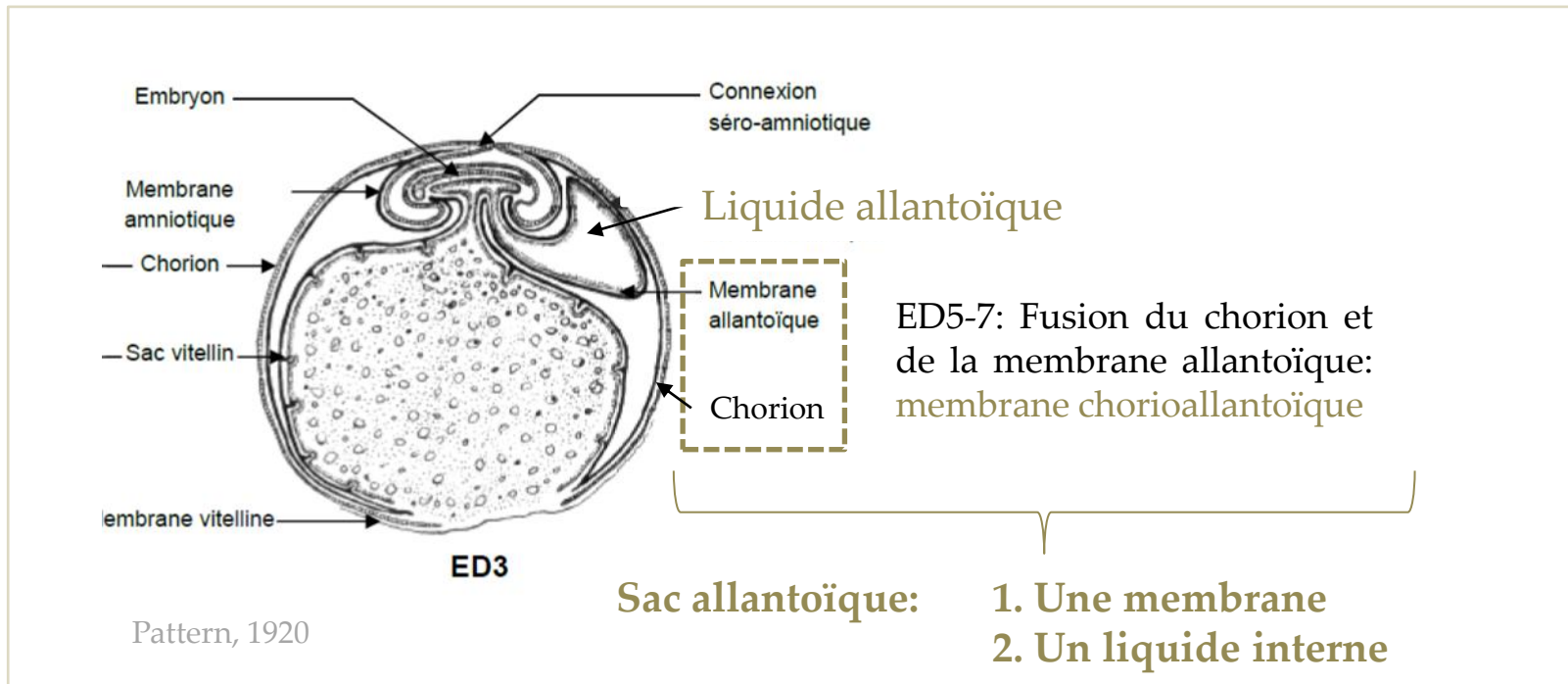


Bellairs et Osmond, 2014

Formation : à partir de l'épithélium de endoderme + mésoderme (ED2-3)



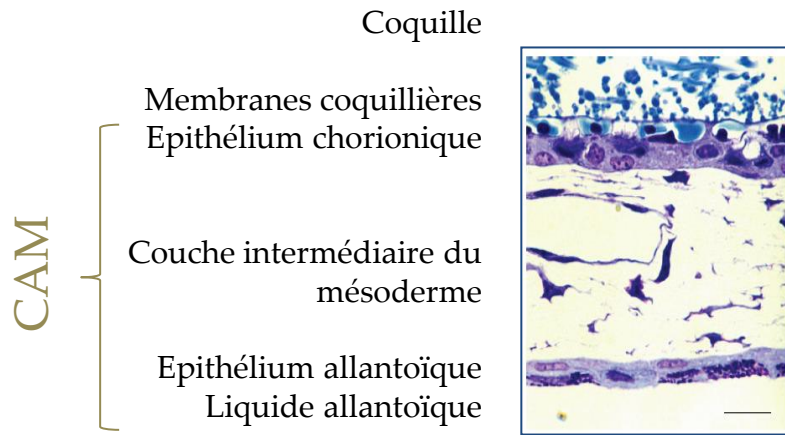
Bellairs et Osmond, 2014



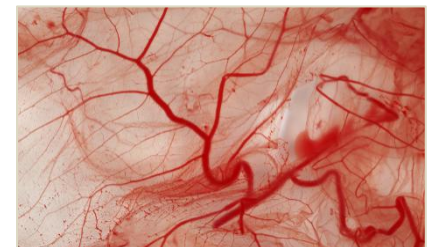
Le sac allantoïque (2/3)

Membrane chorioallantoïque = CAM

Se développe en interaction étroite avec la coquille



Gabrielli et al., 2010



Nombreuses fonctions biologiques et rôle majeur dans le développement embryonnaire

Le sac allantoïque (2/3)

Membrane chorioallantoïque = CAM

- Respiration/échanges gazeux (*via* les vaisseaux sanguins+pores de la coquille)
- Limite la perte en eau : réabsorption de l'eau et des électrolytes contenus dans le fluide allantoïque
- Dissolution et transport du calcium de la coquille vers l'embryon (pour la constitution de son squelette)
- Défense de l'embryon contre les pathogènes extérieurs (défense physique, moléculaire et cellulaire)

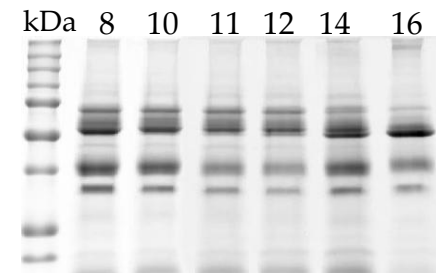


© INRA, T. Moreau

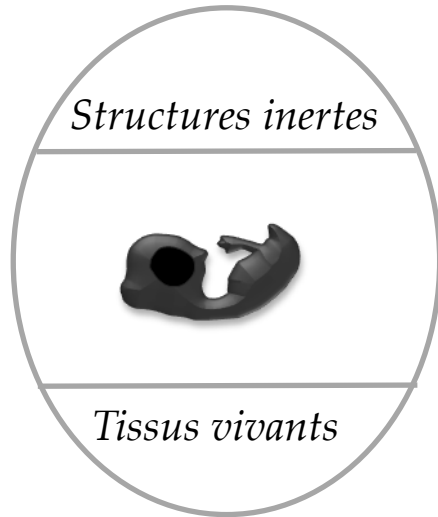
Liquide allantoïque

Fonctions méconnues

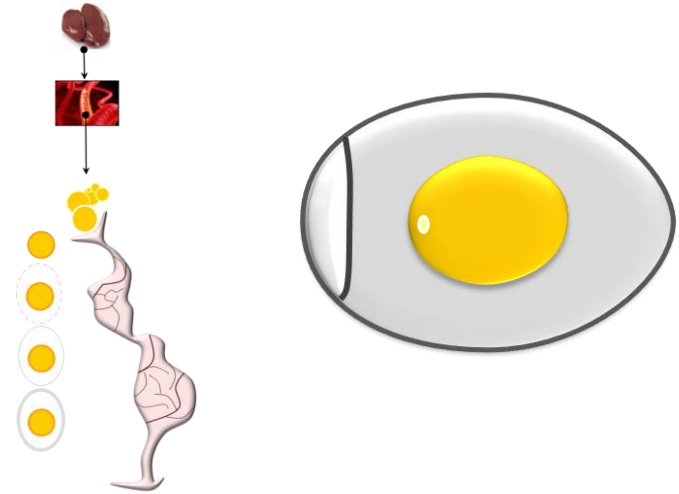
- Equilibre acido-basique
- Stockage de l'eau
- Stockage des déchets métaboliques de l'embryon (acide urique)
- Présence de protéines, enzymes protéolytiques, acides aminés libres



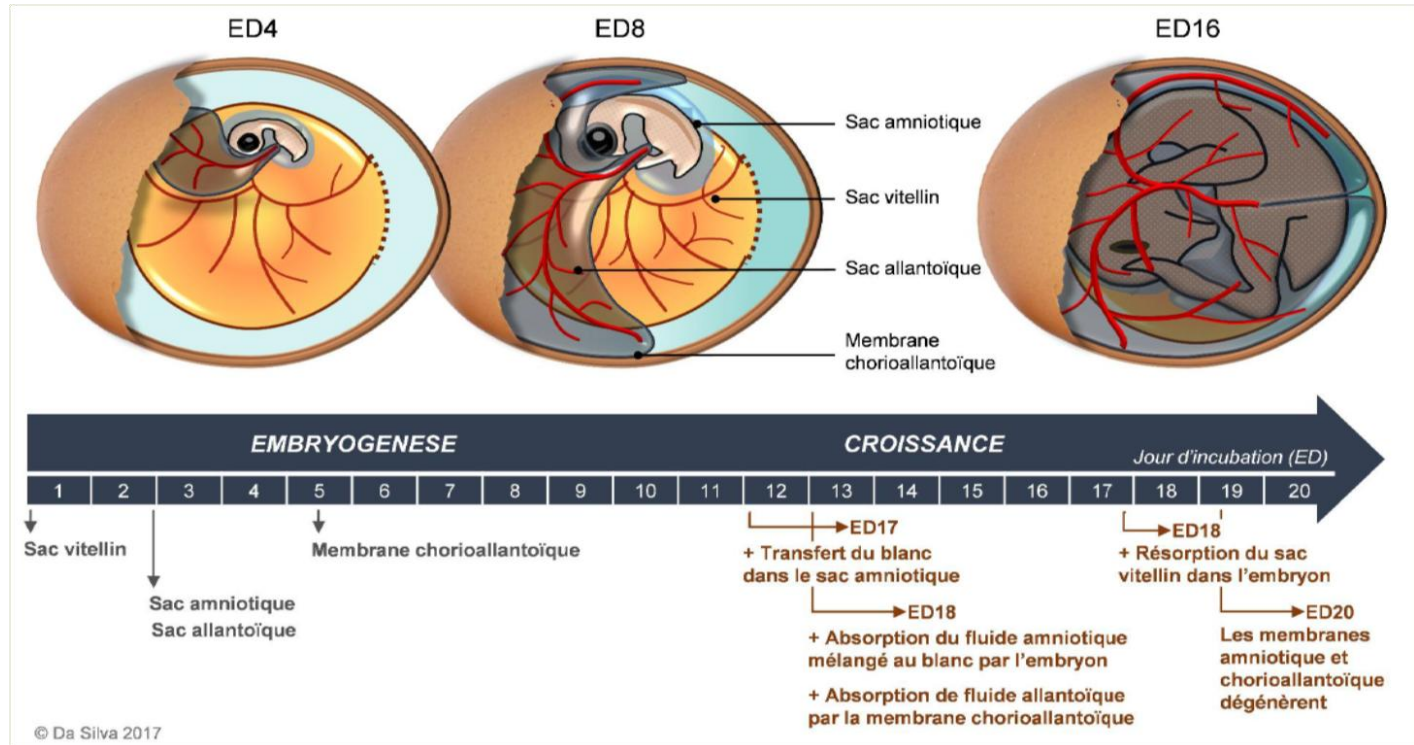
Da Silva et al., 2017

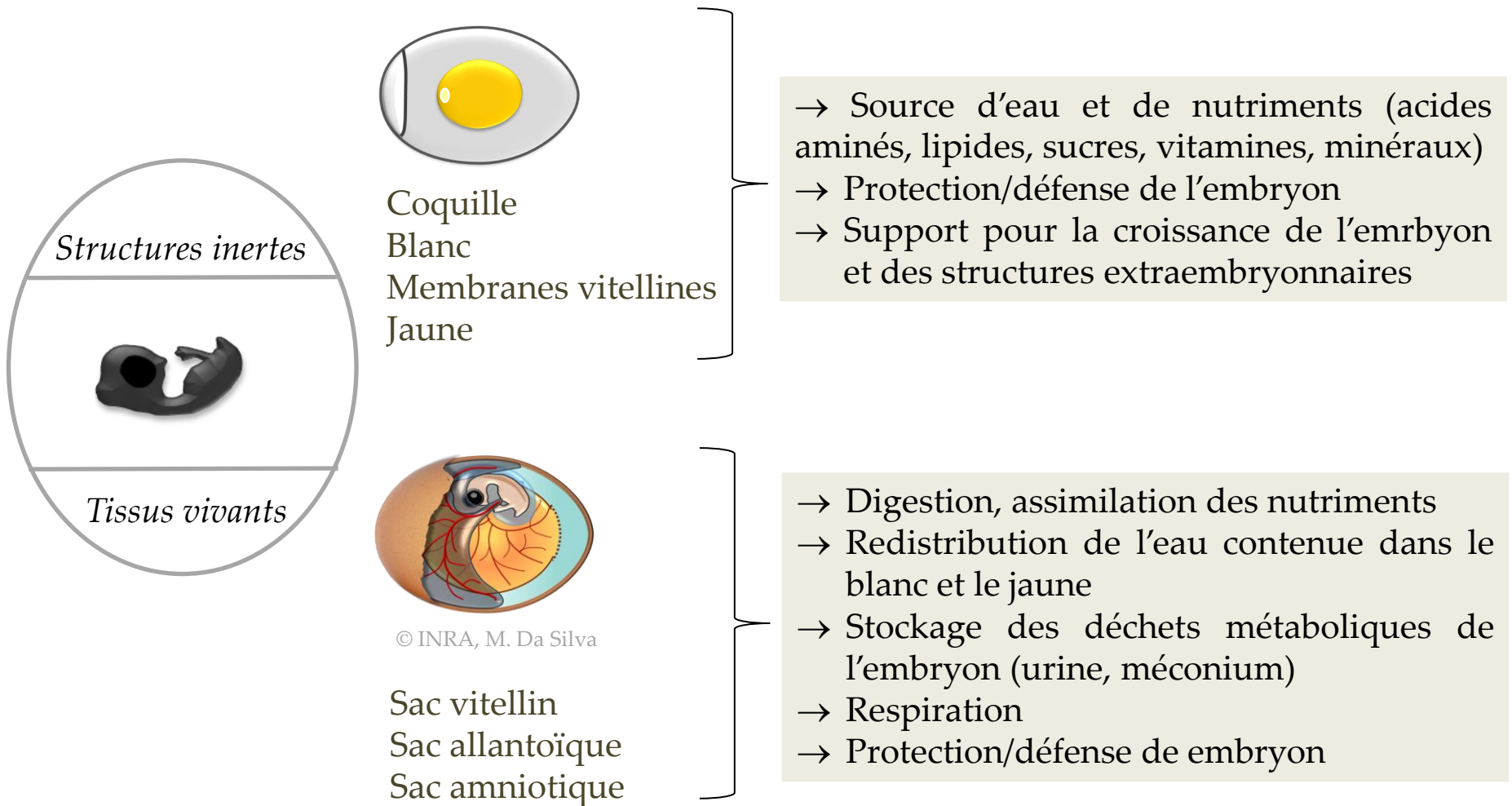


Poule
Coquille
Blanc
Membranes vitellines
Jaune

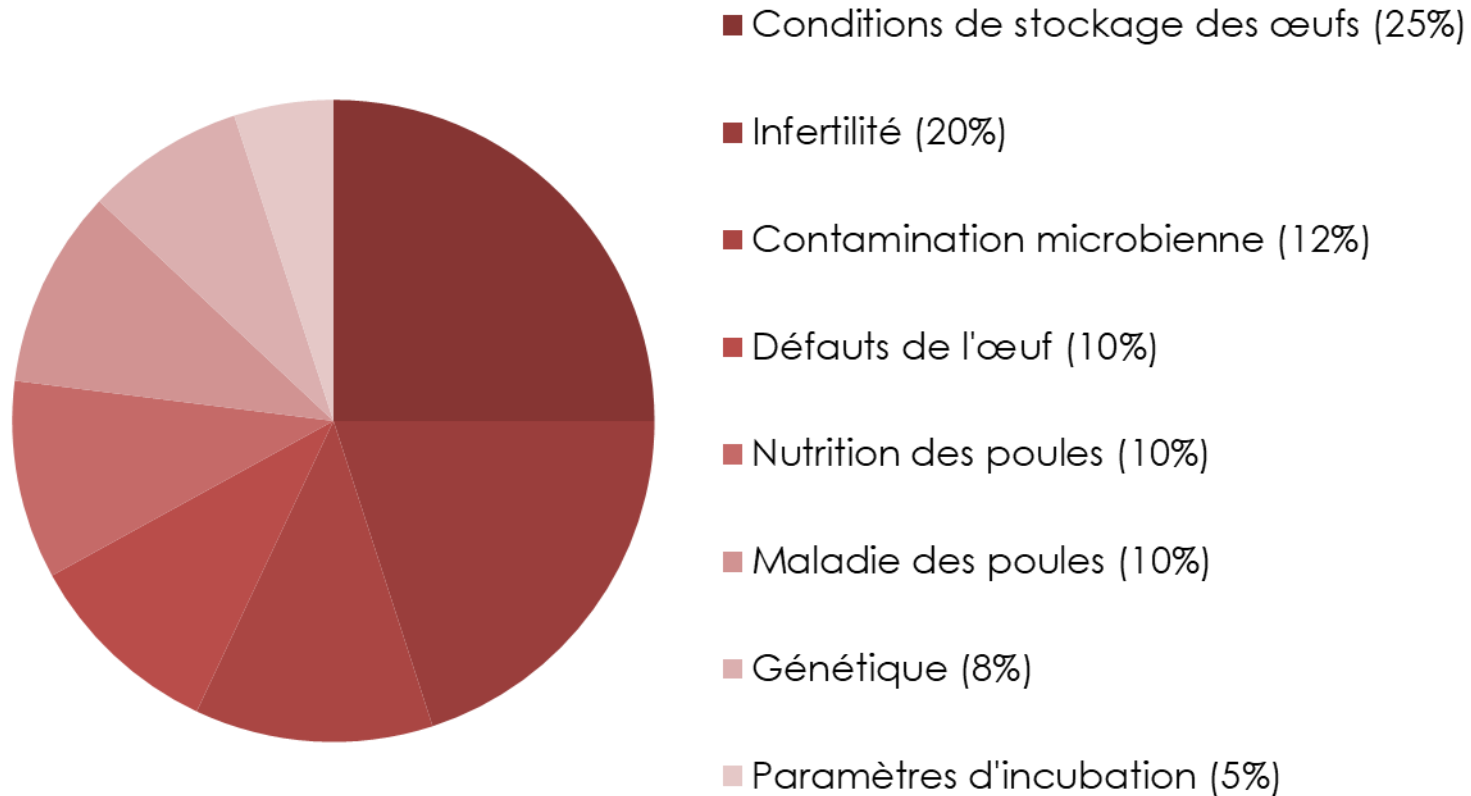


Embryon
Sac vitellin
Sac allantoïque
Sac amniotique



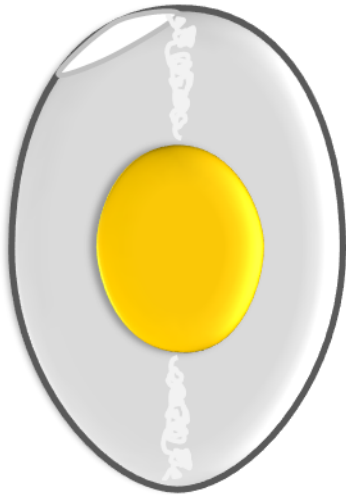


Principaux facteurs affectant l'éclosion



Influence du stockage (durée/température)

Freshly laid egg



**Carbone dioxyde and water loss
through eggshell pores**

Air cell volume: increase

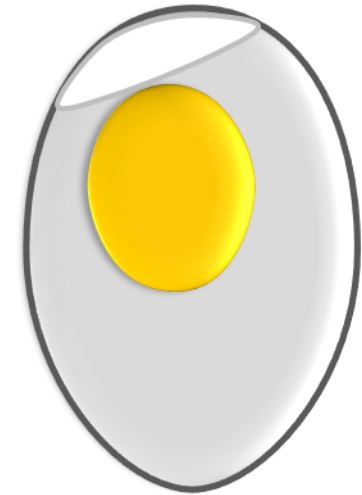
Chalazae: degradation

Vitelline membranes : loosening

Egg yolk : flattening, floating

Egg white: thinning, pH increase (7.8 to 9.5)

Stored egg



Facteurs affectant le développement embryonnaire

Importance du sens (gros bout vers le haut)

Bêchage interne : l'embryon perce du bec les membranes au niveau de la chambre à air

Position adéquate pour bêcher



Bec positionné sous l'aile droite

Les malpositions peuvent être dues aux conditions d'incubation/éclosion inadéquates



Bêchage externe : coquille

<http://www.thepoultrysite.com/articles/1608/investigating-hatchery-practice-examining-the-hatch-debris/>

Facteurs affectant le développement embryonnaire

Conditions d'incubations des œufs : conditions standard

Température : 37,8 °C

Hygrométrie : 55 %

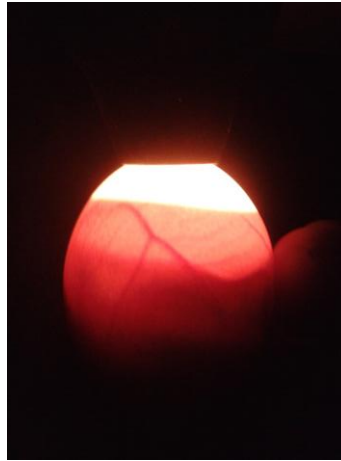
Retournement toutes les heures



Œufs clairs/non fécondés



Oeufs fertiles



Mortalité embryonnaire



<7 jours

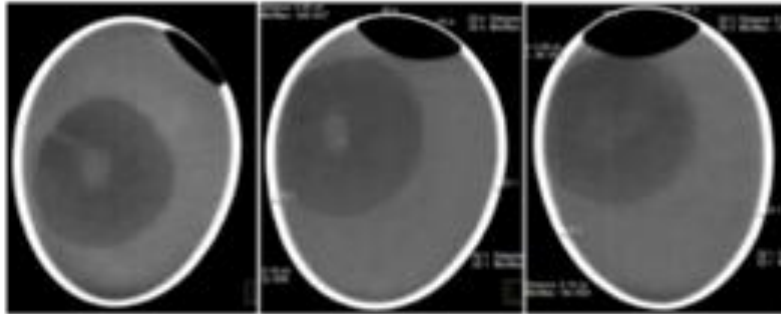


>7 jours

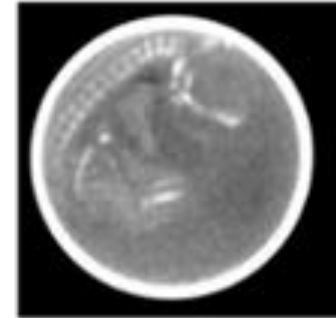
Contrôle du développement au cours de l'incubation

A. CT-scan

Effet du stockage

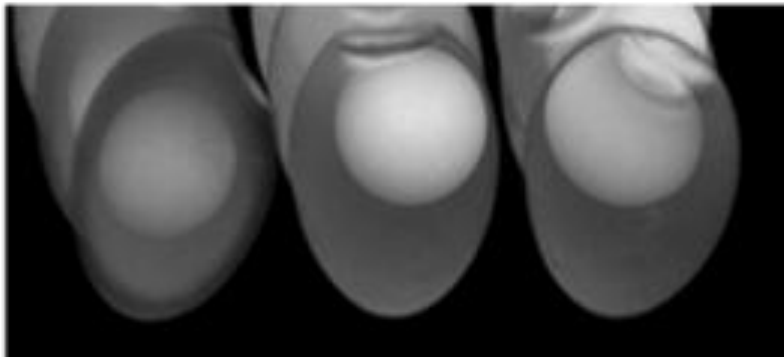


Œuf embryonné à ED17

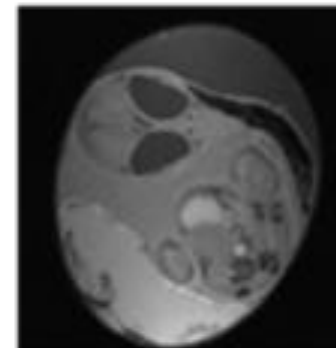


B. IRM

Effet du stockage

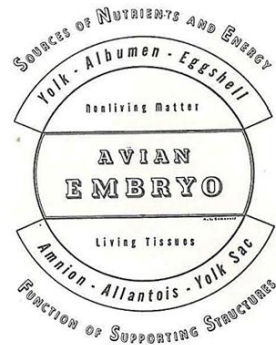
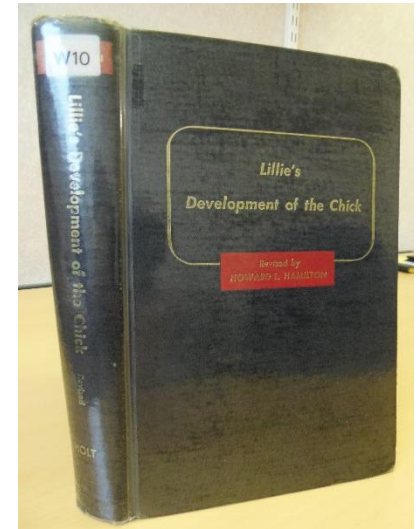
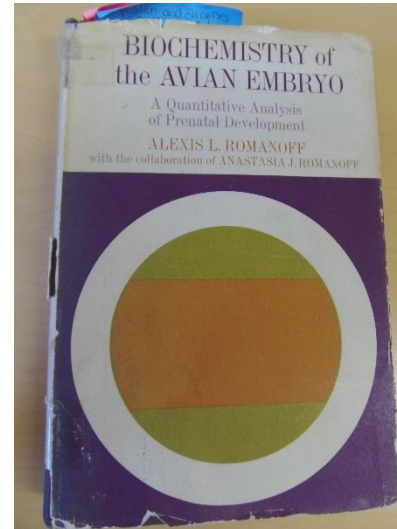
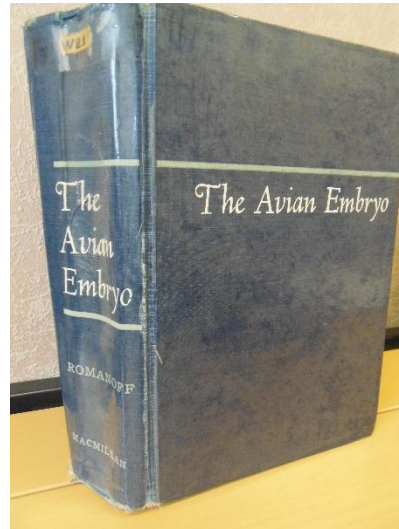
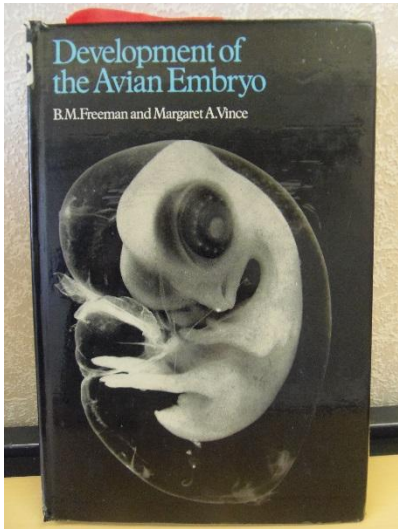


Œuf embryonné à ED17



Ressources documentaires (2/5)

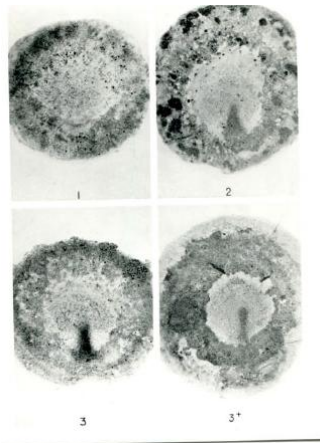
Ouvrages (Disponibles à l'URA)



Ressources documentaires (3/5)

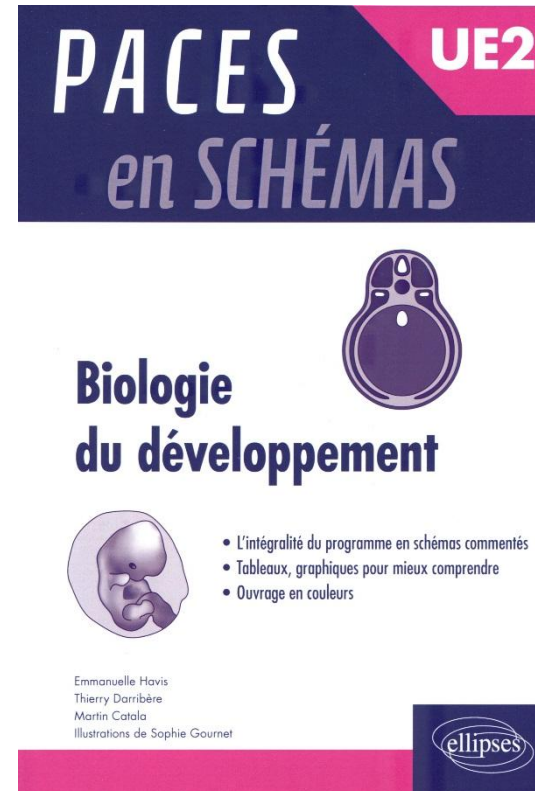
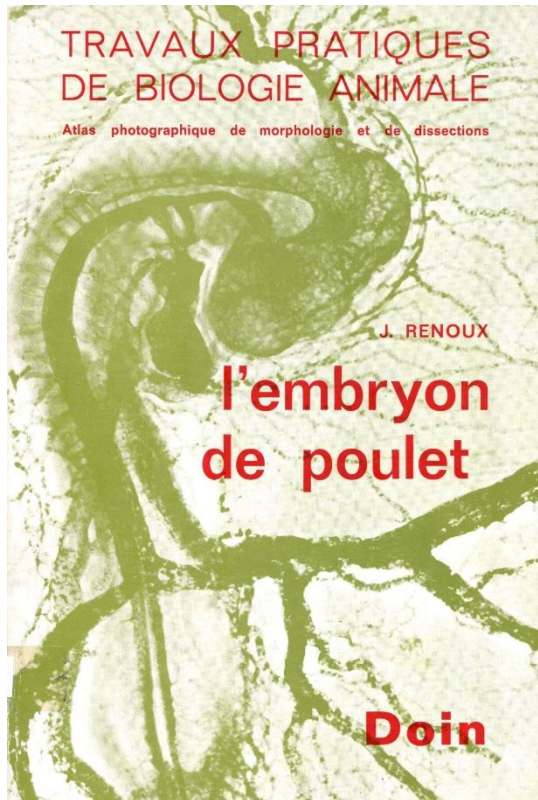
STADES DU DEVELOPPEMENT DE L'EMBRYON DE POULET

Hamburger and Hamilton:
A series of normal stages in the development of the chick embryo.
J. Morph., Vol. 88, n°1, January 1951



CAILLE			POULET		
Stade	Temps	Somite	Stade	Temps	Somites
1	7-8 h		3*	13-15h	
2	12-13		4	18-19	
3	16-18		5	19-22	
4	21-22		6	23-25	
5	22-24	1	7	23-26	1
6	24-26	4	8	26-29	4
7	27-29	7	9	29-33	7
8	29-30	10	10	33-38	10
9	33-34	13	11	40-45	13
10	34-36	16	12	45-49	16
11	36-38	19	13	48-52	19
12	40-42	22	14	50-53	22
13	44-46	24-26	15-16	50-56	24-28
14	50-58	26-32	16-18	51-68	26-36
15	62-68	36-40	19-20	68-72	37-43
16	72h		21-22	3 1/2-4j	44
17	3 1/2j		23-24	4-4 1/2j	
18	4j		25	4 1/2-5j	
19	4 1/2j		26	5j	
20	5j		27-28	5-6j	
21	5 1/2j		29	6-6 1/2j	
22	6j		30-31	6 1/2-7 1/2j	
23	6 1/2j		32-34	7-7 1/2j	
24	7j		35	8 1/2-9j	
25	8j		36-37	10-11j	
26	9j		38	12j	
27	10j		39	13j	
28	11j		40	14j	
29	12j		41-42	15-16j	
30	13j		43	17j	
31	14j		44	18j	
32	15j		45	19-20j	
33	16j		46	20-21j	

Ressources documentaires (4/5)



Ressources documentaires (5/5)



JOVE | Peer Reviewed Scientific Video Journal - Methods and Protocols

Chick ex ovo Culture and ex ovo CAM Assay: How it Really Works
Daniel S. Dohle¹, Susanne D. Pasa¹, Sebastian Gustmann², Markus Laub³, Josef H. Wissler⁴, Herbert P. Jennissen¹, Nicole Dünker²
¹INSTITUTE FOR PHYSIOLOGICAL CHEMISTRY, DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY, UNIVERSITY OF DUISBURG-ESSEN, ²INSTITUTE FOR ANATOMY, DEPARTMENT OF NEUROANATOMY, UNIVERSITY OF DUISBURG-ESSEN, ³MORPHOPLANT GMBH, ⁴MARCO'S INSTITUTE FOR APPLIED RESEARCH AND DIDACTICS

PUBLISHED 11/03/2009 | 8 COMMENTS | VIEWS 22,717 | CITE THIS | SHARE

YOU HAVE FULL ACCESS TO THIS ARTICLE THROUGH HWA VAL DE LOIRE.

[PUBLISH WITH JOVE](#) [RECOMMEND JOVE](#)

CHAPTERS

- 0:00 Title
- 0:21 Subscription Limit
- 0:42 Introduction
- 1:39 Incubation of eggs
- 2:56 Ex ovo culture
- 6:08 Application of substances for ex ovo cam assay
- 7:14 Inoculation of cells onto the CAM

ISSUE 33 | DOI: ... | [DOWNLOAD PDF](#) | [EMBED](#) | [ADD TO FAVORITES](#)

Optimized Ex-ovo Culturing of Chick Embryos to Advanced Stages of Development
Kellie Cloney¹, Tamara Anne Franz-Odenaal¹
¹DEPARTMENT OF BIOLOGY, MOUNT SAINT VINCENT UNIVERSITY

PUBLISHED 12/4/2015 | 8 COMMENTS | VIEWS 5,236 | CITE THIS | SHARE

A SUBSCRIPTION TO JOVE IS REQUIRED TO VIEW THIS ARTICLE. YOU WILL ONLY BE ABLE TO SEE THE FIRST 20 SECONDS.

[PUBLISH WITH JOVE](#) [RECOMMEND JOVE](#)

CHAPTERS

- 0:00 Title
- 0:20 Methods - Setting Up the Culturing System
- 4:32 Results - Observation of Early to Late Stage Embryos (HH Stages: 34-40)
- 5:10 Conclusion

ISSUE 65 | DOI: ... | [DOWNLOAD PDF](#)

