



**HAL**  
open science

## Le développement embryonnaire chez l'oiseau

Sophie Réhault-Godbert

► **To cite this version:**

Sophie Réhault-Godbert. Le développement embryonnaire chez l'oiseau. Master. France. 2020.  
hal-02888827

**HAL Id: hal-02888827**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02888827>**

Submitted on 3 Jul 2020

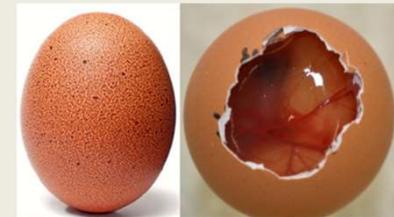
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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.

Institut national de recherche  
pour l'agriculture, l'alimentation  
et l'environnement

**INRAE**

## Le développement embryonnaire chez l'oiseau



*S. Réhault-Godbert, INRAE, UMR BOA*

# Plan



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

## **I. L'œuf : fonction, composition, formation, évolution au cours du développement embryonnaire**

*Pause 11h15-11h25*

## **II. Embryon et structures extraembryonnaires**

## **III. Facteurs influençant la qualité des œufs et le développement de l'embryon**

- **Ressources documentaires**

**Animation:**

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

Nicolas Guyot (CR)  
 Thierry Moreau (Prof.)  
 Clara Dombre (MCF)

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

Maéva Halgrain (Doct.)  
 Mégane Brégeon (Doct.)

Qualité des oeufs de consommation et oeufs à couver

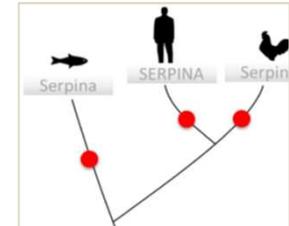


Mécanismes de formation et fonctions de l'œuf

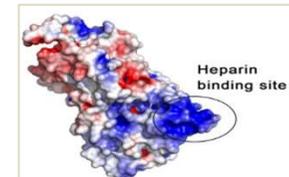


Systèmes de protection de l'œuf  
 (qualité sanitaire)

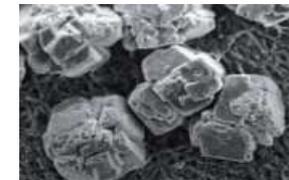
-Biominéralisation de la  
 coquille/structure/propriétés mécaniques  
 -Paramètres physicochimiques  
 -Molécules antimicrobiennes



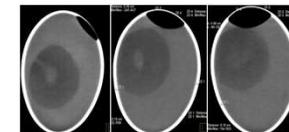
**Gènes** (expression, transcriptomique,  
 polymorphismes, phylogénie)



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



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



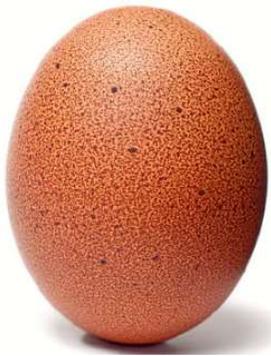
**Facteurs de variabilité:** conditions de conservation, âge des poules,  
 races / souches de poule, espèces d'oiseaux

I.

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

# Fonctions générales de l'œuf (1/2)

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



**Nutriments, eau**

**Molécules actives**

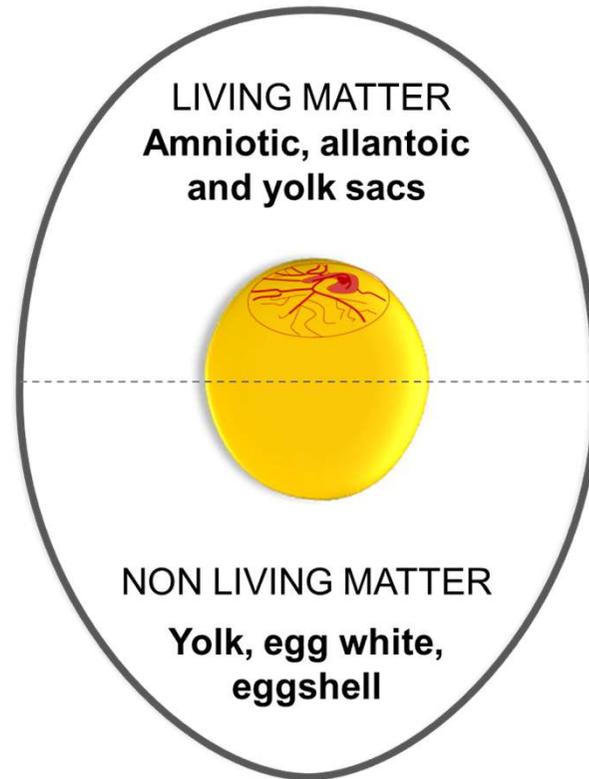
**Systèmes de protection**



21 jours

# Fonctions générales de l'œuf (2/2)

**Protection**  
Supporting structures ensuring vital functions



Embryonic origin



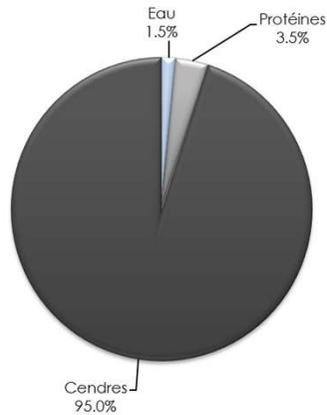
Maternal origin



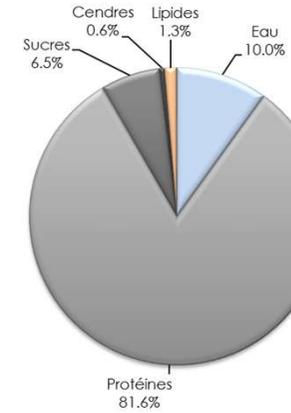
**Protection**  
Source of nutrients and energy

# Composition : un équilibre optimisé en nutriments

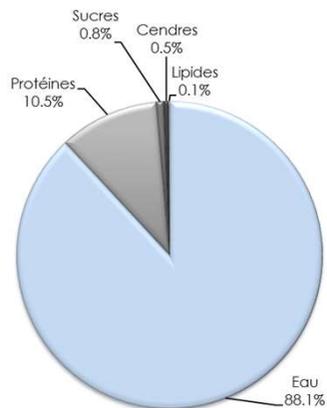
**Coquille : minéraux (calcium, magnésium, ...)**



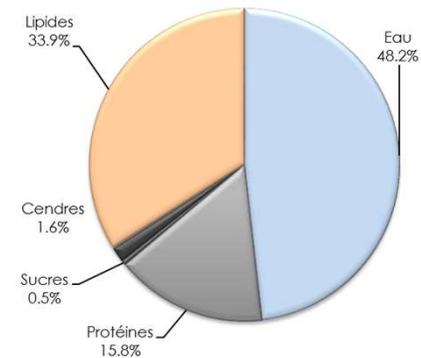
**Membranes vitellines : protéines**



**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



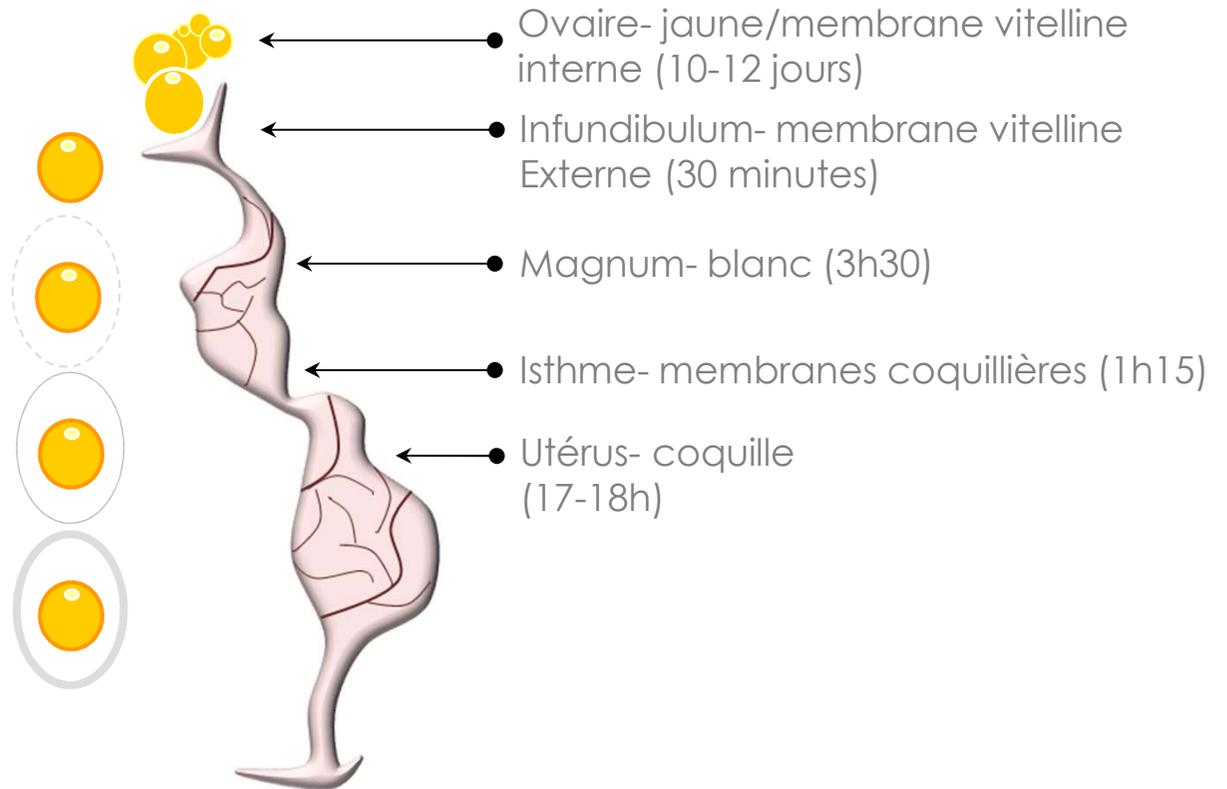
Foie-Synthèse des précurseurs du jaune



Folliculogénèse

Fécondation

Oviposition

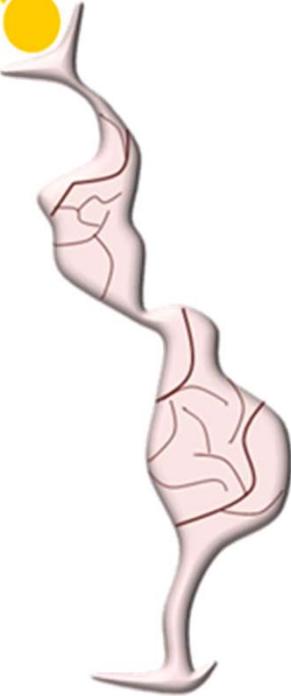


# Le jaune d'œuf (1/3)

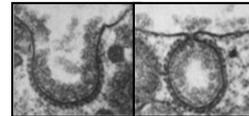
## Biosynthèse: foie et ovaire


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

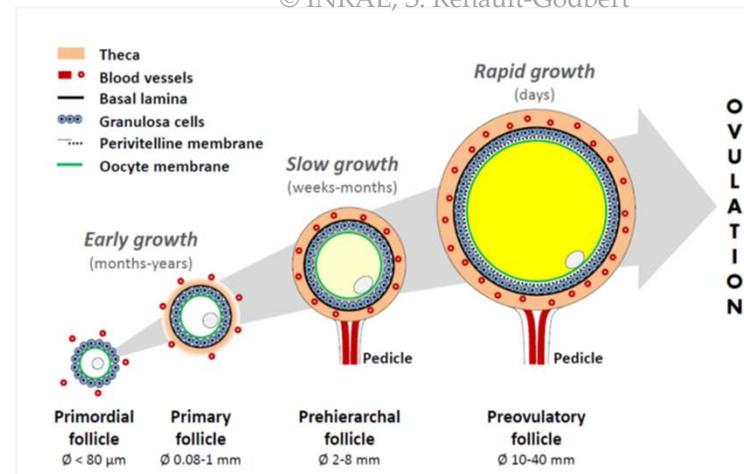
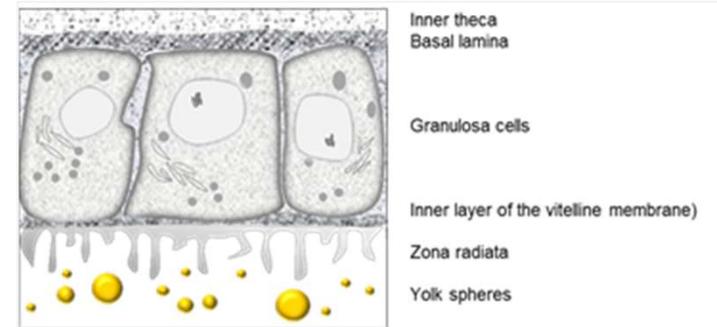
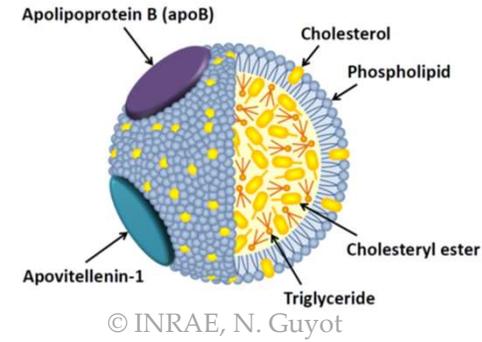

 Ovaire: Folliculogénèse



Endocytose



Very low density lipoprotein



# Le jaune d'œuf (2/3)

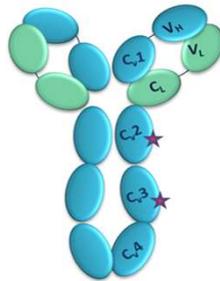
**Structure:** système complexe formé d'agrégats (**granules** de 0,3 à 2 µm de diamètre correspondant à des interactions entre les lipoprotéines de haute densité (HDL) et la phosphatine) en suspension dans un fluide clair (**plasma**) qui contient des lipoprotéines de faible densité (LDL) et des protéines

## Composition :

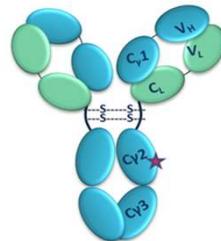
**Lipides:** triglycérides, phospholipides et cholestérol

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

IgY maternelles : immunoglobulines (anticorps) majeures chez les oiseaux



Avian IgY (~180kDa)



Mammalian IgG (~150kDa)

Gilgunn S, et al. 2016

## Minéraux Ions métalliques

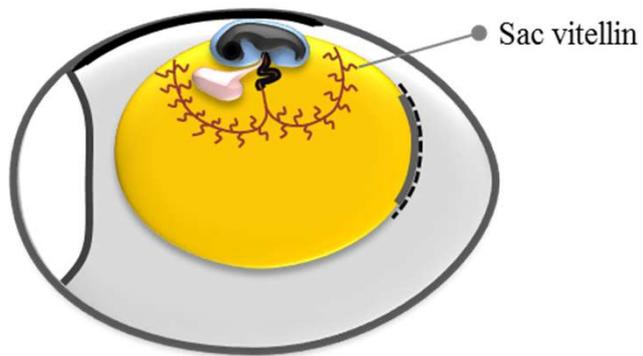
Minéraux (mg/100g)		
Sodium		50
Chloride		162
Potassium		100
Calcium		133
Phosphorus		530
Iron		4,8
Magnesium		15
Sulphur		165
Zinc		3,9
Copper		0,14
Manganese		0,11
Iodine		0,14

## Vitamines

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

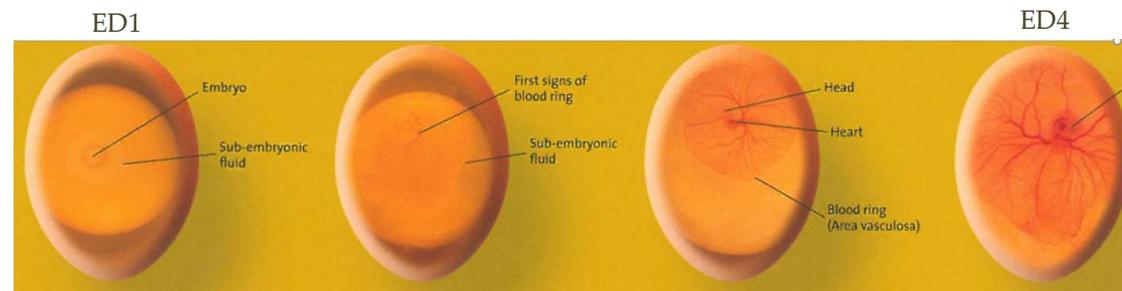
Nys and Sauveur., 2004

ED3



© INRA, M. Da Silva

## Progressivement encerclé par le sac vitellin

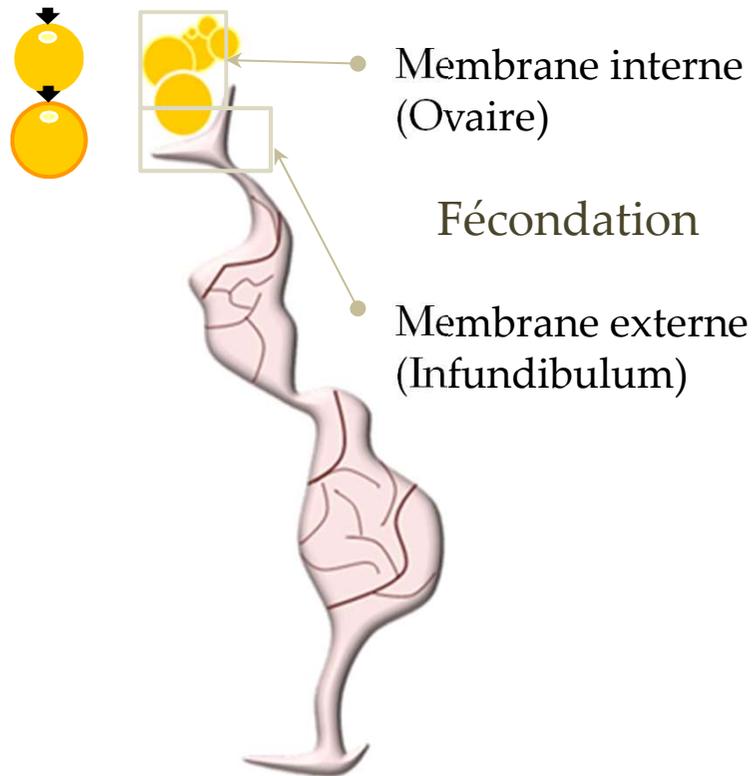


### Fonctions principales:

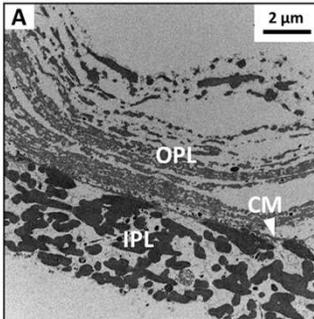
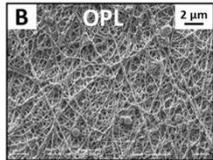
- Source de nutriments/énergie pour l'embryon: acides aminés (protéines), lipides, vitamines, minéraux, oligoéléments, etc.)
- Défense de l'embryon et surtout du poussin : anticorps maternels

# Les membranes vitellines (1/2)

**Biosynthèse:**  
ovaire et infundibulum



**Structure:** deux couches composées de fibres de protéines hydratées formant une membrane de 12  $\mu\text{m}$  d'épaisseur  
Acellulaire

	Ovomucine	Protéine de structure (fibres)
	Lysozyme	<b>Antibactérienne</b>
	VMO-1	<b>Antibactérienne</b>
	AvBD11	<b>Antibactérienne</b>
	ZPD	Liaison aux spz
	ZP1	Liaison aux spz
	ZP2	Liaison aux spz
	ZP3	Liaison aux spz
	ZPAX	Liaison aux spz

©Plateforme IBiSA de Microscopie Electronique, Université et CHRU de Tours, France, S. Georgeault

## Fonctions principales:

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

# Les membranes vitellines (2/2)

*Au cours du développement embryonnaire*

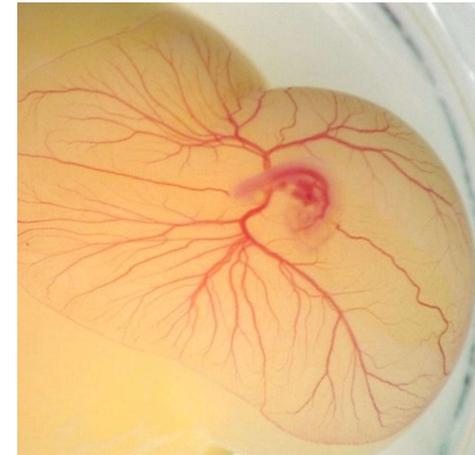


ED0

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)

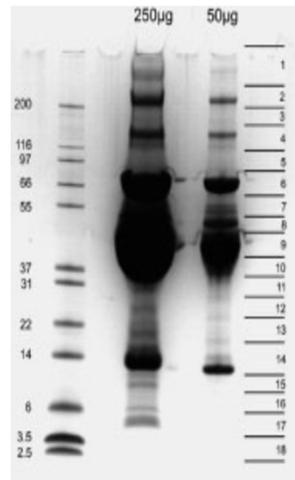
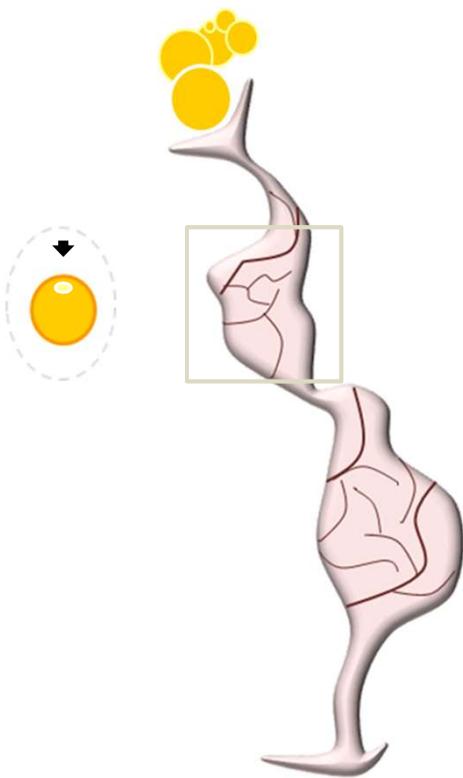
**Fonction principale:** support de la croissance du sac vitellin

# Le blanc (1/2)

**Biosynthèse:** magnum

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

301 protéines différentes



- 1 Ovomucin beta
- 2 Ovomucin alpha-RBP
- 3 Ovostatine
- 4
- 5
- 6 Ovotransferrine
- 7 OVAY-OVAX-OvoI
- 8
- 9 Ovalbumine
- 10 Ovomucoide-Tenp
- 11
- 12 Lipocalin-apoD-clusterin
- 13
- 14 Hep21-ExFab
- 15 Cystatin-Lysozyme
- 16 Av-BD11
- 17 Ubiquitin-CITI-1
- 18

+ Immunoglobulines A, M

Mann et al., 2006

**Fonction principale dans les premiers stades :**  
Hydratation, + défense de l'œuf (pH, viscosité et molécules antibactériennes)



pH

Fraîchement pondu: pH 7,8

Stockage 3 à 10 jours

pH 9,5

Incubation/respiration embryonnaire

pH 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**

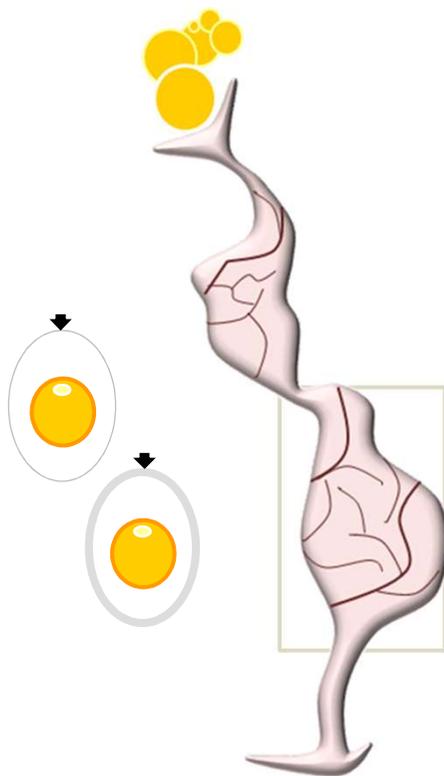
A la ponte : pH 7,8

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

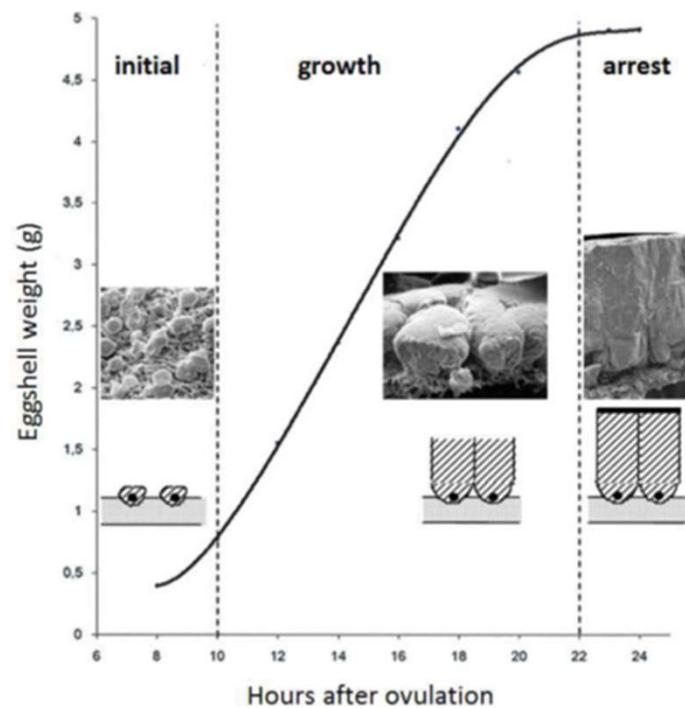
# La coquille (1/3)

## Biosynthèse

Formation par précipitation du carbonate de calcium (Calcite 95%)-17/18 heures



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

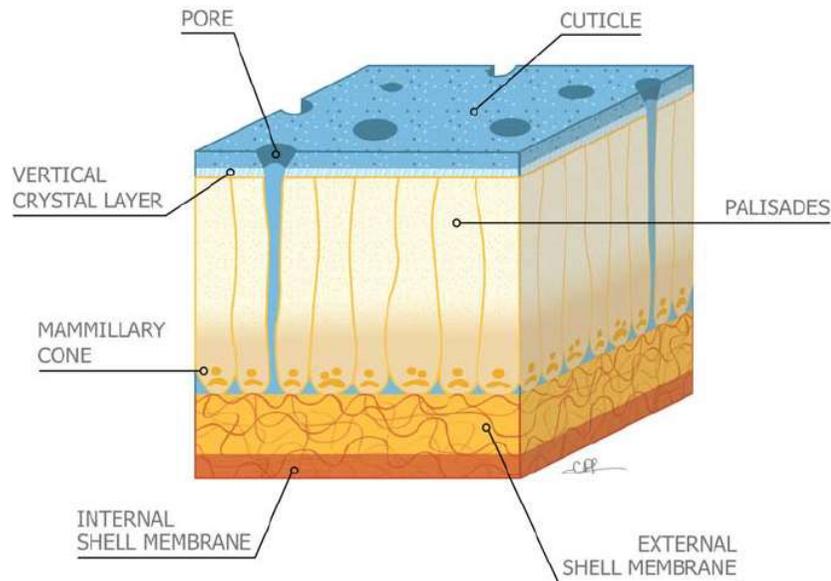


# La coquille (2/3)

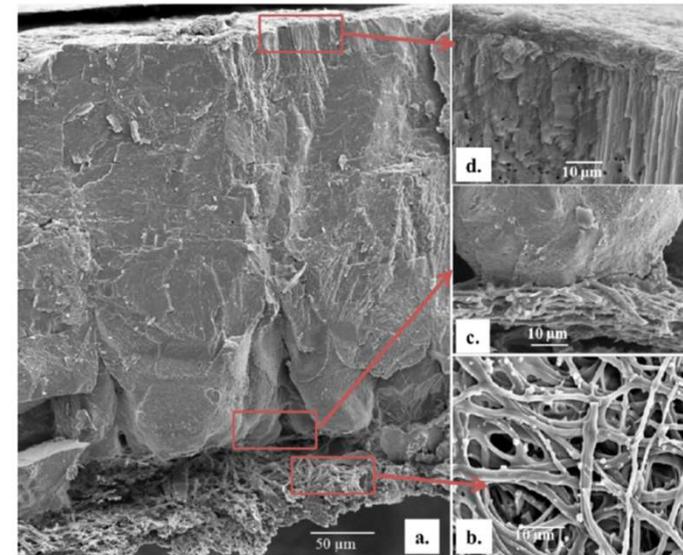
## Structure

6 g de coquille par œuf

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



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, échanges gazeux (pores))

# La coquille (3/3)

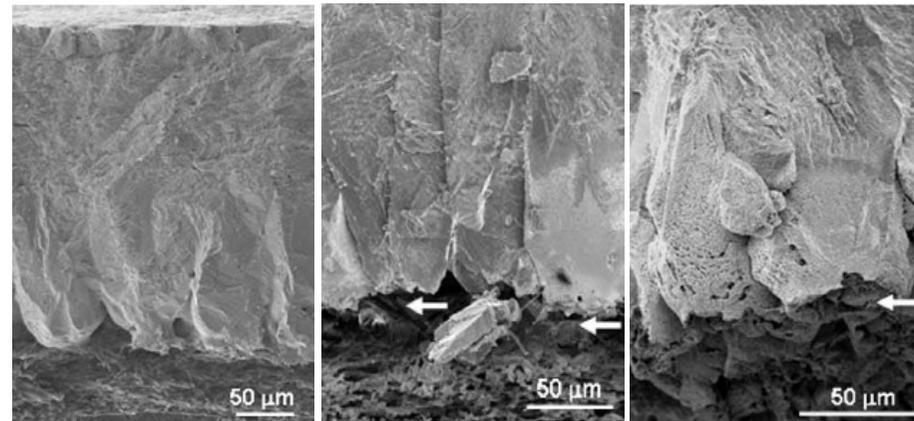
*Au cours du développement embryonnaire*



ED0

ED15

ED20



Chien et al., 2009

- Désintégration et détachement partiel des membranes coquillières
- Perte de matériel (calcium + protéines)

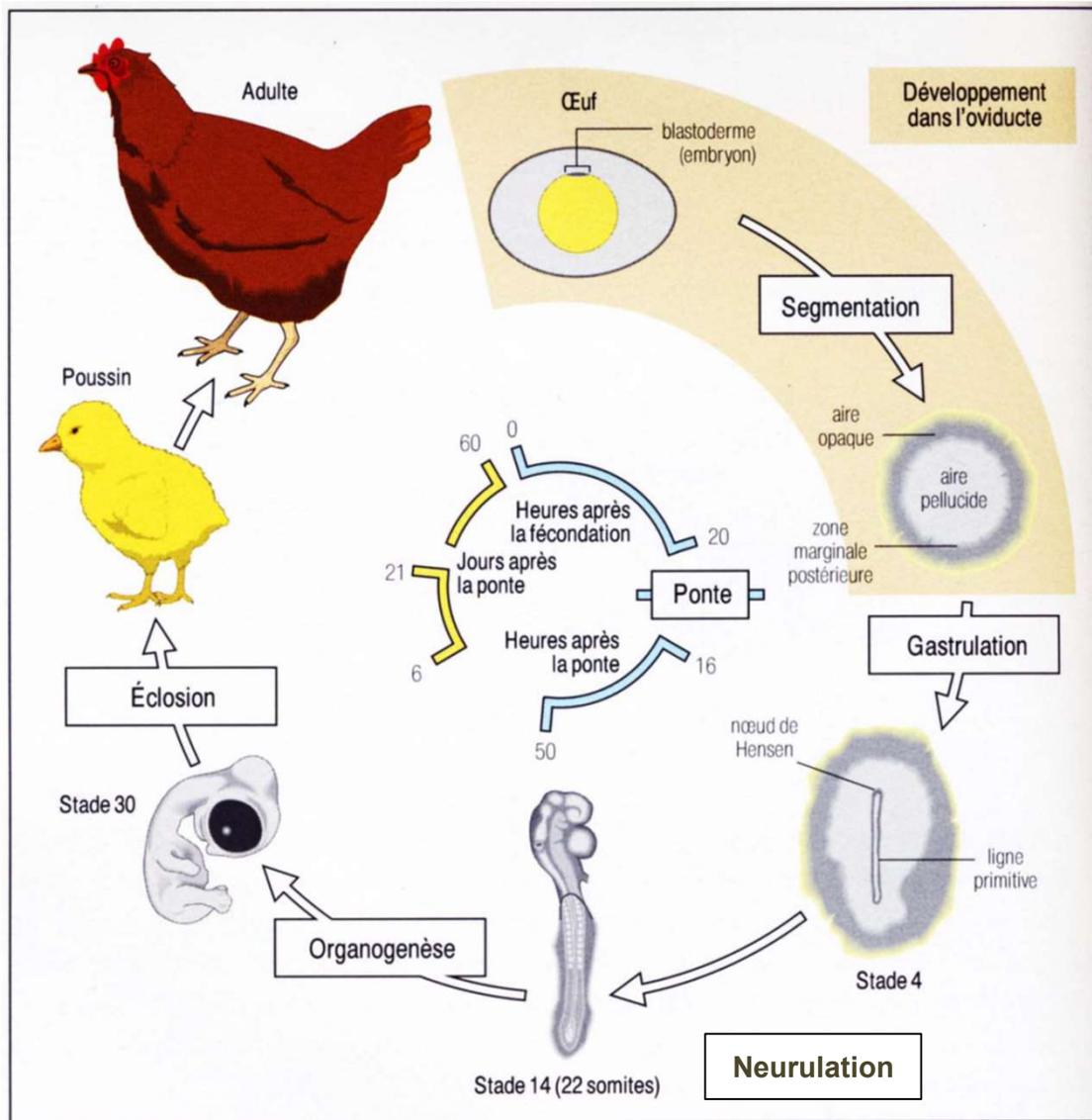
## **Fonction principale au cours du développement :**

- 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.

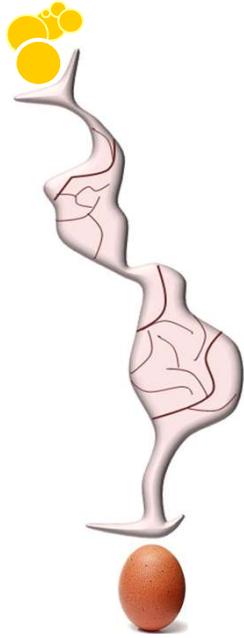
Embryon et structures extra-embryonnaires

# Cycle de développement de l'embryon



Embryogenèse  
3 phases précoces  
I. Segmentation  
II. Gastrulation  
III. 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

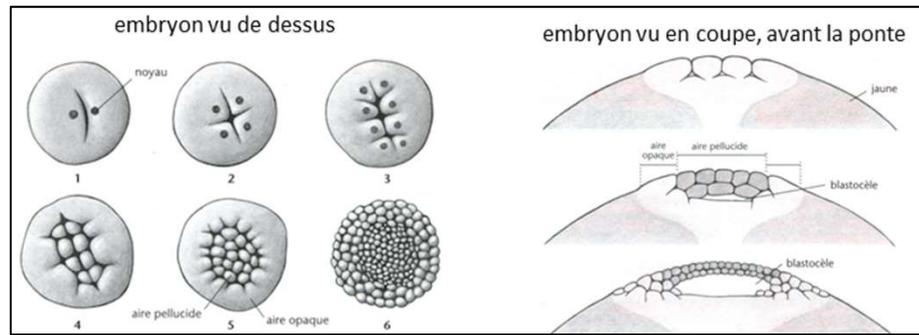
20 heures

28 heures

44 heures

## Embryogenèse: 3 phases précoces

**I. Segmentation et formation de la blastula**  
 Divisions mitotiques sans différenciation cellulaire significative. Processus qui a lieu au moment de l'entrée de l'oeuf dans l'utérus

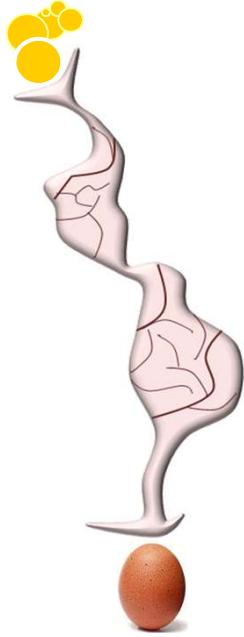


I.

II.

III.

# 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.

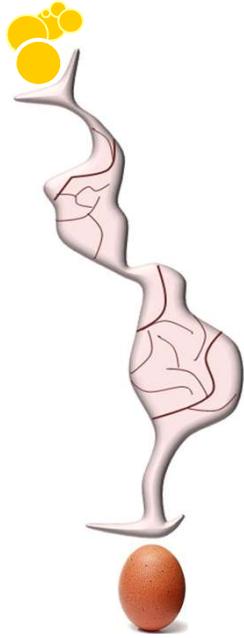
III.

## 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 (1/2)

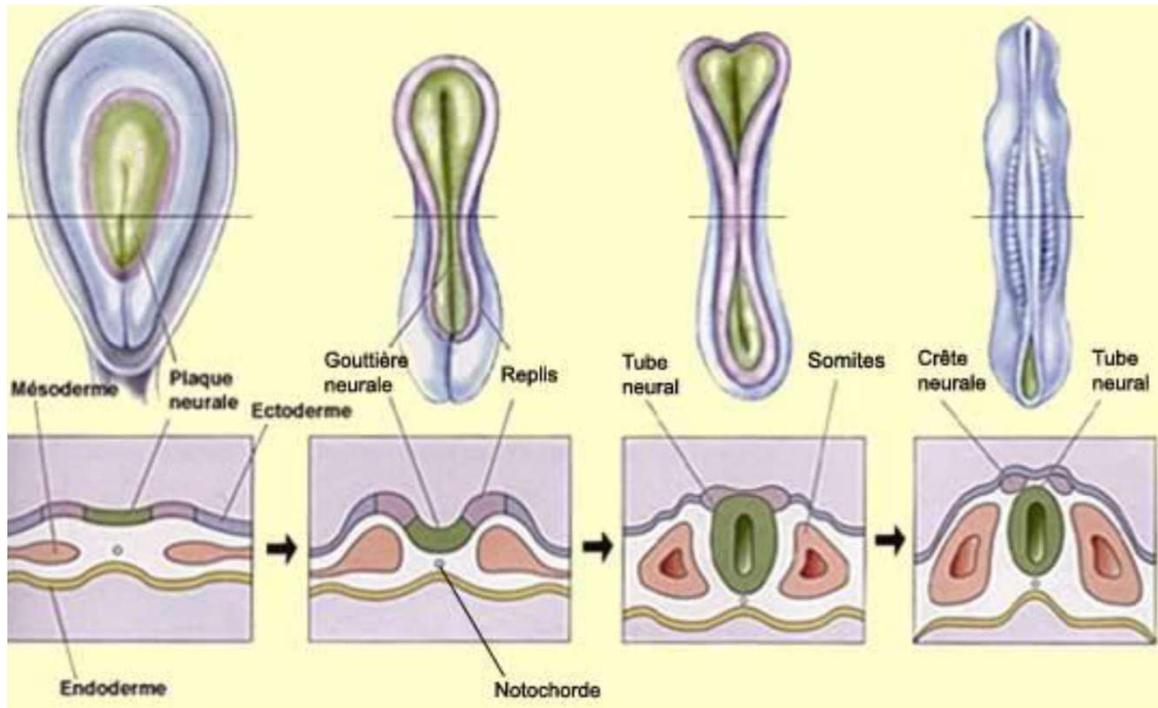
Formation du tube neural (moelle épinière et cerveau)



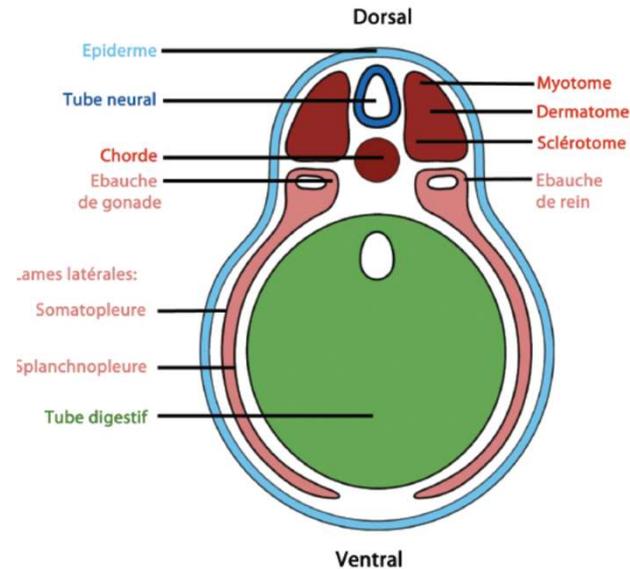
# Les premières étapes du dév. emb.

## III. Neurulation (2/2)

Formation du tube neural (moelle épinière et cerveau)



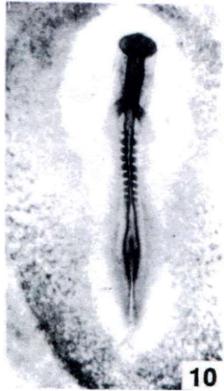
# Devenir des différents feuilletts



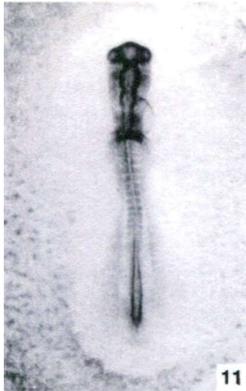
*E. Havis, UPMC, Paris*

Feuilletts			Dérivés
Ectoderme		Neurectoderme	Cerveau, moelle épinière
		Crêtes neurales	Squelette de la face, ganglions et fibres des nerfs crâniens, cellules pigmentaires, etc.
		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 circulatoires, mésentère	
Endoderme			Trachée, Poumon, thyroïde, tube digestif, foie, pancréas

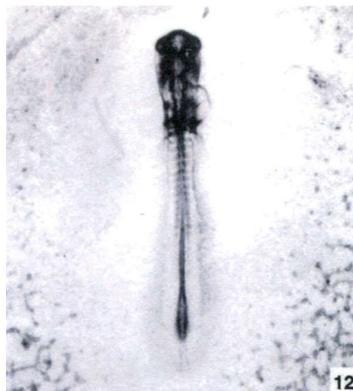
# Organogénèse



33-38h  
10 somites

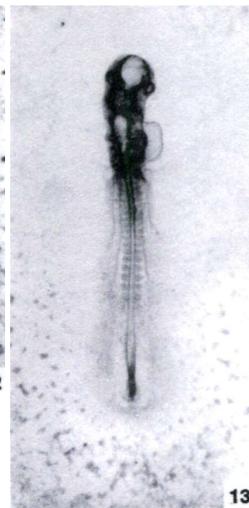


40-45h  
13 somites



45-49h  
16 somites

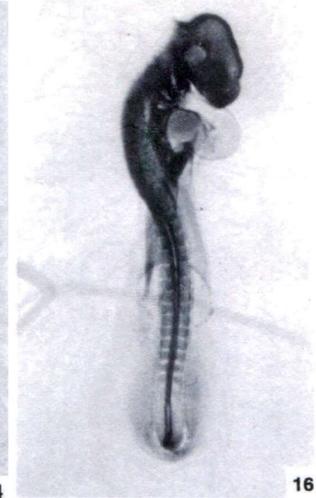
Premiers battements  
cardiaques  
sans influx nerveux  
(contraction  
autonome des 1<sup>ères</sup>  
cellules cardiaques)



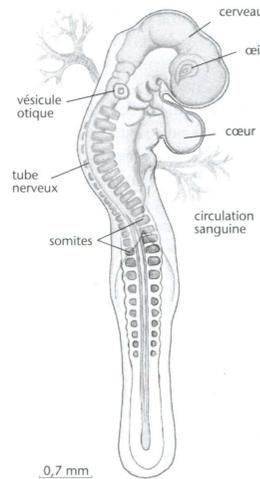
48-52h  
19 somites



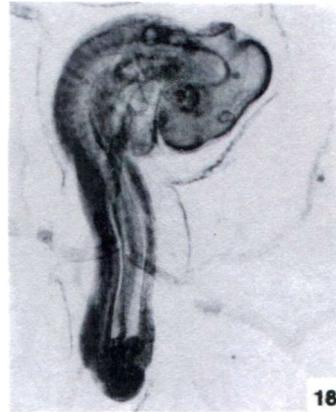
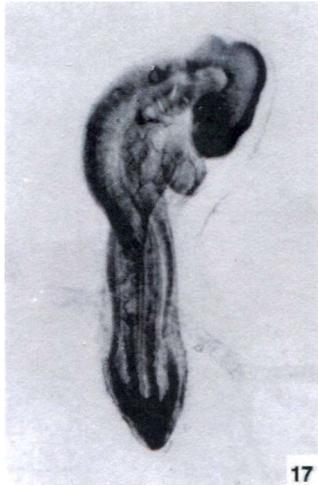
50-53h  
22 somites  
Artères omphalo-  
mésentériques  
au niveau de la 21<sup>ème</sup>  
paire de somites



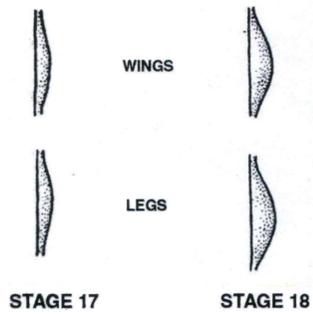
53-56h  
28 somites  
Amnios



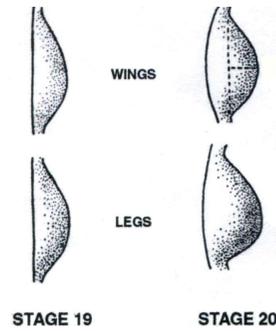
# Organogénèse



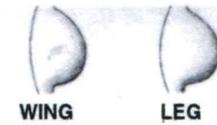
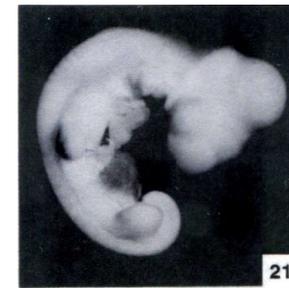
17  
HH 16-18  
50-56h  
26-36 somites



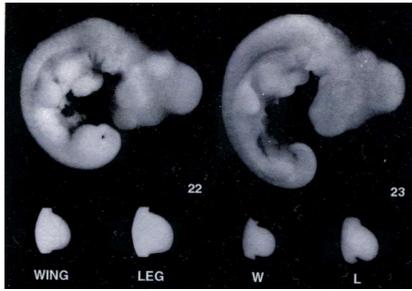
19  
HH 19-20  
68-72h  
37-43 somites



HH 21-22  
3 ½ - 4j  
44 somites



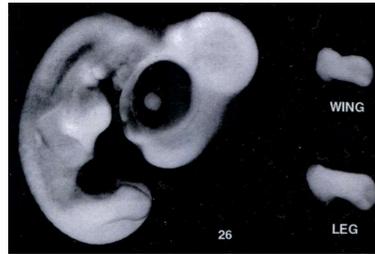
# Organogénèse



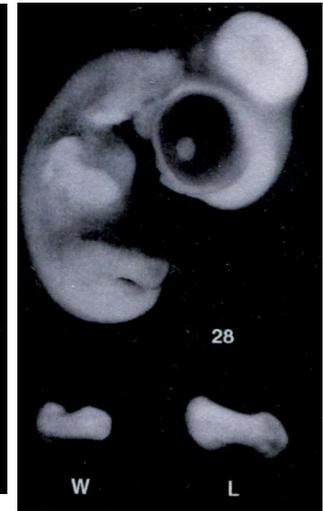
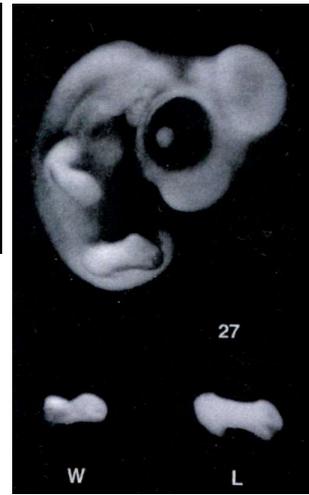
HH 21-22  
3 ½ - 4j



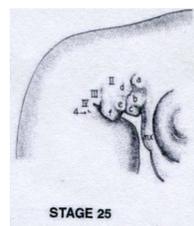
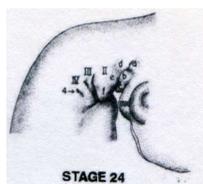
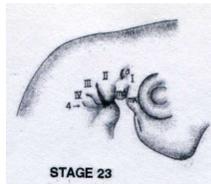
HH 23-24  
4 - 4 ½j



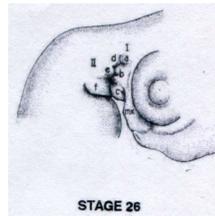
Pigmentation de l'oeil



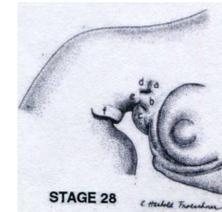
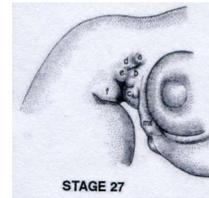
HH 27-28  
5 - 6j



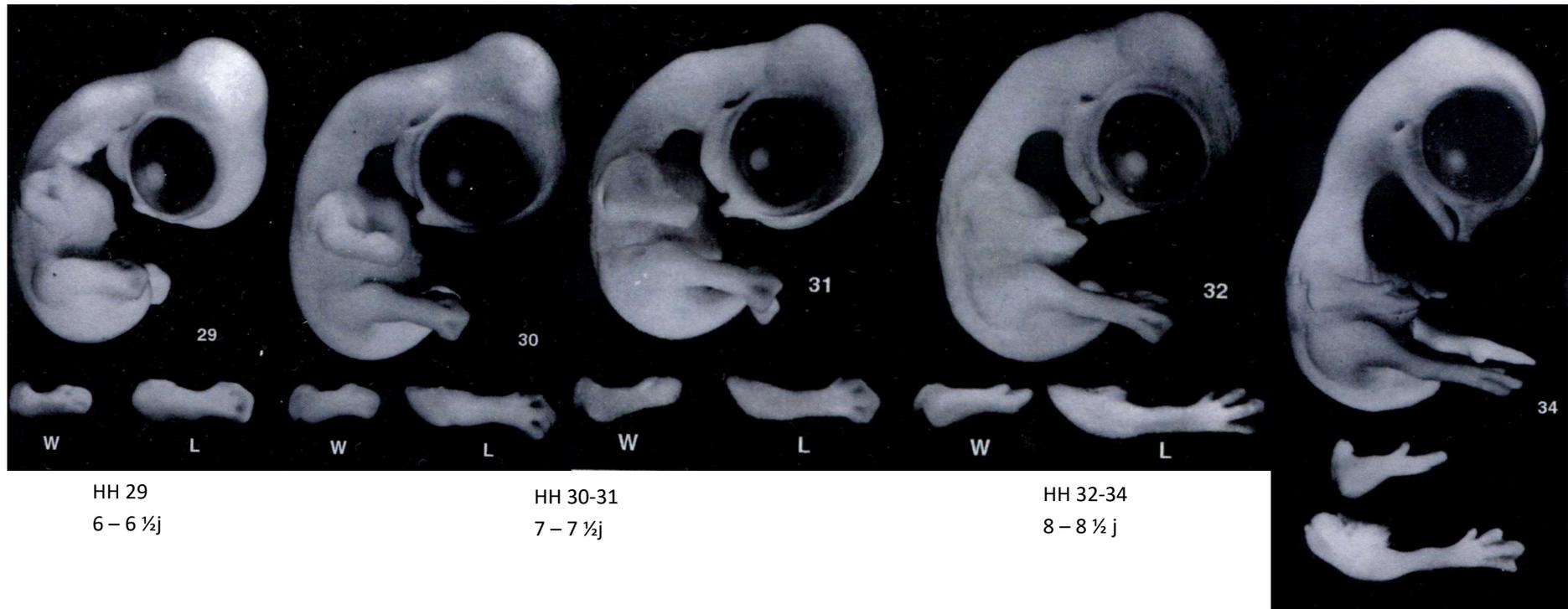
HH 25  
4 ½ - 5j



HH 26  
5j



# Croissance



# Croissance



HH 35  
8 ½ - 9j

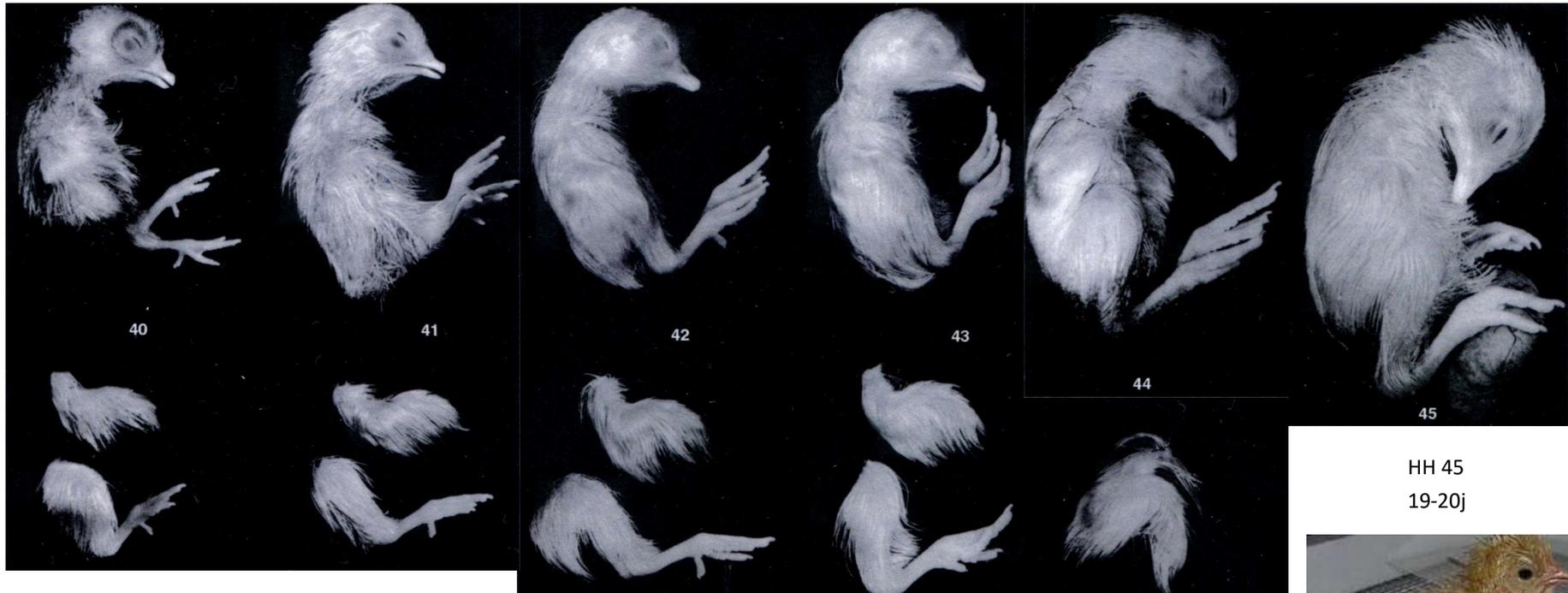
HH 36-37  
10 - 11j

HH 38  
12j

HH 39  
13j

Apparition des plumes et des griffes

# Croissance



HH 40  
14j

HH 41 - 42  
15 - 16j

HH 43  
17j

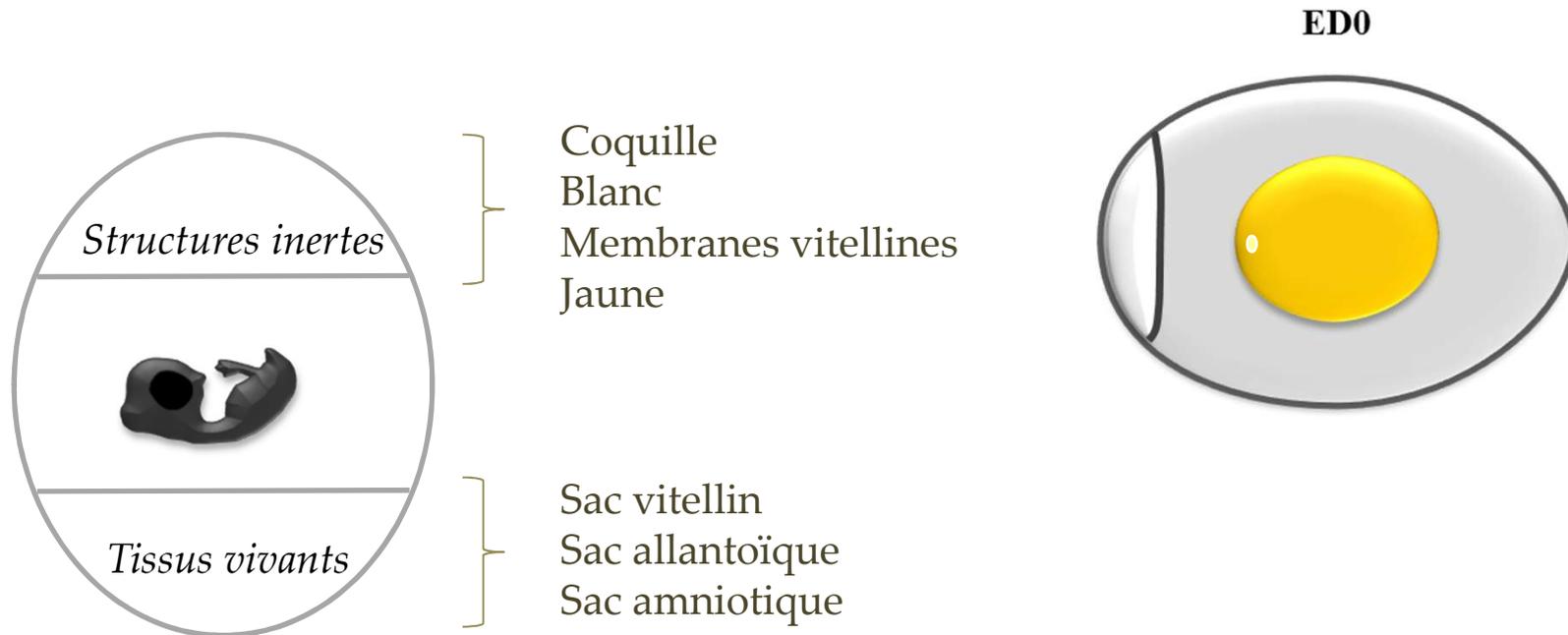
HH 44  
18j

HH 45  
19-20j



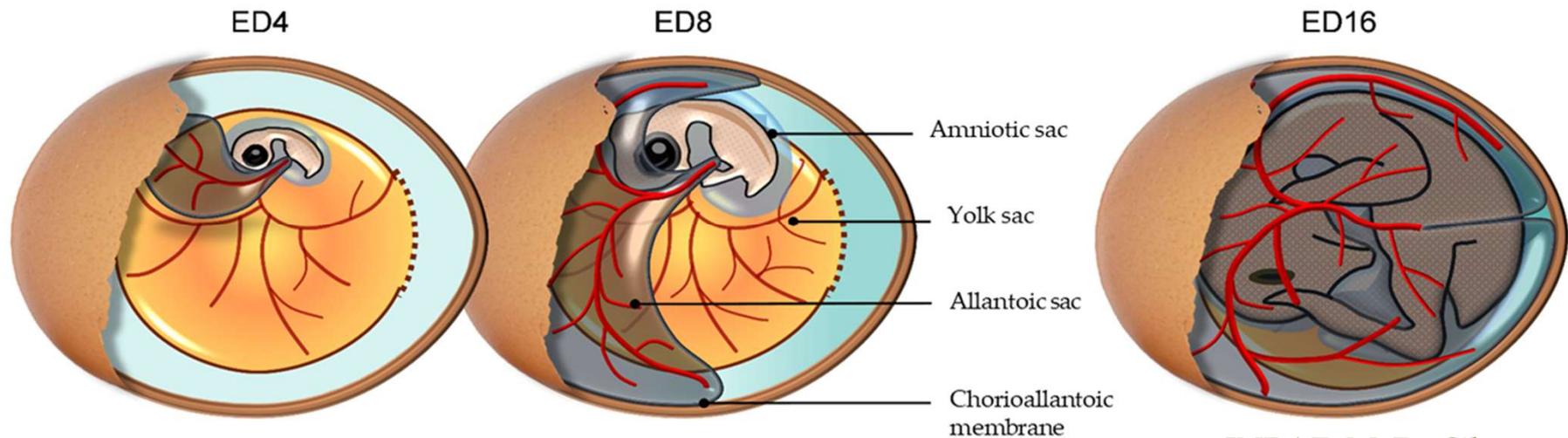
21j: éclosion

# Les structures extra-embryonnaires

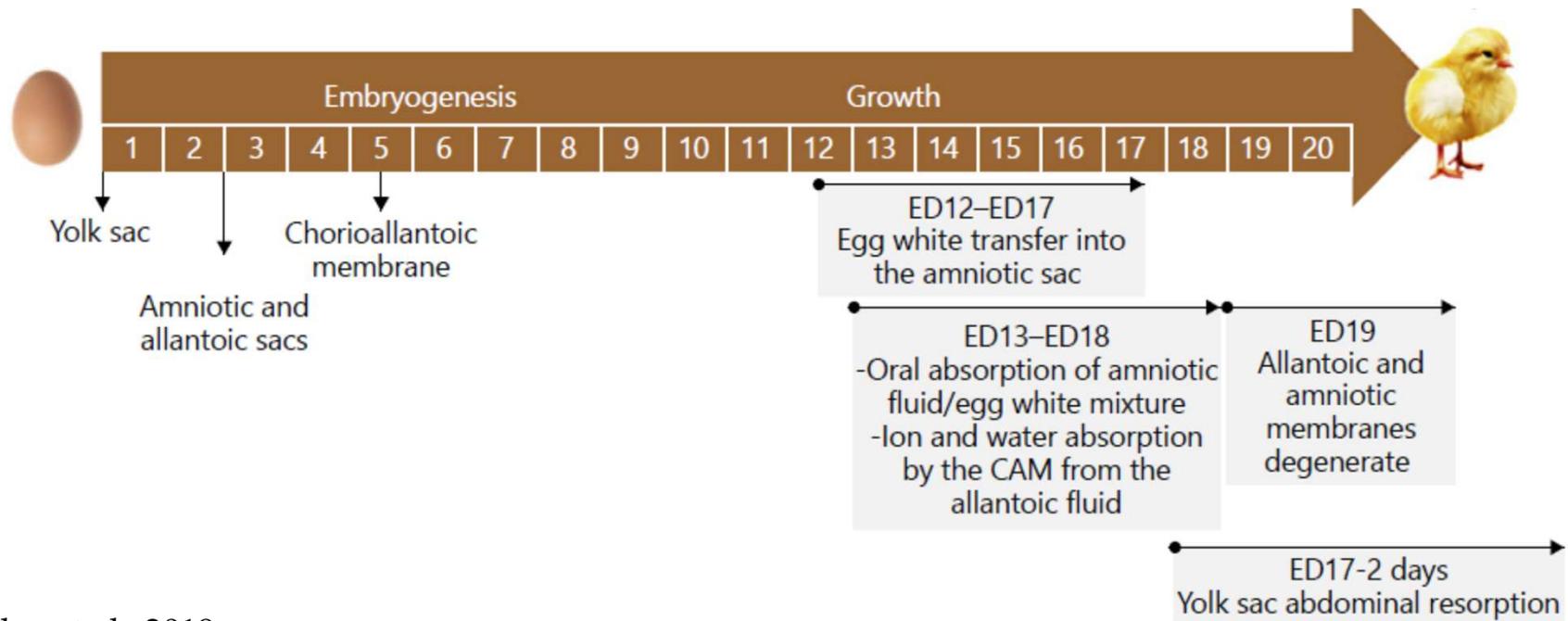


**Rôle des structures extra-embryonnaires:** assurer des fonctions vitales pour l'embryon jusqu'à ce que ses propres organes soient pleinement fonctionnels

# Les structures extra-embryonnaires



©INRAE, M. Da Silva



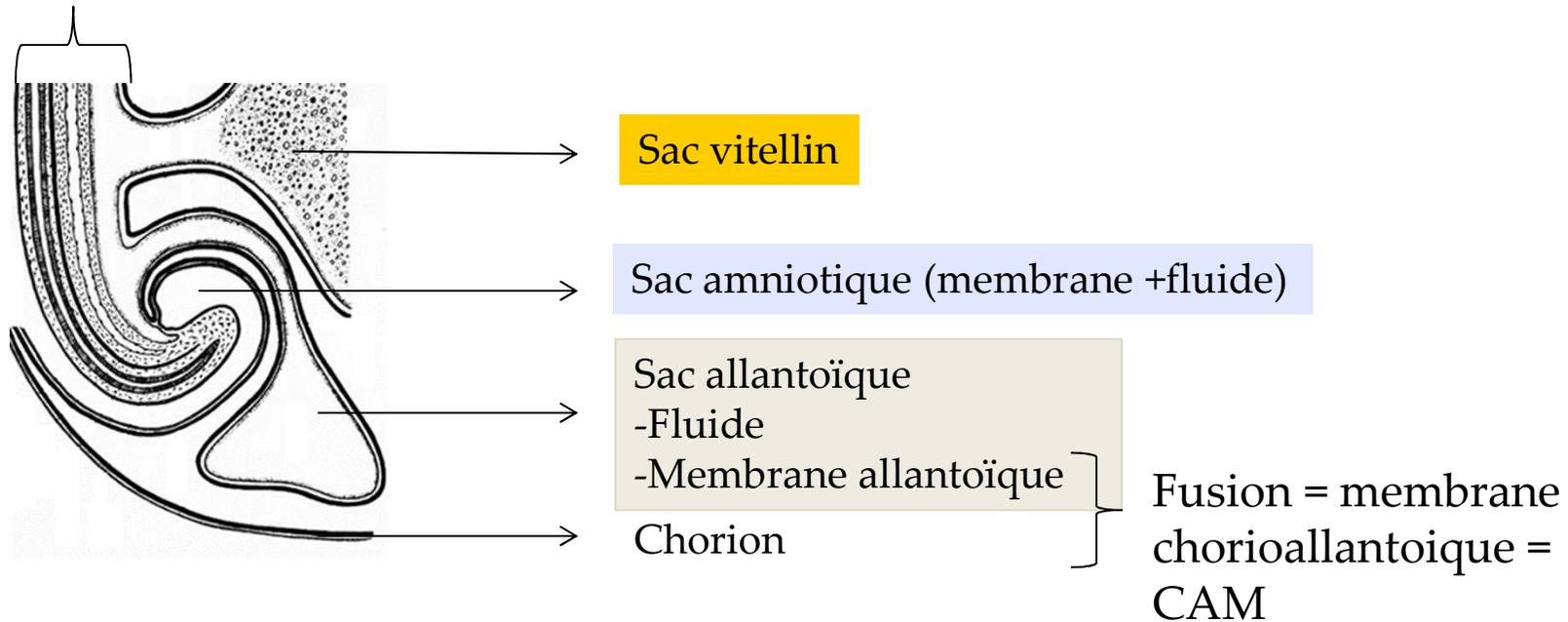
# Les structures extra-embryonnaires

## Gastrulation : mise en place des structures extra-embryonnaires

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

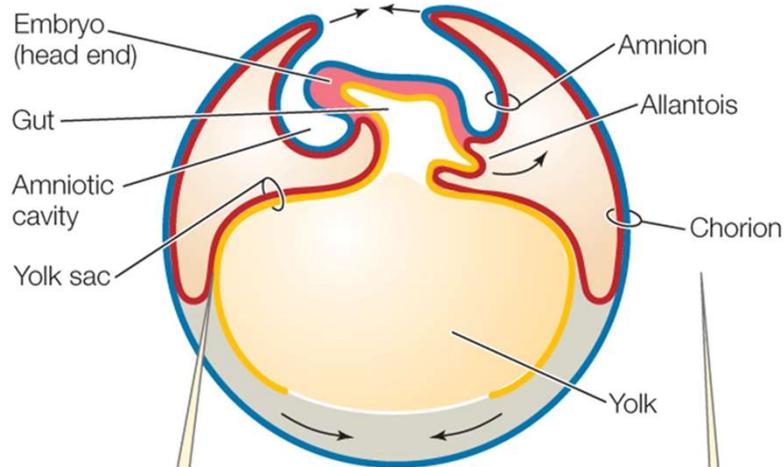
*Embryon (4 jours, coupe sagittale, partie postérieure)*

Embryon



# Les structures extra-embryonnaires

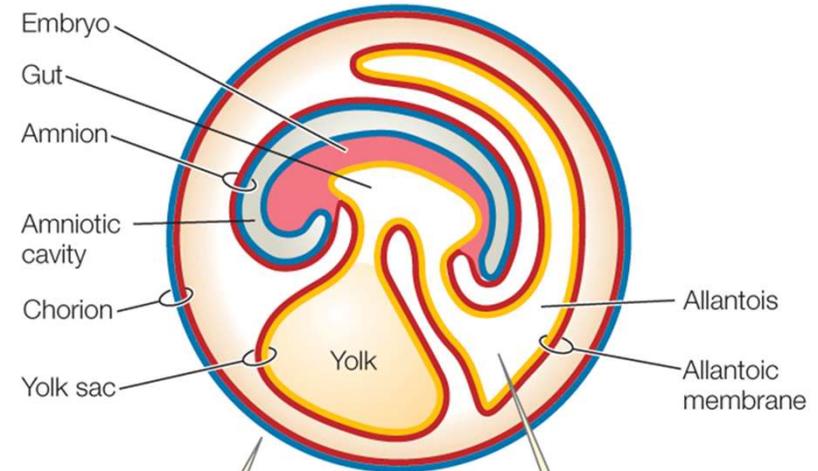
(A) 3-day chick embryo (shell removed)



The first extraembryonic membrane is the **yolk sac**, which is forming in the 5-day embryo.

The mesoderm and ectoderm extend beyond the embryo to form the **chorion** and the **amnion**.

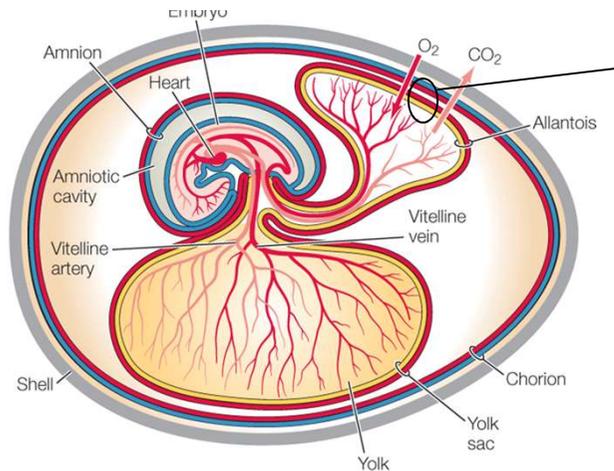
(B) 4-day chick embryo (shell removed)



The mesodermal and ectodermal layers fuse below the yolk so that the chorion lines the shell.

Mesodermal and endodermal tissues form the **allantois**, a sac for metabolic wastes.

(C) 5-day chick embryo (shell removed)

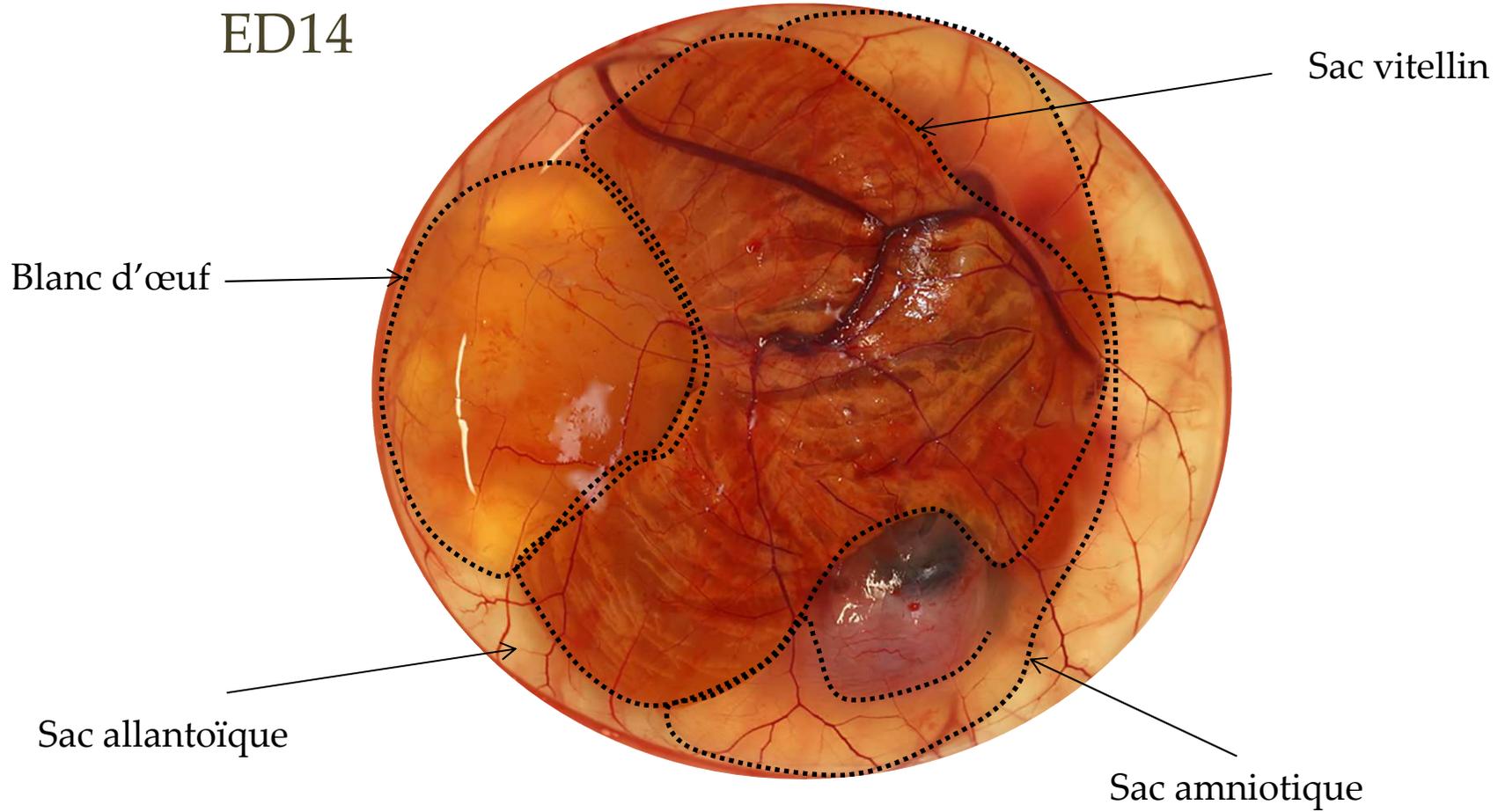


Fusion chorion + membrane du sac allantoïque  
= membrane chorioallantoïque (CAM)

-en bleu: ectoderme  
-en rouge: mésoderme (splanchnopleure et somatopleure)  
-en jaune: endoderme

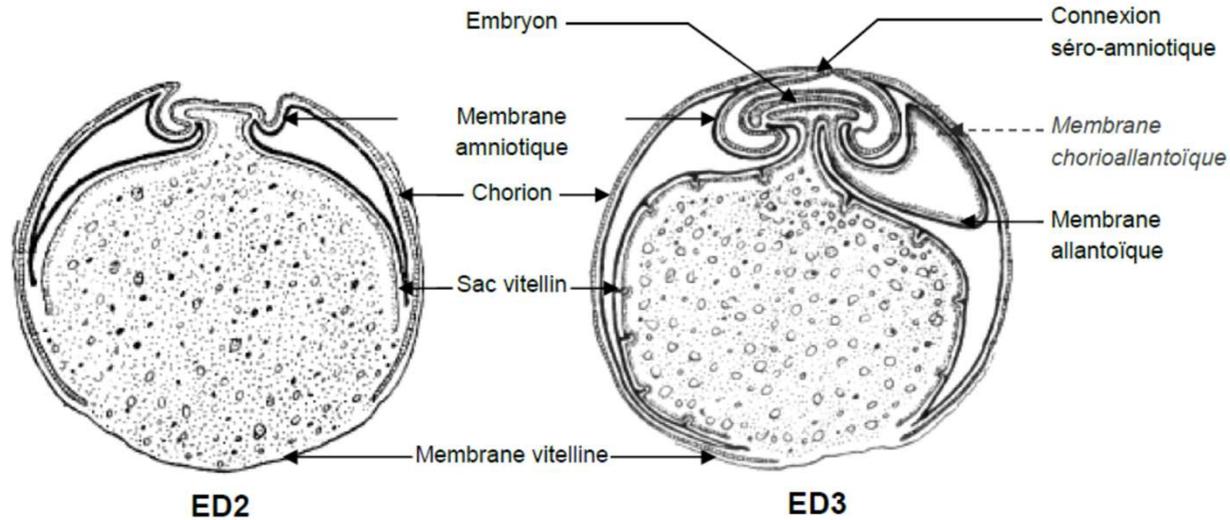
# Les structures extra-embryonnaires

ED14

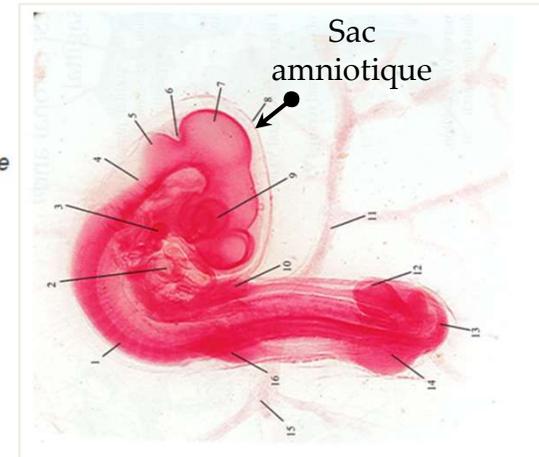


# Le sac amniotique (1/2)

**Formation** (à partir du mésoderme somatopleure + ectoderme)



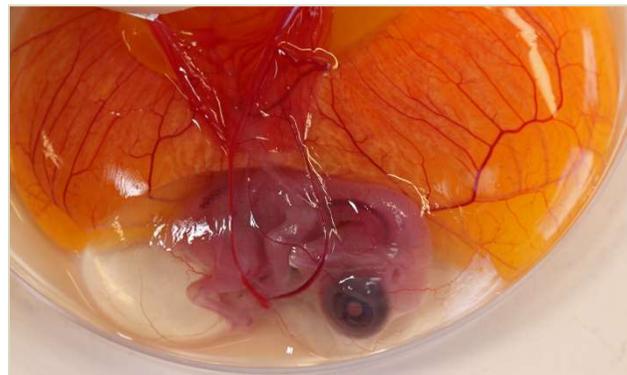
Romanoff, 1960



**ED3**

Bellairs et Osmond, 2014

**ED10**

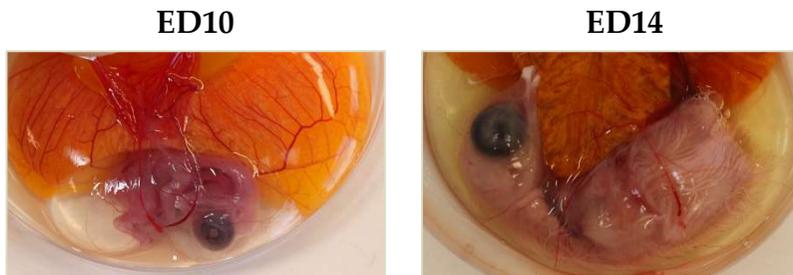


# Le sac amniotique (2/2)

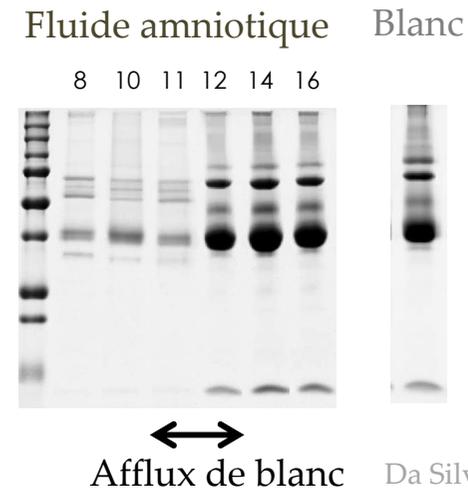
## Composition/propriétés

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

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



© INRAE, T. Moreau

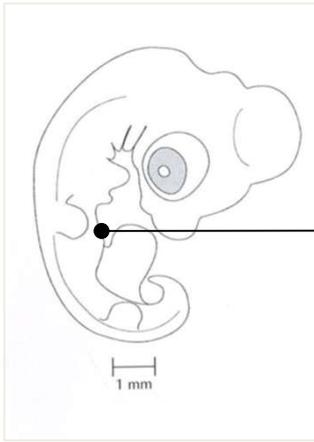


Da Silva et al, 2017

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

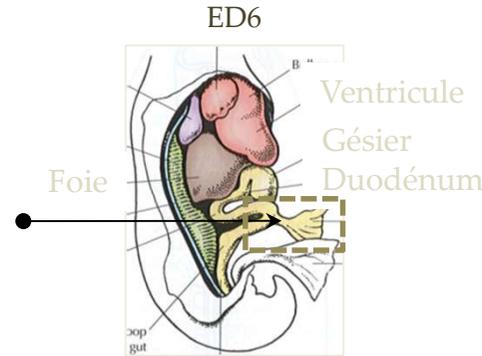
→ Tout le long de l'incubation : Protection contre les chocs mécaniques, la déshydratation et l'adhésion aux autres membranes + molécules antibactériennes  
→ 2<sup>ème</sup> moitié de l'incubation : source de protéines (acides aminés + énergie) pour la croissance de l'embryon/fœtus (absorption orale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

# Le sac vitellin (1/2)

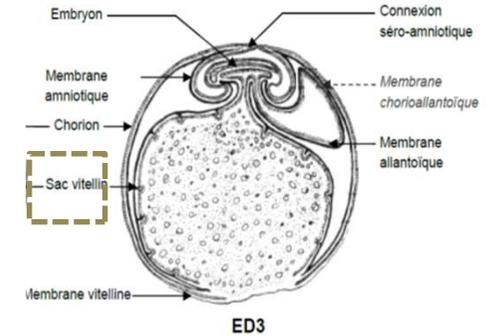


Bellairs et Osmond, 2014

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

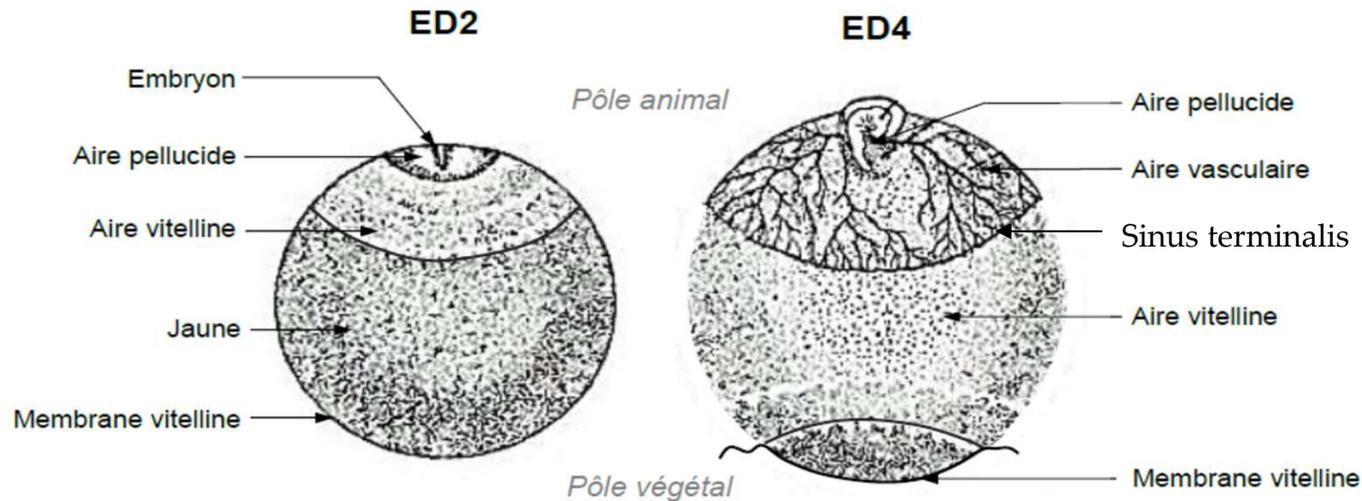


Bellairs et Osmond, 2014



Romanoff, 1960

Feuillets : mésoderme splanchnopleure + endoderme

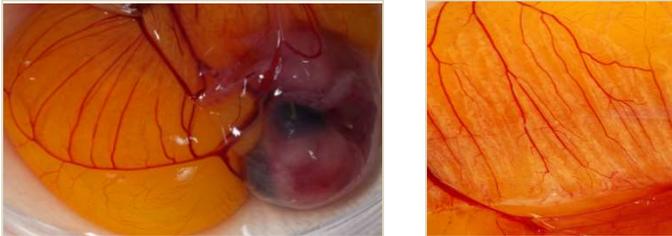


Romanoff, 1960

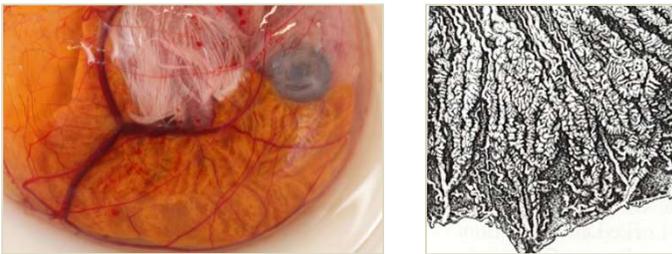
## Le sac vitellin (2/2)

**Fonction:** impliqué dans le transfert des nutriments + IgY 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

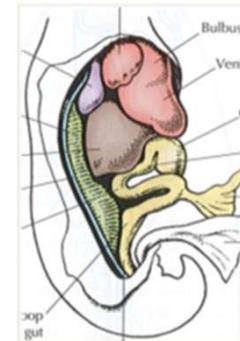


© INRAE, T. Moreau

Bellairs et Osmond, 2014

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

ED6

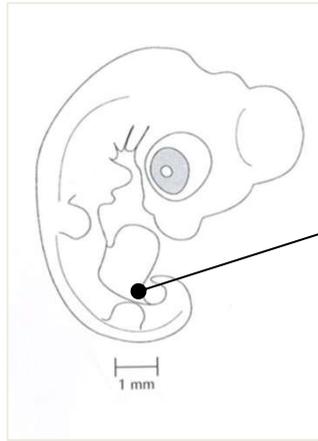


Bellairs et Osmond, 2014

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

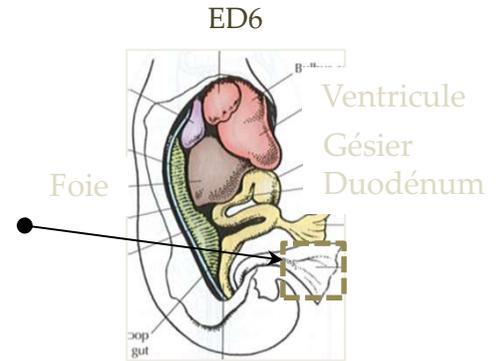
Source de nutriments+ énergie  
Participe au développement du tractus intestinal du poussin + immunité innée

# Le sac allantoïque (1/3)



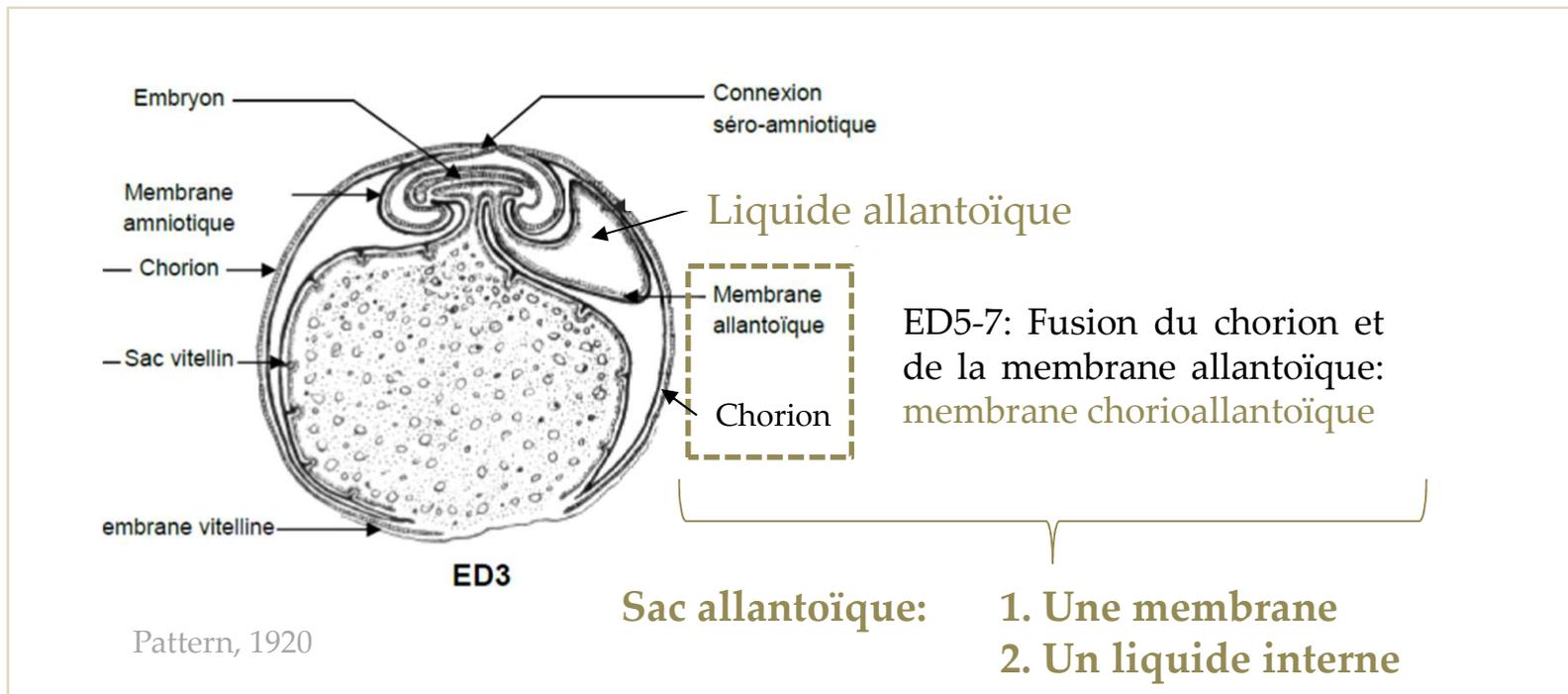
Bellairs et Osmond, 2014

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



Bellairs et Osmond, 2014

**Feuillets** : mésoderme splanchnopleure + endoderme

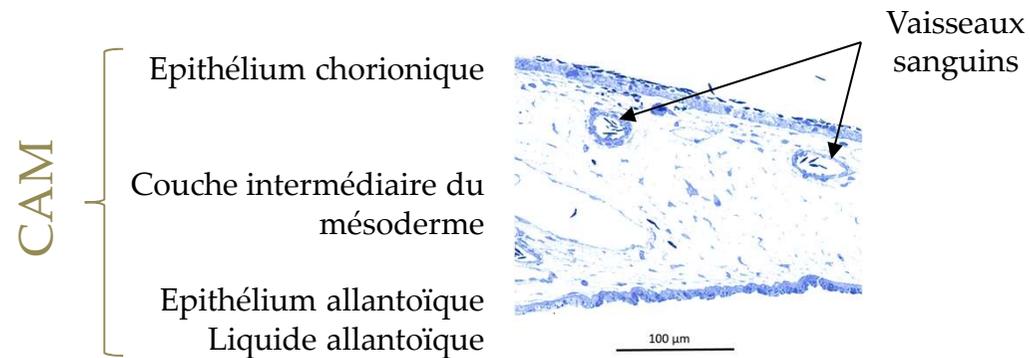


Pattern, 1920

# Le sac allantoïque (2/3)

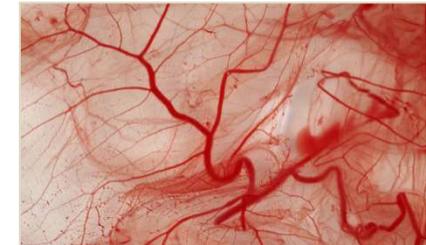
Membrane chorioallantoïque = CAM

Se développe en interaction étroite avec la coquille



© Université de Tours, S. Georgeault

Nombreuses fonctions biologiques et rôle majeur dans le développement embryonnaire

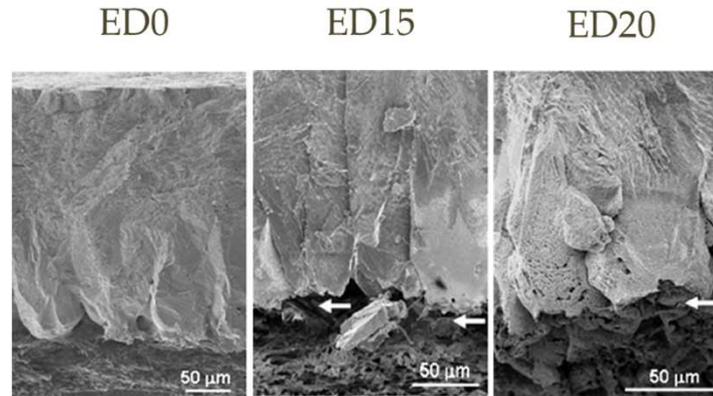


© INRAE, T. Moreau

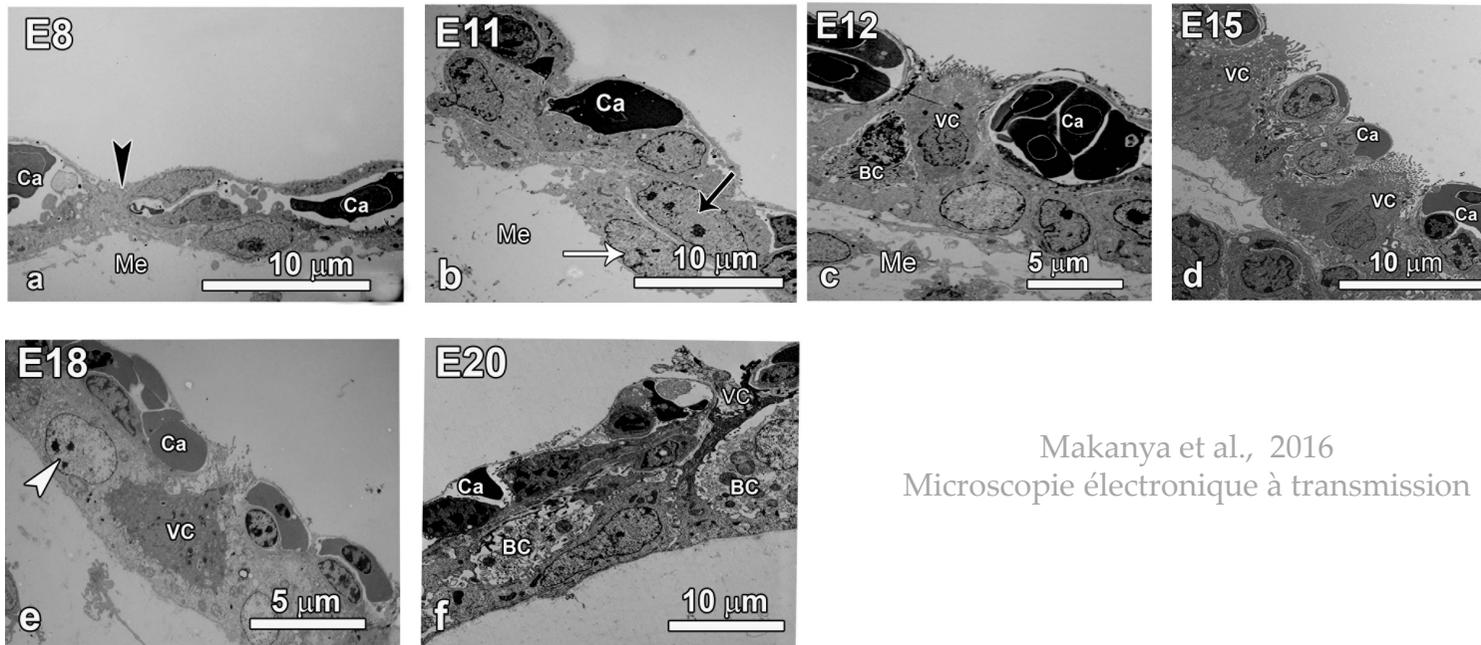
# Le sac allantoïque (2/3)

Membrane chorioallantoïque = CAM

Se développe en interaction étroite avec les membranes coquillières et la coquille



Chien et al., 2009  
Microscopie électronique à balayage

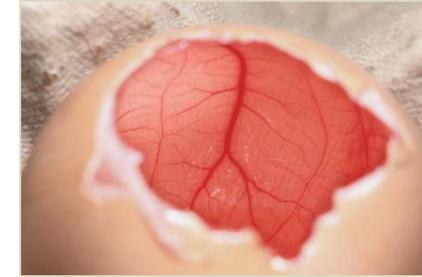


Makanya et al., 2016  
Microscopie électronique à transmission

## 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
- Défense de l'embryon contre les pathogènes extérieurs (défense physique, moléculaire et cellulaire)
- Dissolution et transport du calcium de la coquille vers l'embryon (pour la constitution de son squelette)



© INRAE, T. Moreau

**ED13**



Cartilage (bleu), os (rouge)

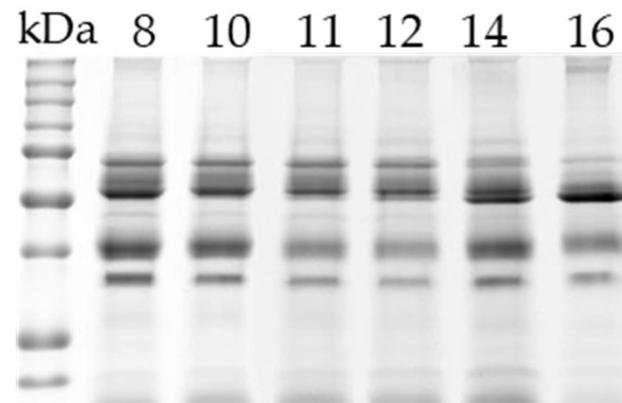
Bellairs et Osmond, 2014

## Le sac allantoïque (2/3)

### Liquide allantoïque

#### Fonctions méconnues

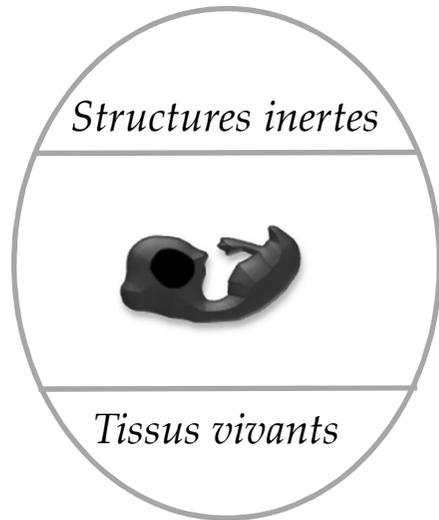
- Equilibre acido-basique
- Stockage de l'eau
- Stockage des déchets métaboliques de l'embryon (acide urique)
- Présence de protéines, enzymes protéolytiques, acides aminés libres



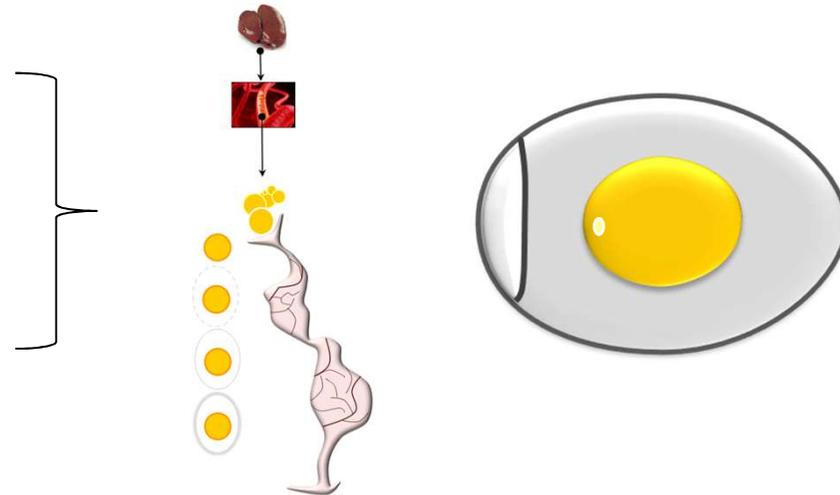
Da Silva et al., 2017

# Conclusions (1/2)

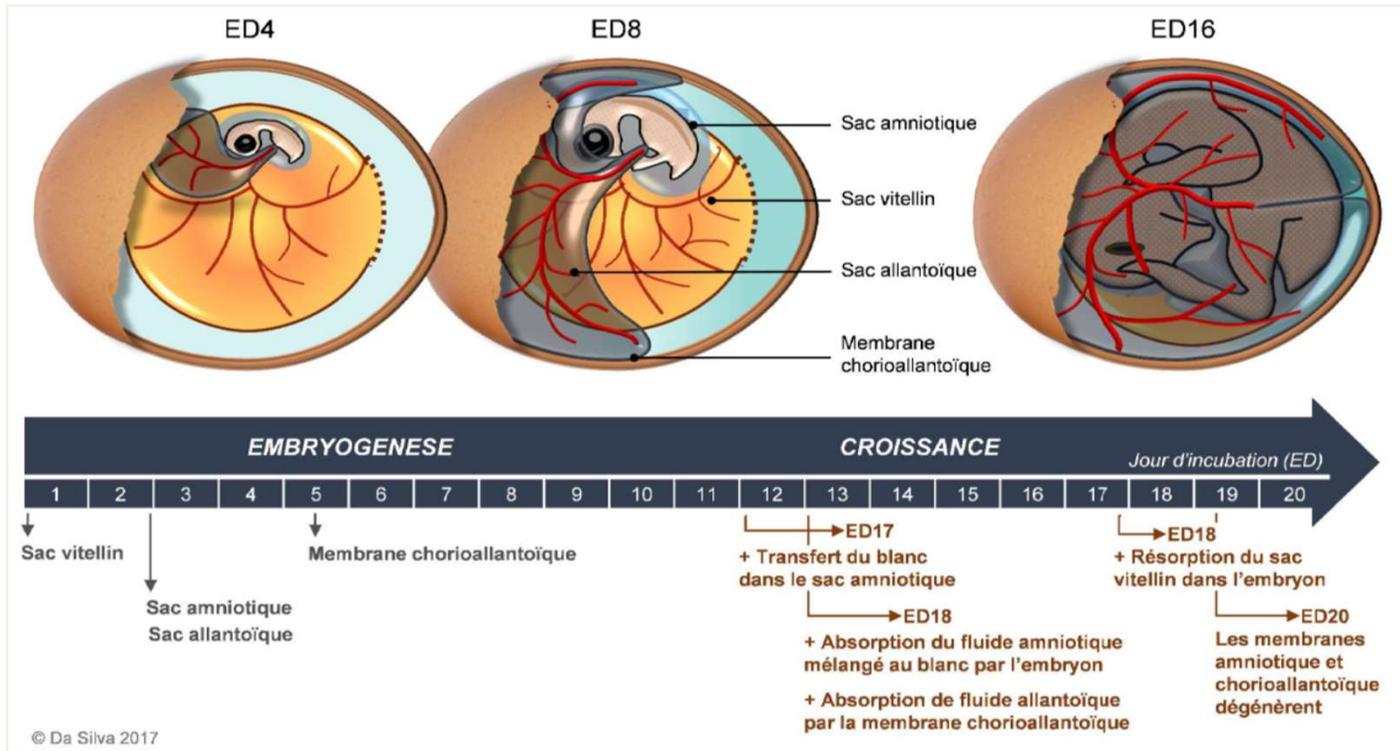
# Structures de l'œuf

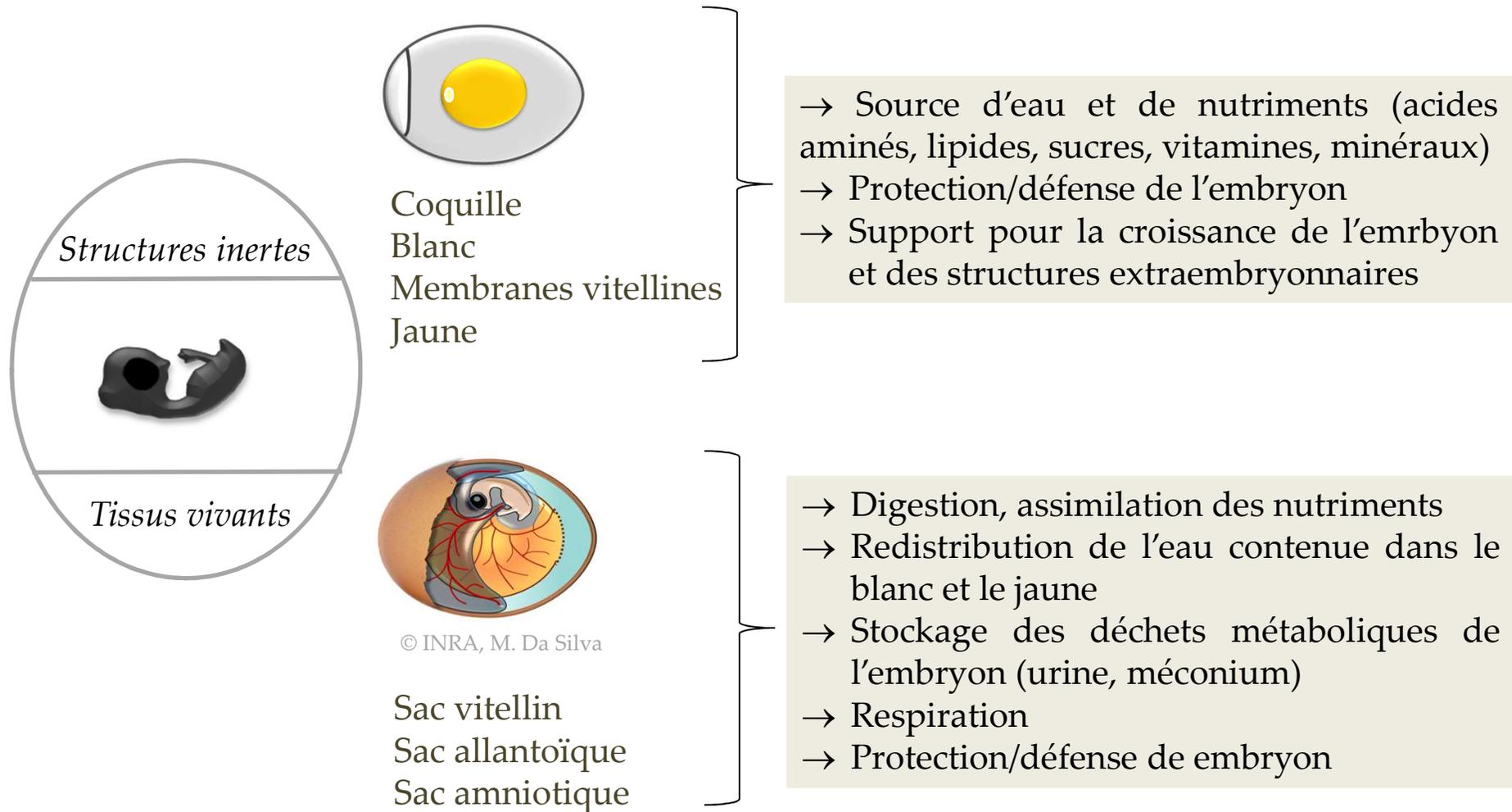


*Poule*  
Coquille  
Blanc  
Membranes vitellines  
Jaune



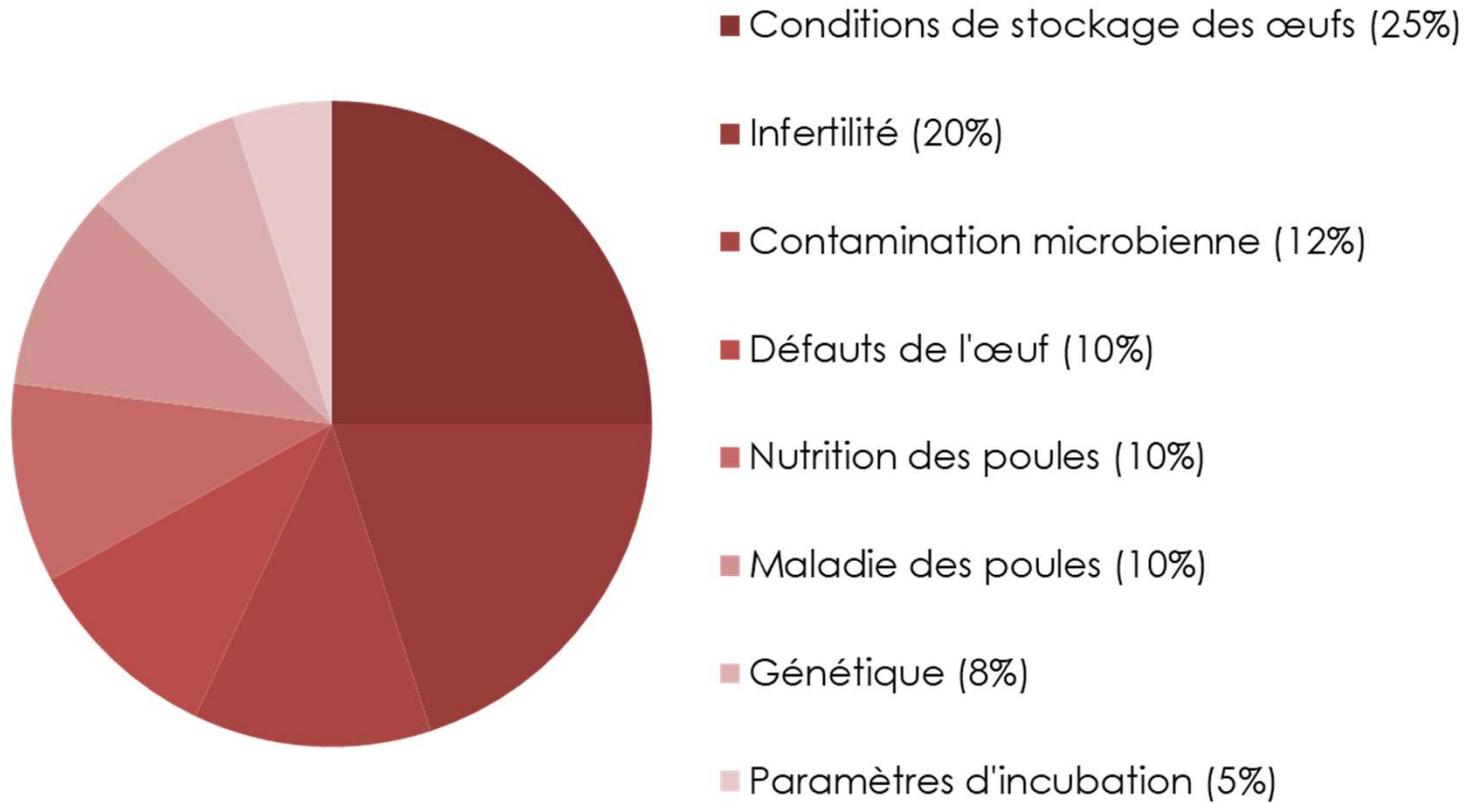
*Embryon*  
Sac vitellin  
Sac allantoïque  
Sac amniotique





### III. Facteurs affectant le développement embryonnaire

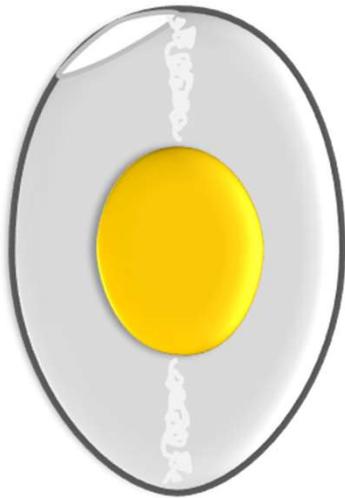
#### Principaux facteurs affectant l'éclosion



### III. Facteurs affectant le développement embryonnaire

#### Influence du stockage (durée/température)

*Freshly laid egg*



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

**Air cell volume: increase**

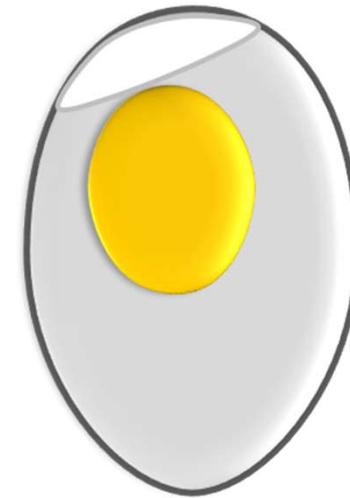
**Chalazae: degradation**

**Vitelline membranes : loosening**

**Egg yolk : flattening, floating**

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

*Stored egg*





### III. Facteurs affectant le développement embryonnaire

#### Importance du sens (gros bout vers le haut)

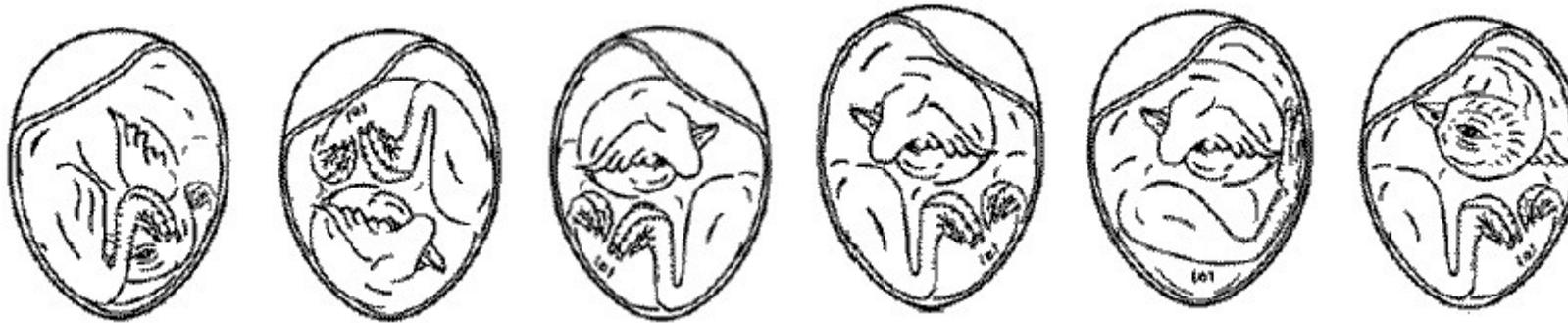
**Bêchage interne** : l'embryon perce du bec les membranes au niveau de la chambre à air

Position adéquate pour bêcher



Bec positionné sous l'aile droite

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



**Bêchage externe** : coquille

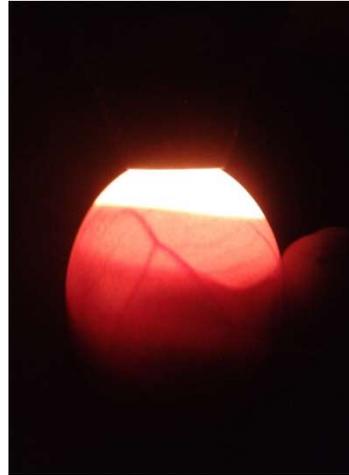
<http://www.thepoultrysite.com/articles/1608/investigating-hatchery-practice-examining-the-hatch-debris/>

# Contrôle au cours de l'incubation : mirage

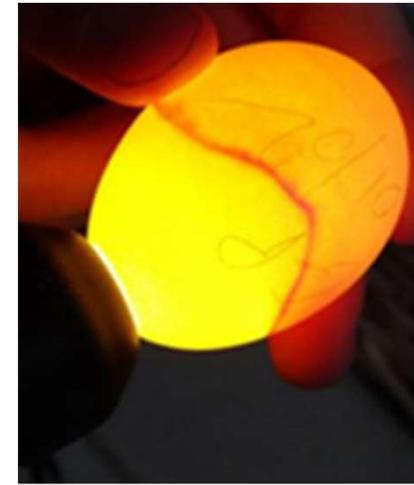
Œufs clairs/non fécondés



Œufs fertiles



Mortalité embryonnaire



<7 jours

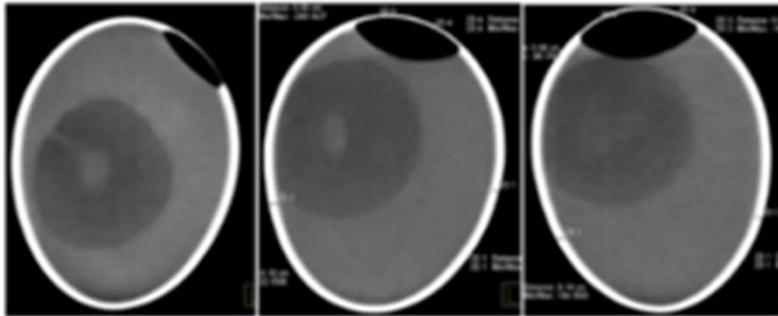


>7 jours

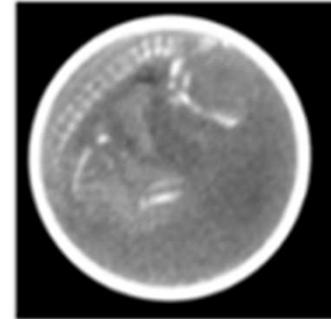
# Contrôle du développement au cours de l'incubation

## A. CT-scan

Effet du stockage

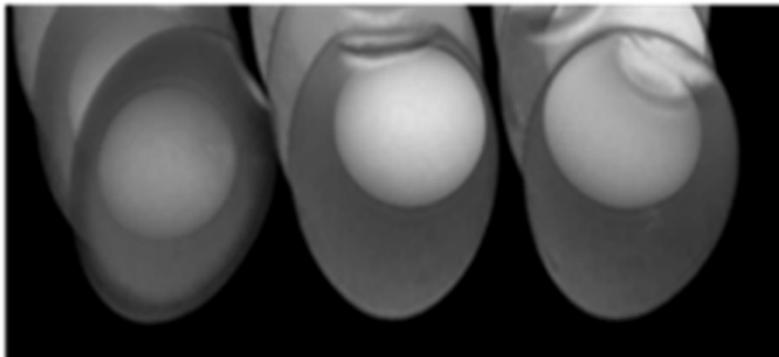


Œuf embryonné à ED17

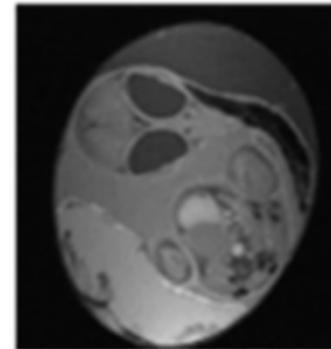


## B. IRM

Effet du stockage

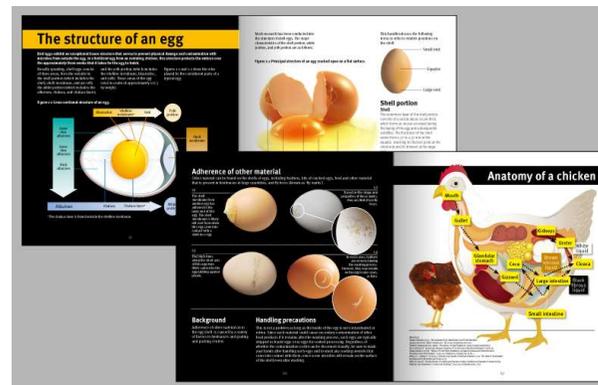
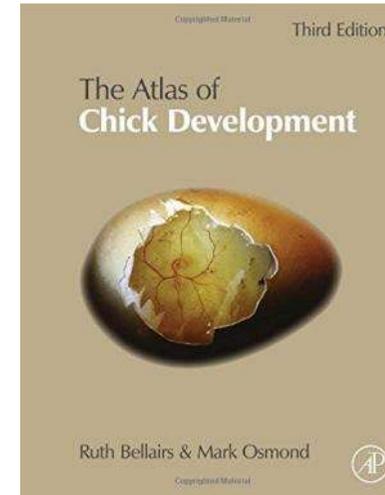
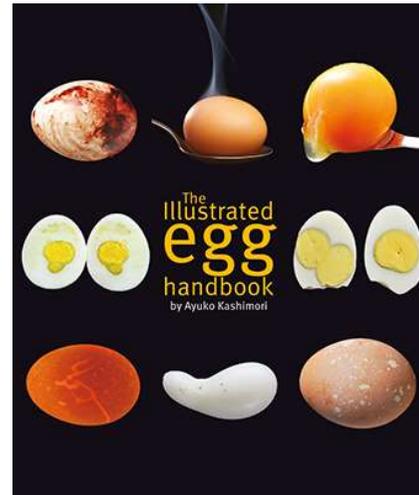
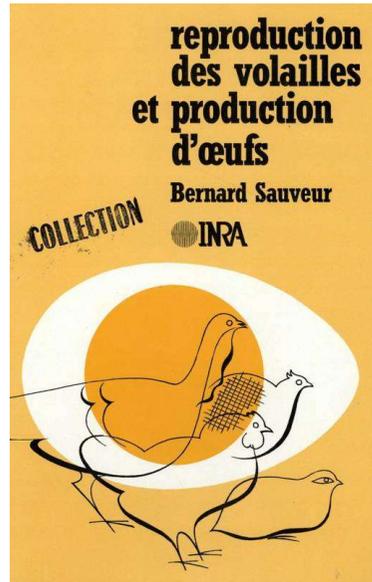


Œuf embryonné à ED17



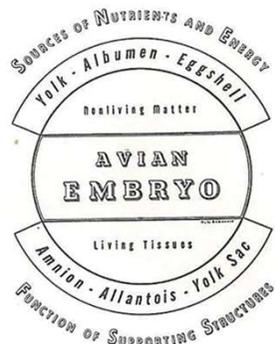
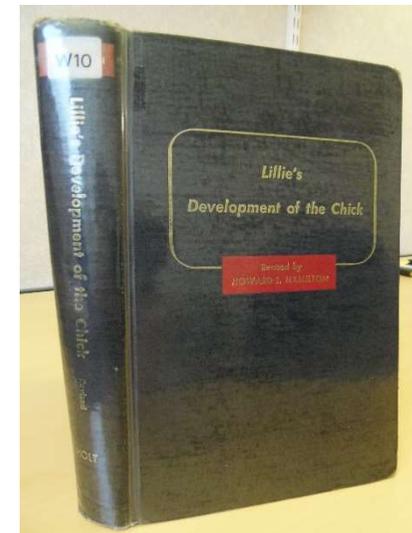
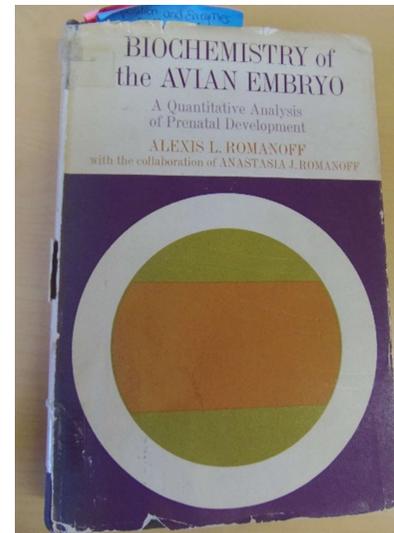
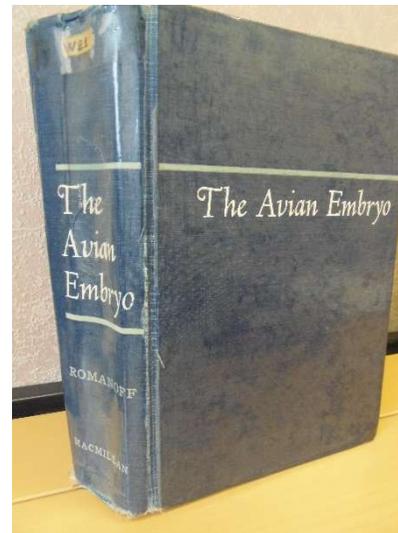
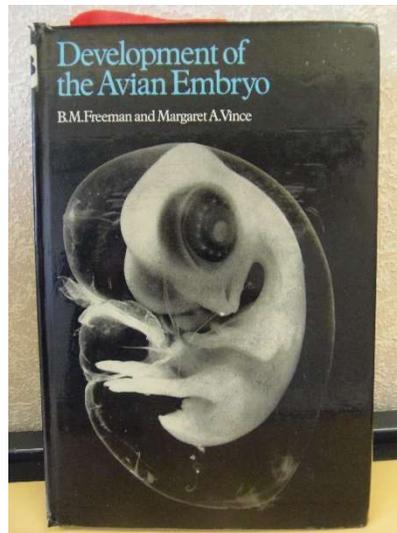
# Ressources documentaires (1/5)

Ouvrages (Disponibles à l'URA)



## Ressources documentaires (2/5)

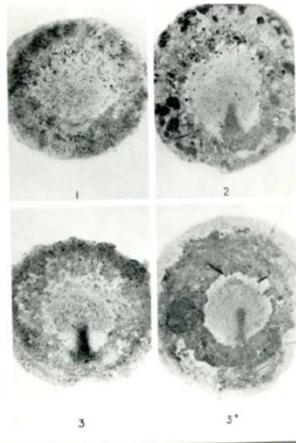
Ouvrages (Disponibles à l'URA)



## Ressources documentaires (3/5)

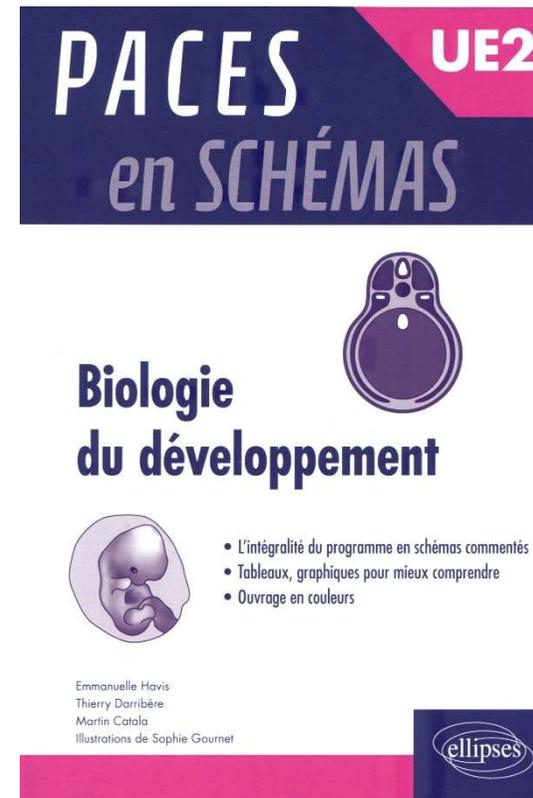
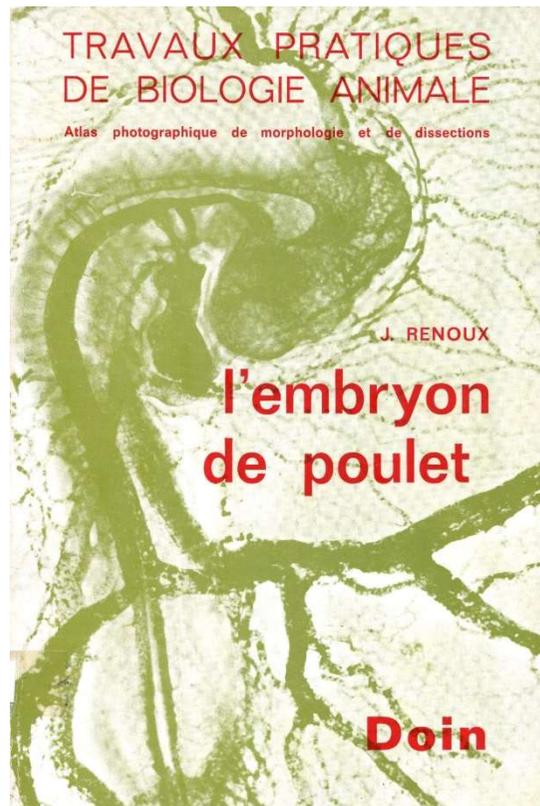
### STADES DU DEVELOPPEMENT DE L'EMBRYON DE POULET

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 Zacchei	Temps	Somite	Stade H-H	Temps	Somites
1	7-8 h		3 <sup>a</sup>	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

joVE Search by keywords, for example: "stem cells" Advanced Your trial expires in 5:26

ABOUT JOVE FOR LIBRARIANS VIDEO JOURNAL SCIENCE EDUCATION PUBLISH

BIOLOGY

### Chick ex ovo Culture and ex ovo CAM Assay: How it Really Works

Daniel S. Dohle<sup>1</sup>, Susanne D. Pasa<sup>1</sup>, Sebastian Gustmann<sup>2</sup>, Markus Laub<sup>3</sup>, Josef H. Wissler<sup>4</sup>, Herbert P. Jennissen<sup>1</sup>, Nicole Dünker<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INSTITUTE FOR PHYSIOLOGICAL CHEMISTRY, DEPARTMENT OF BIOCHEMICAL ENDOCRINOLOGY, UNIVERSITY OF DUISBURG-ESSEN, <sup>2</sup>INSTITUTE FOR ANATOMY, DEPARTMENT OF NEUROANATOMY, UNIVERSITY OF DUISBURG-ESSEN, <sup>3</sup>MORPHOPLANT GIBB, <sup>4</sup>PARCOURS INSTITUTE FOR APPLIED RESEARCH AND INDIKATICS

PUBLISHED 11/30/2009 8 COMMENTS VIEWS 22,717 CITE THIS SHARE



YOU HAVE FULL ACCESS TO THIS ARTICLE THROUGH HBVA 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: 10.1002/jovb.20090

DOWNLOAD PDF EMBED ADD TO FAVORITES

joVE Search by keywords, for example: "stem cells" Advanced START A TRIAL LOG IN

ABOUT JOVE FOR LIBRARIANS VIDEO JOURNAL SCIENCE EDUCATION PUBLISH

DEVELOPMENTAL BIOLOGY

### Optimized Ex-ovo Culturing of Chick Embryos to Advanced Stages of Development

Kellie Cloney<sup>1</sup>, Tamara Anne Franz-Odenaal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DEPARTMENT OF BIOLOGY, MOUNT SAINT VINCENT UNIVERSITY

PUBLISHED 12/4/2015 8 COMMENTS VIEWS 3,236 CITE THIS SHARE

A SUBSCRIPTION TO JOVE IS REQUIRED TO VIEW THIS ARTICLE. YOU WILL ONLY BE ABLE TO SEE THE FIRST 30 SECONDS.

PUBLISH WITH JOVE RECOMMEND JOVE

CHAPTERS

- 0:00 Title
- 0:26 Methods - Setting Up the Culturing System
- 4:32 Results - Observation of Early to Late Stage Embryos (HH Stages: 34-40)
- 5:16 Conclusion

ISSUE 95 · DOI: 10.1002/jovb.201501001

DOWNLOAD PDF EMBED ADD TO FAVORITES

SALON  
INTERNATIONAL  
DE L'AGRI  
CULTURE



22 FEVRIER > 1<sup>er</sup> MARS 2020