



**HAL**  
open science

## L'oeuf de poule: un produit de qualité au coeur de notre alimentation

Sophie Réhault-Godbert, Joël Gautron, Yves Nys, Angelique Travel

### ► To cite this version:

Sophie Réhault-Godbert, Joël Gautron, Yves Nys, Angelique Travel. L'oeuf de poule: un produit de qualité au coeur de notre alimentation. Master. France. 2017. hal-02888834

**HAL Id: hal-02888834**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02888834v1>**

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.



---

## L'œuf de poule: un produit de qualité au cœur de notre alimentation

---

Sophie Réhault-Godbert, **Joël Gautron**, **Yves Nys**: équipe « Défenses de l'œuf, Valorisation, Evolution », INRA du Centre Val de Loire  
**Angélique Travel**, Institut Technique de l'AVIculture, Ingénieure





## PLAN

### *9h-11h Cours théorique*

1. Macrostructure et formation de l'œuf
2. Composition et valeur nutritionnelle
3. Présentation de la filière ponte et œufs de consommation (Oeufs coquille et ovoproduits)

### *Pause 10h-10h10*

4. Critères de qualité des œufs et facteurs de variation
5. L'œuf de poule: un produit de qualité au cœur de notre alimentation...mais pas que
6. Quelques mots sur l'œuf à couver
7. Conclusions

### *11h-12h*

**TP**

**Quizz + Echanges**

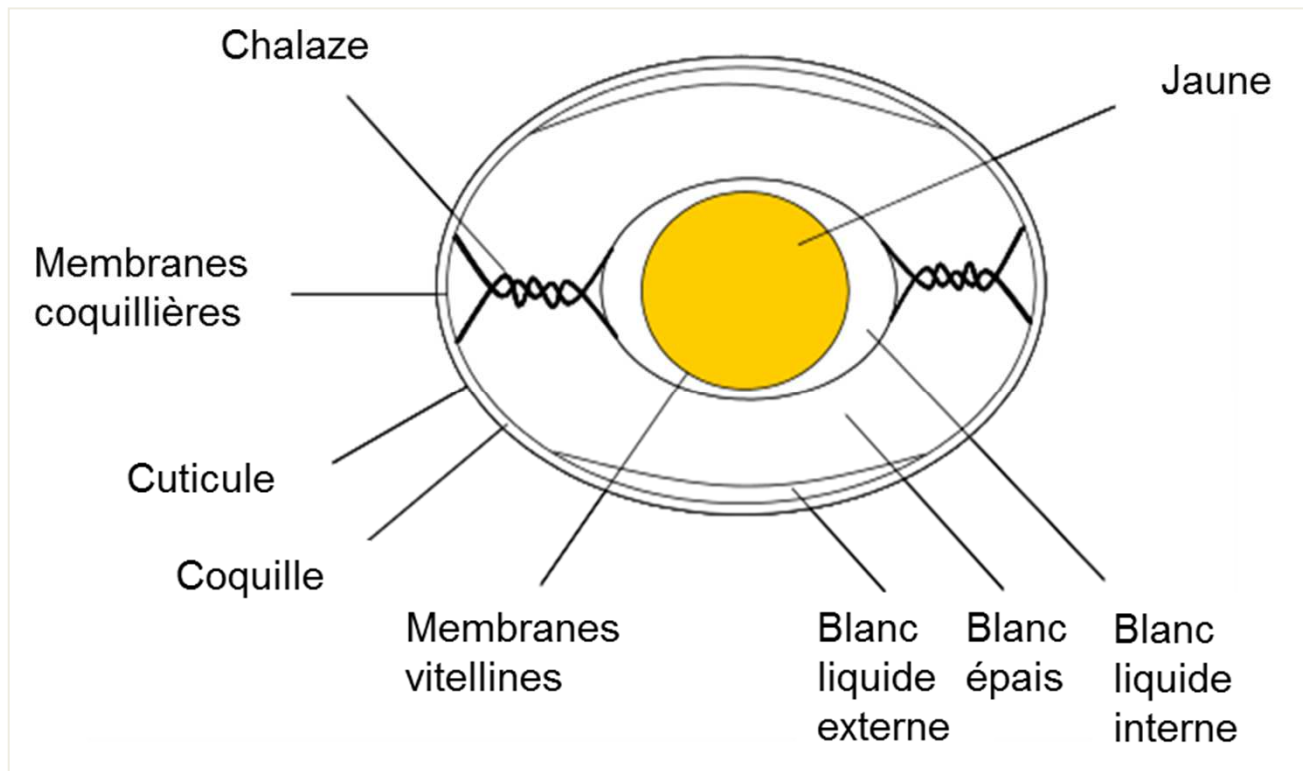


# 1. Macrostructure et formation de l'œuf

---

# Une structure compartimentée

## Macrostructure



## La lumière: un paramètre essentiel pour la maturité sexuelle et la production d'oeufs



*Maturité sexuelle :  
17-20 semaines*

**En hiver:** minimum de 8 heures de lumière

**En été:** maximum de 16 heures

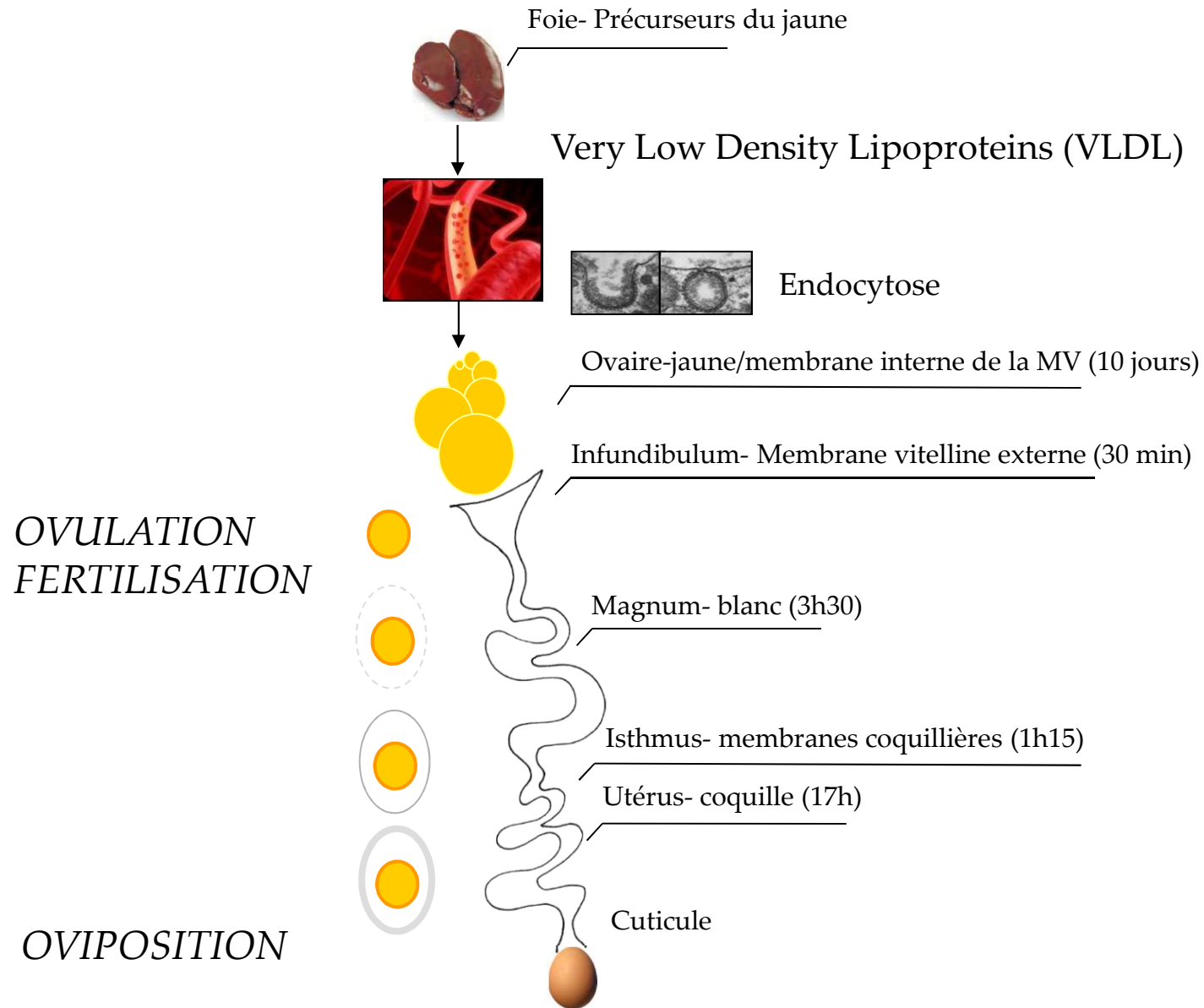
Besoin d'au moins 9 heures de lumière

En pratique: jusqu'à 16 heures de lumière par cycle de 24 heures (lumière du jour + artificielle, nombre de lux à respecter)

- ❖ La lumière est nécessaire à la maturité sexuelle et à l'ovulation du follicule mature

Pour tous les systèmes de production: le programme lumineux doit suivre un rythme de 24 heures comprenant **au moins 8 heures d'obscurité ininterrompue**

# Une formation régulée dans le temps et l'espace



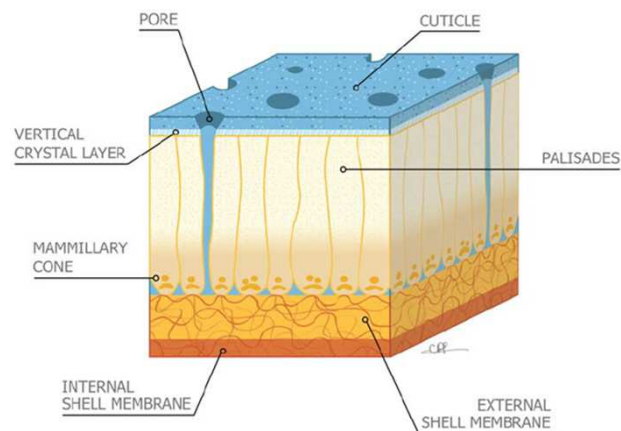


## 2. Composition et valeur nutritionnelle

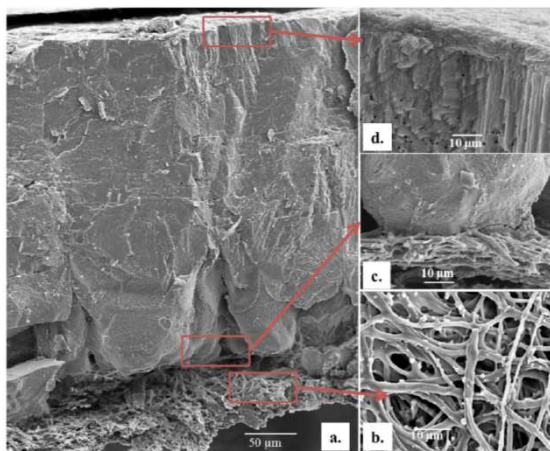
---



# Les parties non comestibles : la coquille et les membranes coquillières



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).

Siulapwa et al., 2014

mg/100g

Minerals	Hen
Copper	0.93±0.00
Cobalt	0.93±0.01
Manganese	0.93±0.01
Iron	7.64±0.02
Potassium	82.2±0.7
Sodium	168.9±0.3
Lead	1.36±0.1
Zinc	0.93±0.02
Chromium	6.0±0.3
Magnesium	247.7±0.3
Calcium	2534.4±10.6
Phosphorous	139.8±0.2

95% de minéraux/3,5 % de protéines

558 protéines (Mann et al., 2006) :

- protéines spécifiques de la coquille (ovocalyxines, ovocléidines)
- protéines du blanc (ovalbumine, lysozyme, ovotransferrine, cystatine, ovoinhibiteur)
- protéines chaperones

## Les parties comestibles : un aliment complet peu calorique et hautement digestible

❖ **Calories : 154** (Calories (Kcal pour 100 g de produit) : 47 (blanc), 364 (jaune))

❖ **Protéines totales : 12,3 g (jaune+ blanc)**

Valeur biologique élevée de ses protéines: 94

(100 est la valeur max; lait maternel: 95; lait vache: 90)

❖ **Lipides totaux : 11,9 g (jaune)**

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

- majorité d'acides gras insaturés

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

- forte digestibilité: 98% Triglycérides, 90% Phospholipides

❖ **Richesse en vitamines (jaune):**

Présence de toutes les vitamines sauf la vitamine C.

Blanc :Biotine, B2; Jaune : A, D, E, B1, Biotine, B6, 12

❖ **Richesse en minéraux** : phosphore, fer et soufre (0,9 g par œuf)

❖ **Richesse en eau** (74,4 g par œuf)

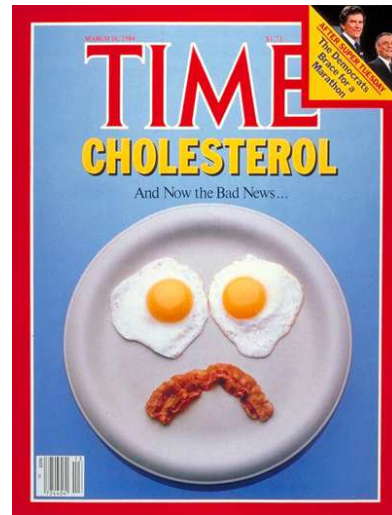
❖ **Peu de sucres** (0,7 g par œuf)



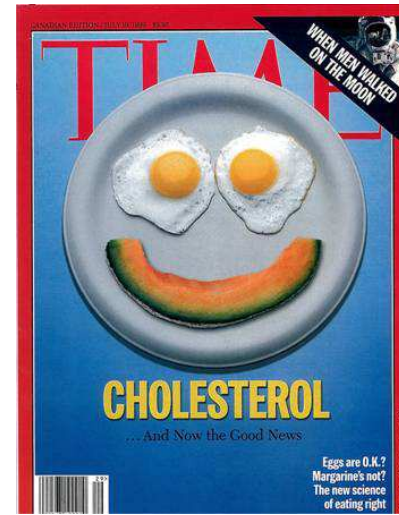
**Profil nutritionnel stable** quelles que soient les modalités d'élevage des poules pondeuses

**Seule différence notable : teneur en oméga-3** qui peut varier en fonction du mode d'alimentation des volailles (graines de lin) indépendamment du système d'élevage

## L'œuf et le cholestérol: retour sur les idées reçues



*26 mars 1984*



*19 juillet 1999*

**Peut-on manger des œufs tous les jours ?**

**Oui**, des études ont montré que si le niveau de cholestérol est normal, on peut consommer deux œufs par jour sans affecter la 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 et les matières grasses

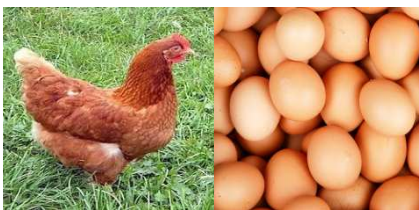


### 3. Présentation de la filière ponte et œufs de consommation

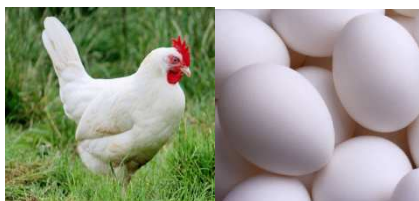
---

## Quelques races de poules pondeuses

Sélectionnées pour leur capacité à pondre (environ 300 œufs par an), pic de production: 25-36 semaines, cycle de production: 70 semaines (allongement à 90 semaines)



La poule Rousse (Isabrown)



La poule Leghorn



La poule Sussex

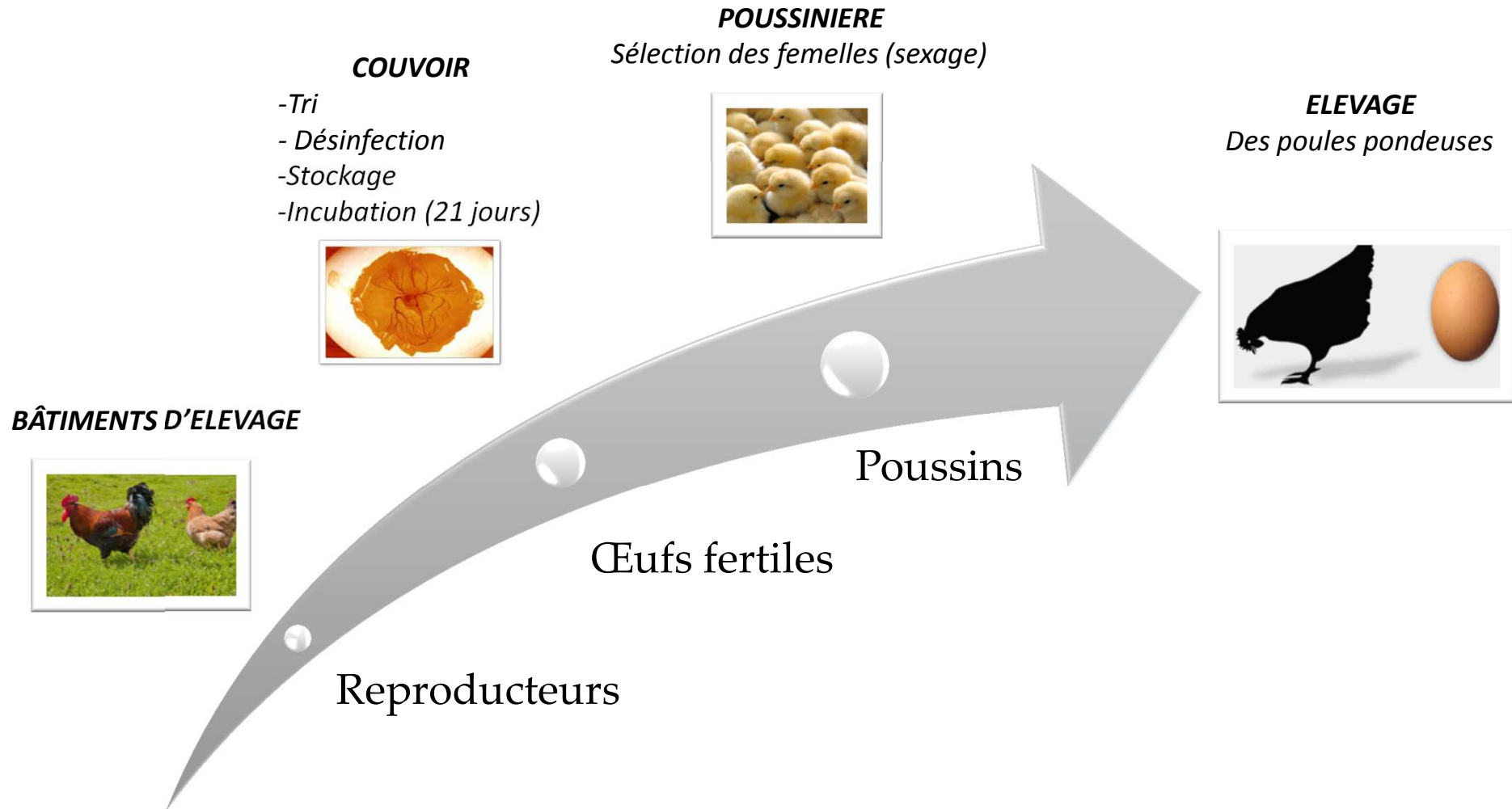


La poule Marans



La couleur de la coquille est d'origine génétique (en France, les consommateurs préfèrent les œufs bruns; aux USA, les œufs blancs)

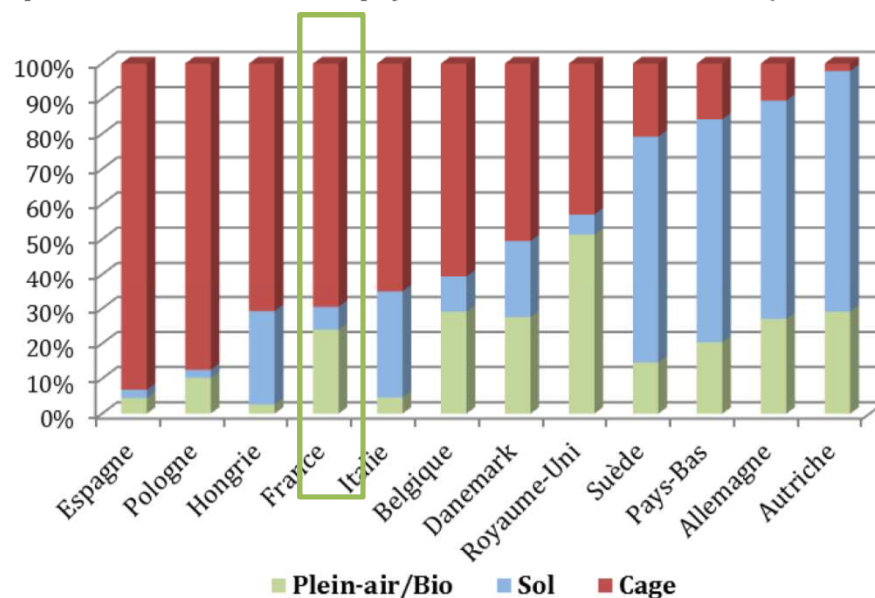
# Production des poules pondeuses



## Systèmes de production dans certains pays membres de l'UE



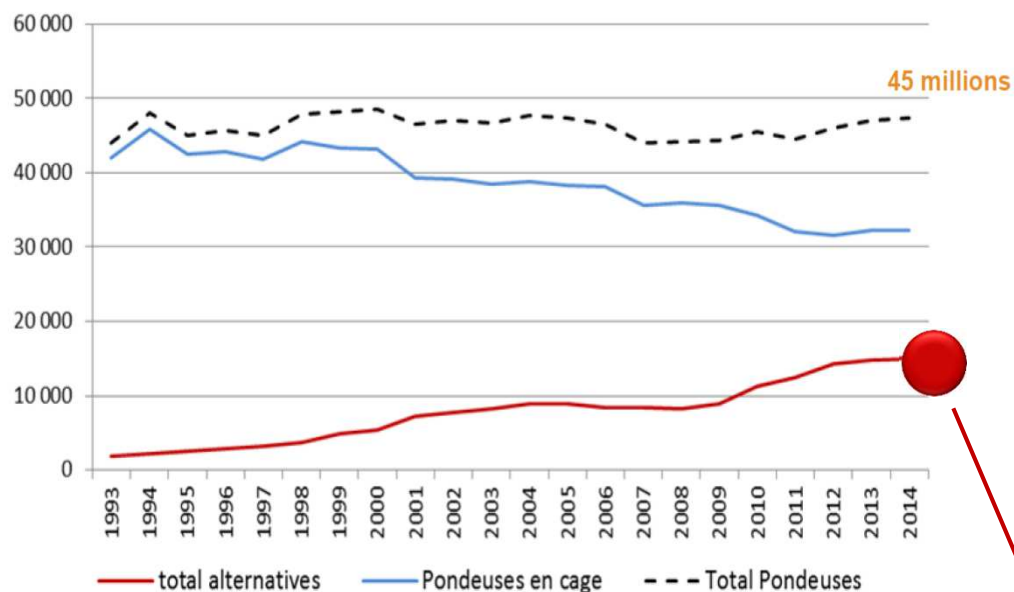
Systèmes de production dans certains pays membres l'UE-27 en 2014 (source Commission)



Depuis 2012, l'élevage des poules en cages conventionnelles est interdite.

**Nouvelles normes Bien-être** (respecter le comportement naturel des poules) : Surface disponible par poule augmentée (750 cm<sup>2</sup>/poule vs 550 cm<sup>2</sup>); Cage d'une superficie d'au moins 2000m<sup>2</sup>; Hauteur de la cage augmentée; Installation de perchoirs (15cm/poule); Installation de nids séparés; Aire de grattage et de picotage; 12 cm de mangeoire/poule

# Production de poules pondeuses en France



✓ 44,5 millions de poules pondeuses en France en 2014

✓ Evolution croissante de la part des élevages en système alternatif

**M Biodiversité**

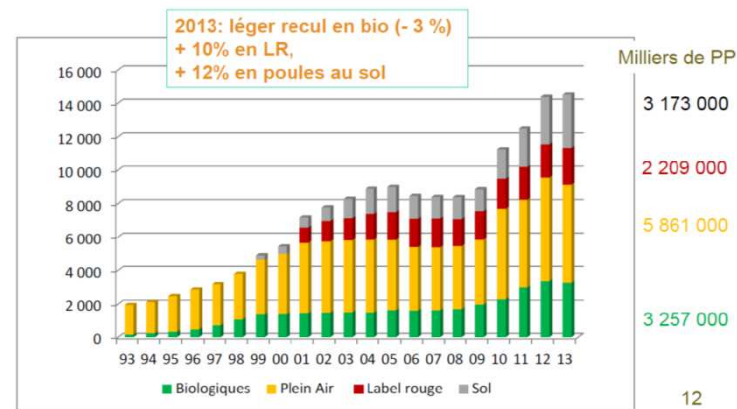
PLANÈTE BIODIVERSITÉ

ARTICLE SÉLECTIONNÉ DANS LA MATINALE DU 09/01/2017 > [Découvrir l'application](#)

## L'industrie alimentaire se détourne en masse des œufs de poules en cage

Le groupe Les Mousquetaires vient de bannir les élevages de volaille en batterie. Il suit un vaste mouvement de la grande distribution.

France : 14.5 millions de pondeuses en systèmes alternatifs en 2013 (31 % du cheptel total)



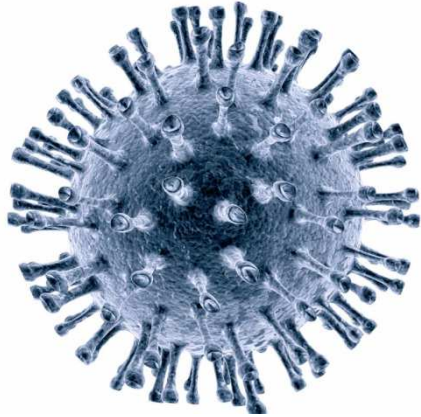


## Comparaison des systèmes de production

	<b>Cages</b> <i>Code 3</i>	<b>Volière ou sol sans parcours</b> <i>Code 2</i>	<b>Volière ou sol avec parcours</b> <i>Code 1</i>	<b>Label rouge</b> <i>Code 1</i>	<b>Bio</b> <i>Code 0</i>
Accès au parcours	Non	Non	Oui	Oui 5m <sup>2</sup> /poule	Oui 4m <sup>2</sup> /poule
Densité en bâtiment Nbre de poules/m <sup>2</sup>	13,3 (6 étages)	9,0 (2 étages)	9,0 (2 étages)	9,0	6,0
Mortalité (%)	3-4%	6-8%	6-8%	6-8%	8-10%
Taux de poussières dans le bâtiment	Faible	Fort	Fort	Moyen	Moyen
Alimentation	70 % de céréales (type blé, maïs...), protéagineux (soja, pois féveroles, lupin), huiles végétales, minéraux, vitamines, compléments alimentaires (acides aminés ou colorant de synthèse), source de calcium (3,5 % au lieu de 1% chez les poulets de chair)				<i>Idem</i> <b>Mais</b> 95% d'origine Bio, non OGM Pas d'a.a. ou colorant de synthèse
Utilisation de vaccins/médicaments	<i>Similaire (si animal malade)</i>				
Impact environnemental -bilan carbone	Faible (IC=2,2)	Moyen (IC=2,4)	Moyen (IC=2,4)	Moyen (IC=2,6)	Moyen (IC=2,6)
-utilisation des terres	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Fort

IC: quantité d'aliment nécessaire (kg) pour produire 1 kg d'œufs

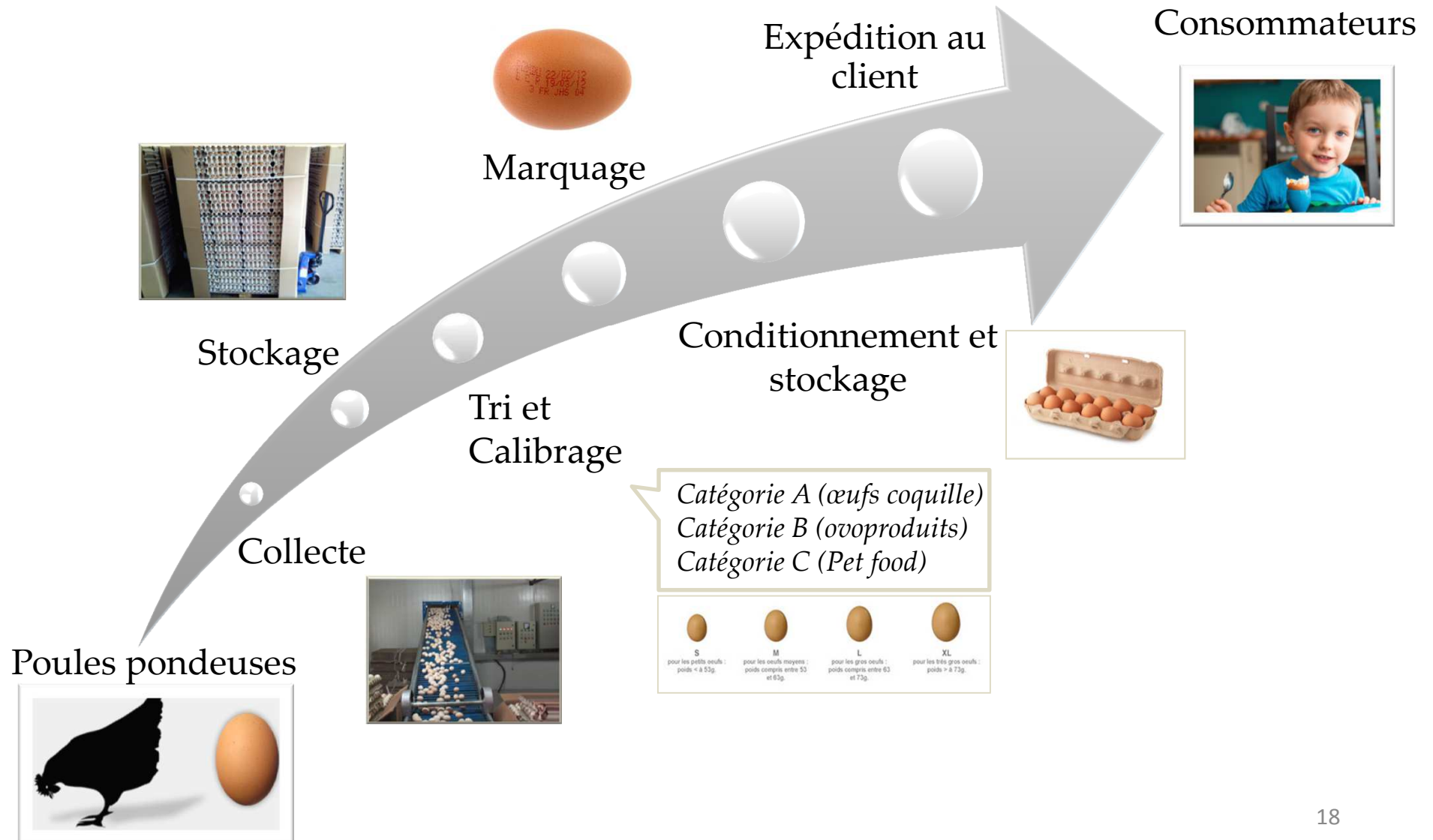
## Systemes « plein air » en cas de grippe aviaire



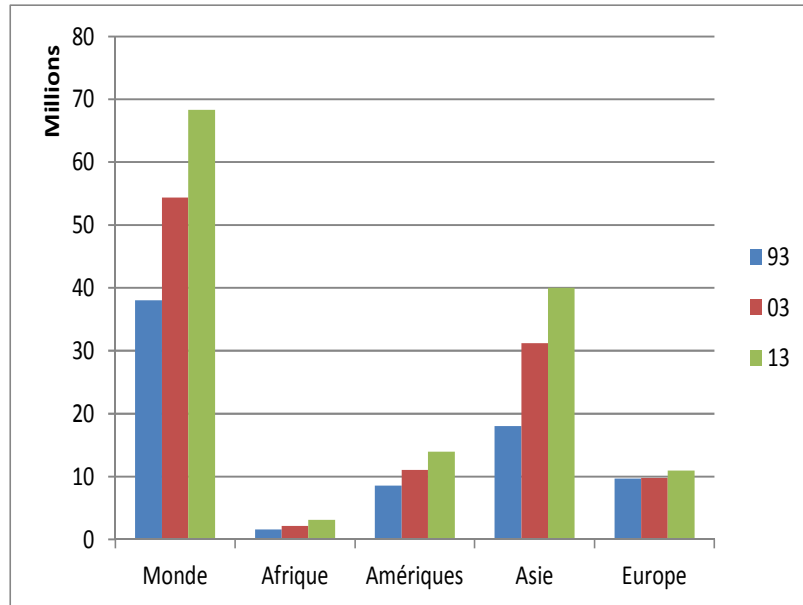
### **Confinement obligatoire depuis le 10 novembre 2016**

- ❖ Mortalité des poules en augmentation (stress, densité, carences alimentaires)
- ❖ Production en baisse (manque de lumière, stress)

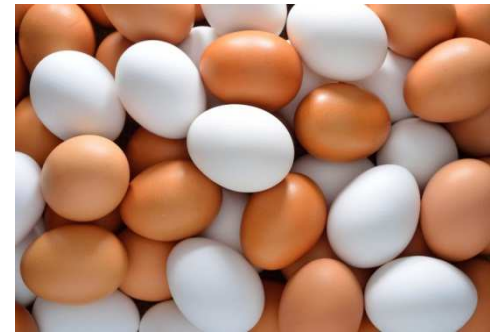
# Le parcours de l'œuf



## La production mondiale et en Europe



68,2 MT d'œufs produits dans le Monde en 2013 (environ 1200 Milliards)



	Prévisions 2015 (milliards d'œufs)*
France *	14,8
Italie	13,1
Allemagne	13
Espagne	11,3
Pays-Bas	10,8
Royaume Uni	10,6
<b>UE à 28</b>	<b>108,6</b>

\* convertis sur la base de 16,4 œufs /kg

Près de 15 milliards d'œufs produits en France en 2015

# Tri et calibrage

## Catégorie de qualité

### A: œufs de consommation (œuf coquille).

- coquille et cuticule : propres, intactes, de forme normale ;
- chambre à air : hauteur ne dépassant pas 6 millimètres, immobile. Toutefois, pour les œufs commercialisés sous la mention « extra », elle ne doit pas dépasser 4 millimètres
- jaune : visible au mirage sous forme d'ombre seulement, sans contour apparent
- lorsque l'on fait tourner l'œuf, légèrement mobile et revenant à une position centrale ;
- blanc : clair, translucide ;
- germe : développement imperceptible ;
- substances et odeurs étrangères : non tolérées ;

**Les œufs de catégorie A ne sont ni lavés ni nettoyés, ni avant ni après le classement**



**B:** œufs « 2<sup>ème</sup> qualité ou conservés» (ne respectant pas les critères de qualité A, peuvent être fêlées ou sales mais ni cassés ni incubés) vers le circuit des ovoproduits pasteurisés

**C ou œufs industriels:** œufs déclassés (cassés, incubés ne respectant pas les critères A ou B. Industrie non alimentaire, Alimentation pour animaux domestiques)

## Calibrage

CLASSIFICATION	POIDS
XL : très gros	≥ 73 g
L : gros	≥ 63 g
M : moyen	≥ 53 g
S : petit	≥ 45 g

# Le marquage des oeufs

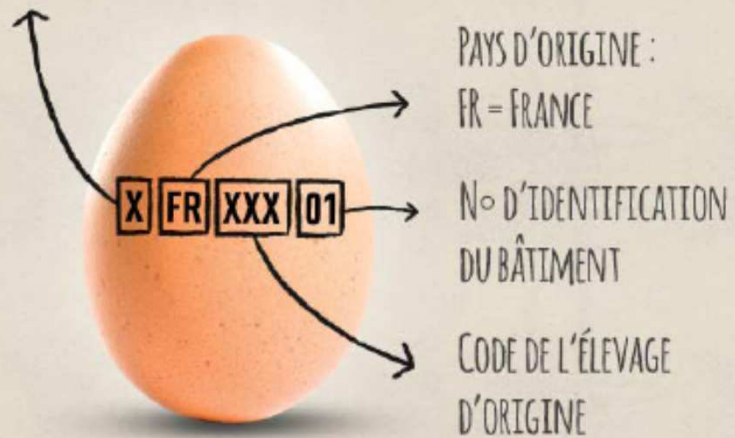


95% de l'aliment  
d'origine bio  
Liste de médicaments  
vétérinaires autorisés



Bien comprendre le code  
du producteur présent sur l'œuf :

- 0 = ŒUFS BIOLOGIQUES
- 1 = ŒUFS DE POULES ÉLEVÉES EN PLEIN AIR
- 2 = ŒUFS DE POULES ÉLEVÉES AU SOL
- 3 = ŒUFS DE POULES ÉLEVÉES EN CAGE NORME BIEN-ÊTRE ANIMAL 2012



# Conditionnement et stockage



*Extrait 2015*

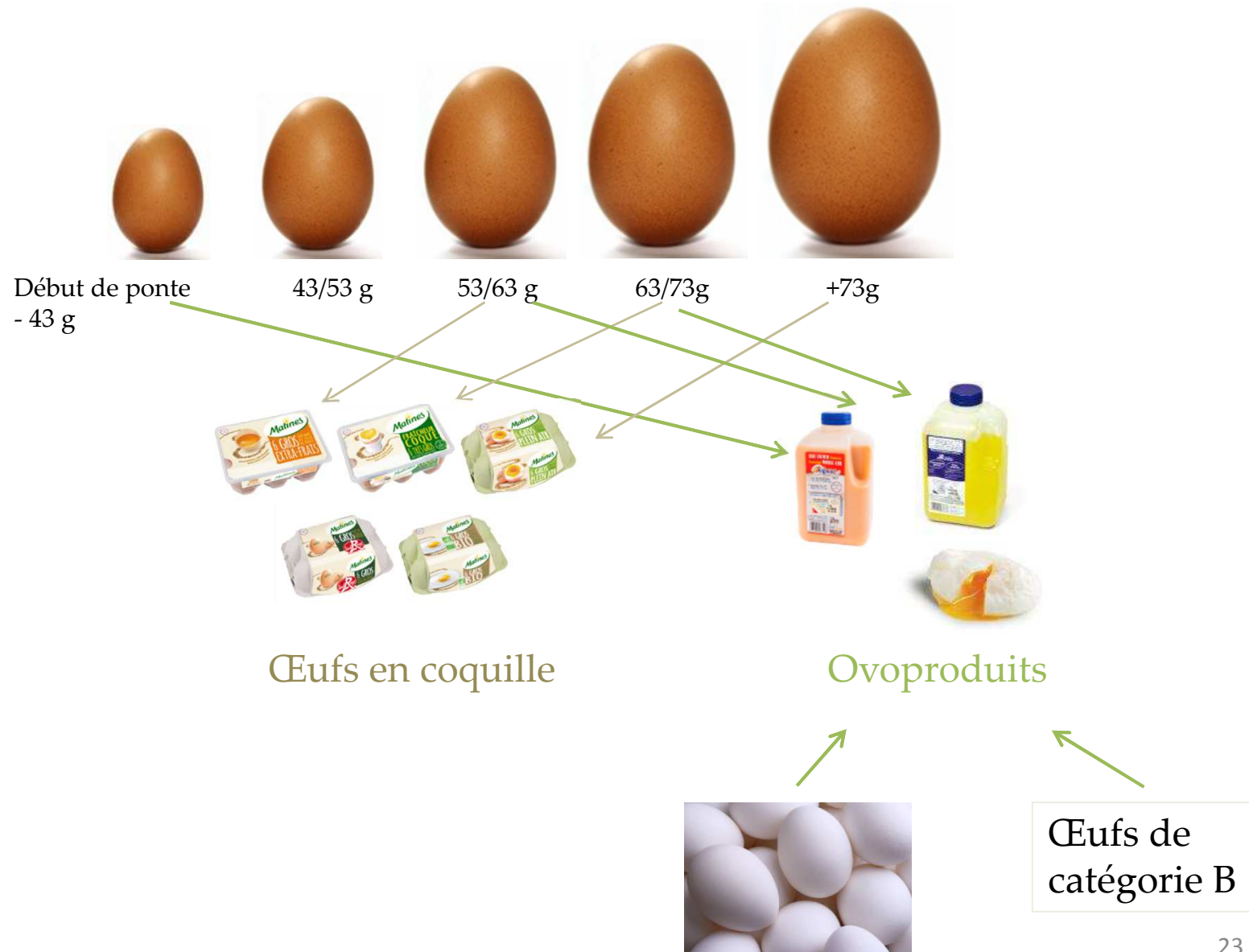
## SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES APPLICABLES AUX ŒUFS ET AUX OVOPRODUITS

GRUPE D'ÉTUDE DES MARCHÉS DE RESTAURATION COLLECTIVE  
ET NUTRITION

GEM-RCN

- ❖ **Pas de traitement de conservation**
- ❖ Température  $>5^{\circ}\text{C}$  à l'abri de la lumière et de l'humidité
- ❖ Emballage résistants aux chocs, secs, propres, en bon état d'entretien, fabriqués à l'aide de matières qui protègent l'œuf des odeurs étrangères et des facteurs susceptibles d'altérer leur qualité
- ❖ Transport à une température constante, à l'abri du soleil
- ❖ **Ni lavés ni nettoyés (directives européennes)**

# Quel œuf pour quel produit fini ?





## Intérêt des ovoproduits

**Définition:** ce sont les produits transformés résultant de la transformation de l'œuf ou de ses différents composants, ou mélanges, ou d'une nouvelle transformation de ces produits transformés

Certains processus permettent **d'augmenter la durée de conservation** des produits et **de limiter la croissance bactérienne** responsable de toxi-infections alimentaires et d'altération du produit. Le type de conditionnement permet de **faciliter l'utilisation** (gain de temps) et de **réduire les déchets (utilisation des œufs de catégorie B)**.

Néanmoins, certaines approches peuvent également **modifier les propriétés technologiques** du produit (pouvoir moussant, émulsifiant, etc.).

Ex: Congélation : blanc, si trop lente, apparition de gros cristaux favorisant la coagulation; jaune d'œuf : gélification, viscosité augmenté, solubilisation réduite (pour empêcher ces modifications, ajout de sel ou de sucre).



## Industrie des ovoproduits : exemple de la casserie d'œufs



- ❖ Séparation blanc/jaune ou reconstitution d'œuf entier
- ❖ Filtration
- ❖ Pasteurisation
- ❖ Séchage ou congélation

# Exemples d'ovoproduits



## SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES APPLICABLES AUX ŒUFS ET AUX OVOPRODUITS

GRUPE D'ÉTUDE DES MARCHÉS DE RESTAURATION COLLECTIVE  
ET INSTITUTION

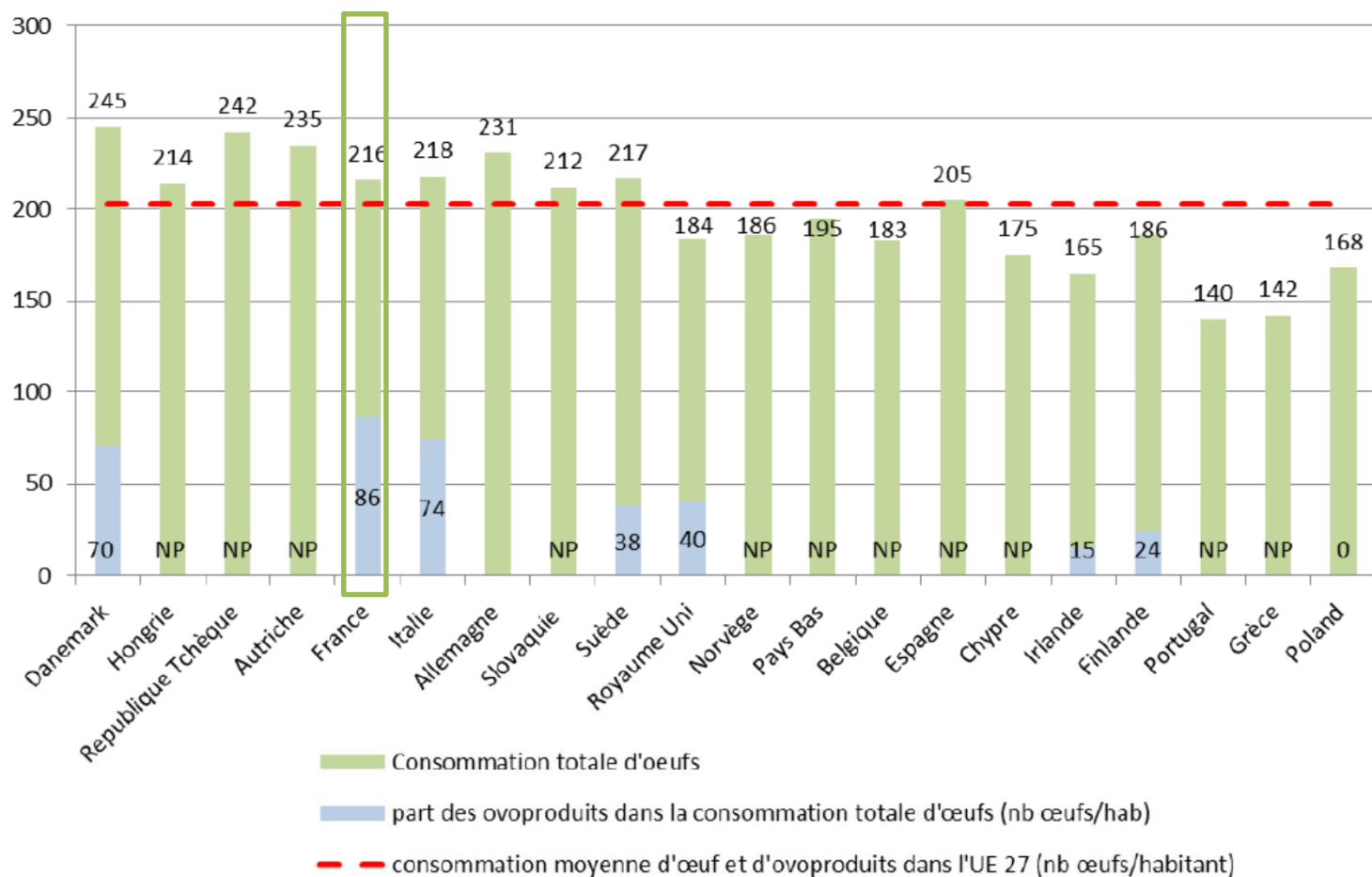
GEM-RCN

Version 1.0 – Décembre 2015



		DLC	DMM	Conditionnement (exemples)
<b>Produits liquides</b>	œufs entiers naturels	35-56 jours		1, 2, 5, 10 kg
	Jaune d'œuf nature	35-56 jours		1, 2, 5 kg
	Blanc d'œuf nature	35-56 jours		1, 2, 5 kg
<b>Produits congelés/surgelés</b>	œuf entier nature		12-24 mois	1 kg
	Jaune d'œuf sucré		12-24 mois	1 kg
	Blanc d'œuf nature		12-24 mois	1 kg
<b>Produits déshydratés</b>	œuf entier déshydraté		12 mois	1, 25 kg
	Jaune d'œuf déshydraté		13 mois	1, 25 kg
	Blanc d'œuf déshydraté		14 mois	1, 25 kg
<b>Œufs durs écalés</b>	sous atmosphère modifiée	35 jours		plaque de 4x10 ou 3x15 œufs
	En liquide de couverture	36 jours		seau de 75/ 150 œufs
<b>Œufs brouillés prêts à l'emploi</b>	œufs brouillés réfrigérés	28 jours		500 g/1 kg
	œufs brouillés congelés		24 mois	7 kg
<b>Omelettes</b>	Omelettes cuites réfrigérées	21-28 jours		Omelettes de 60, 75, 90, 135 g conditionnées sous atmosphère modifiée
	Omelettes cuites congelées		12-18 mois	Carton vrac de x portions (60, 90, 110, 135, 165 g)
<b>Blancs en neige</b>	Blancs en neige réfrigérés	28-35 jours		Barquettes de 2,2 L portionnables. Un caramel sert à la fois de nappage du produit et de démoulant
	<b>Œufs pochés, sur le plat ou à la coque</b>	œufs pochés réfrigérés	35 jours	
œufs sur le plat réfrigérés		28 jours		Barquettes de 2 œufs sur le plat
œufs à la coque sans coquille		28 jours		Carton de 24 coquetiers
œufs à la coque dans leur coquille		28 jours		
		28 jours		Emballage sécable en colis de 30

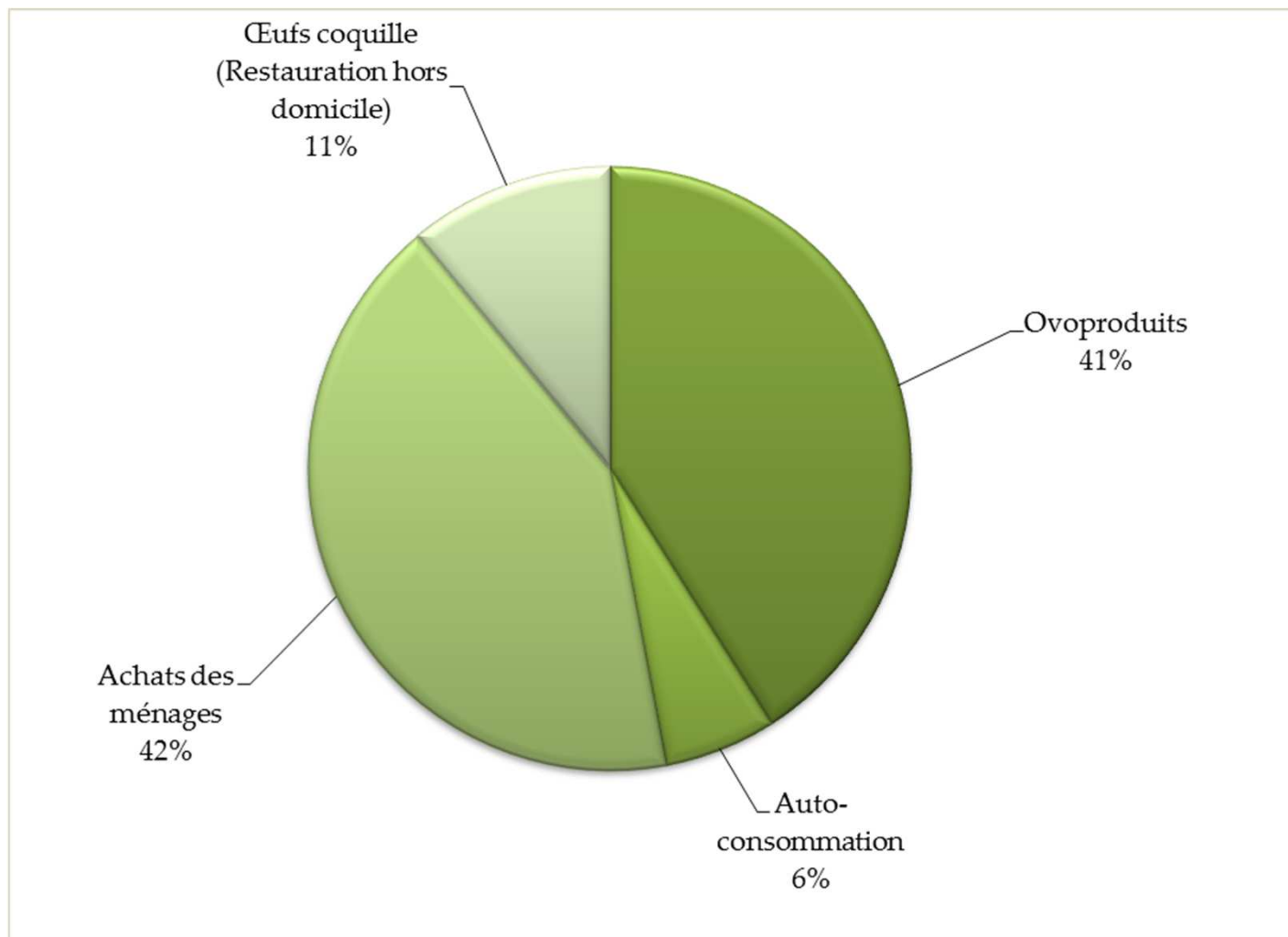
## Consommation d'œufs par habitant dans l'UE en 2014



NP : Non précisé

Sources : ITAVI d'après IEC et Commission européenne

## Répartition de la consommation en France (2013)



*D'après SSP, Kantar et Douanes*

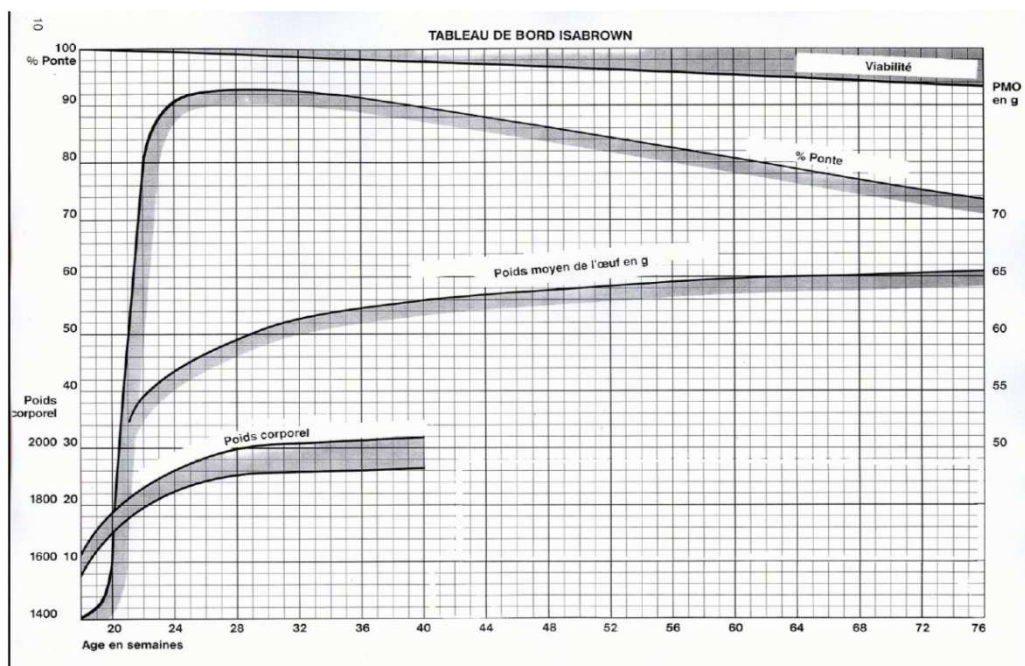
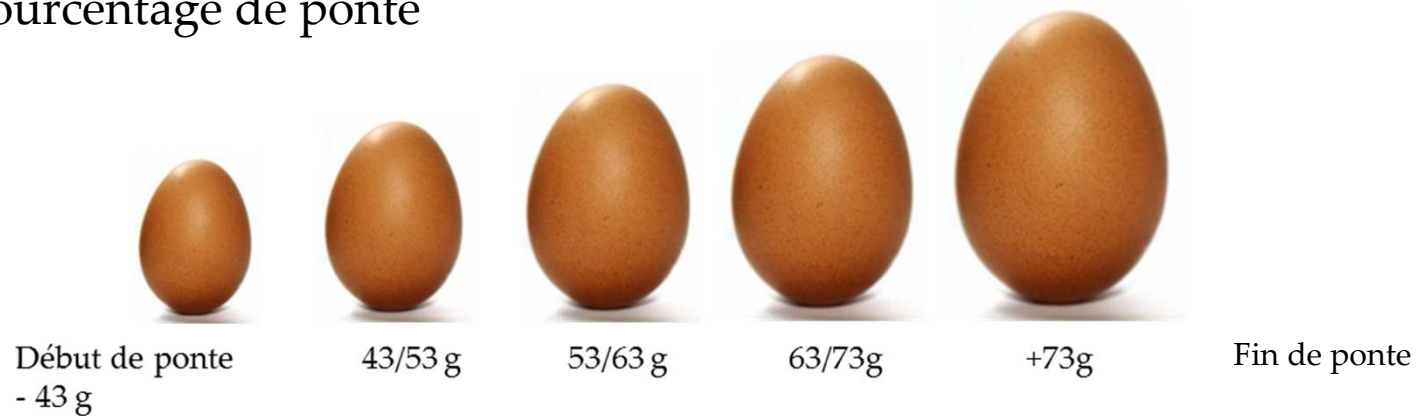


## 4. Critères de qualité des œufs et facteurs de variation

---

# Caractéristiques générales

## Poids/taille/pourcentage de ponte

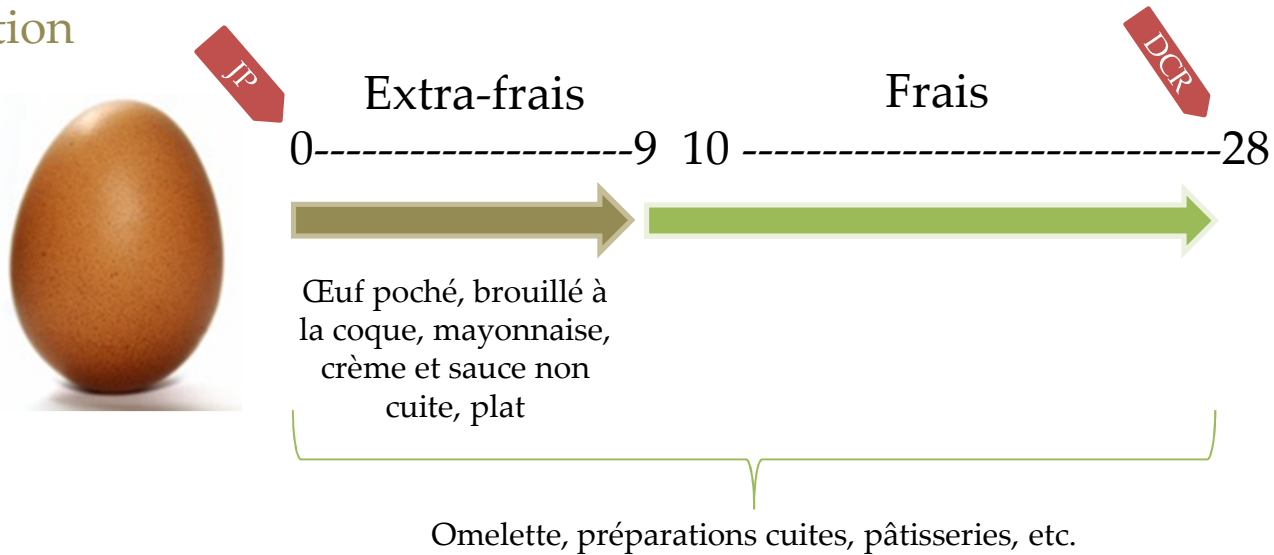


### Facteurs de variation

Age  
Race  
Etat général (santé/bien-être)  
Pratiques d'élevage (programmes lumineux, etc.)

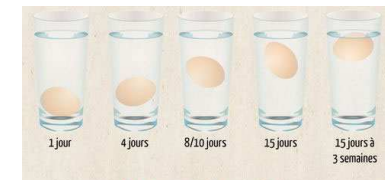
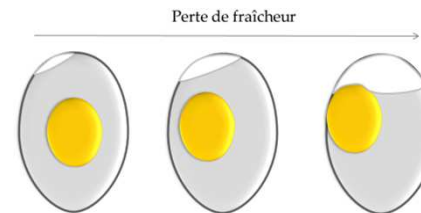
# Fraîcheur de l'œuf

## Définition



## Critères de fraîcheur

- ❖ Hauteur de la chambre à air
- ❖ Position du jaune
- ❖ Hauteur du blanc (viscosité)

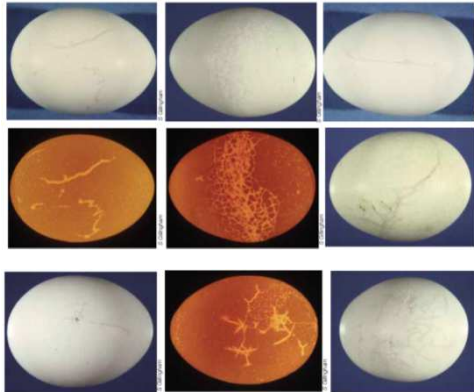


Facteurs de variation  
Conditions de conservation  
(température et durée de stockage)



# Qualité visuelle externe: qualité de la coquille

Craquelures/microfissures  
/marques d'impact  
(1,2b,3c,4)



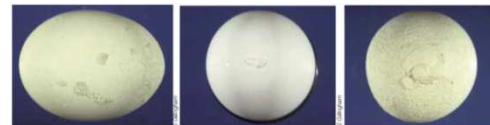
Coquille aplatie/dentelée  
(2a, 3c, 4)



Œufs sans coquille ou à  
coquille mince  
(2b, 4)



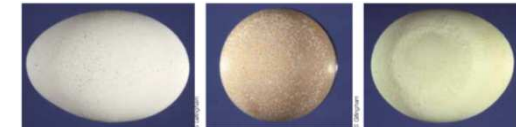
Matériel calcifié sur la coquille  
(Corps étranger dans l'oviducte,  
1, 2b, 4, 5)



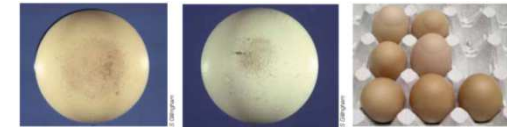
Déformation  
(1, 3b, 4))



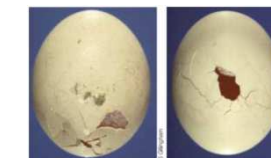
Coquille rugueuse  
(2ab, 3b,4)



Anomalie de l'apex (4)



Œufs sales, rayés (impropre  
à la consommation)

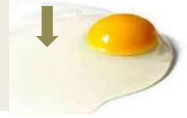


Œufs  
craquelés  
(1,2b,3c,4)

## Facteurs de variation

- ① Physiologie: âge
- ② Pratiques d'élevage: a) programmes lumineux, b) carences alimentaires (calcium, eau), c) fréquence de ramassage, etc.)
- ③ Environnement : a) fortes variations de température, b) stress
- ④ Pathologies (bronchite infectieuse, mycoplasma synoviae)
- ⑤ Génétique

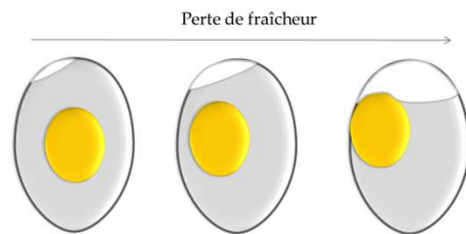
# Qualité physicochimique interne : le blanc d'œuf



## Facteurs de variation

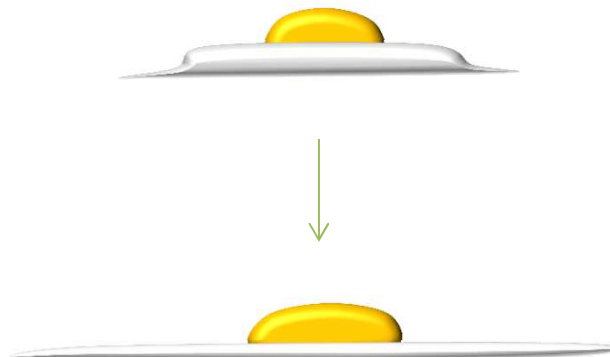
- 1 Conditions de conservation des œufs (température et durée de stockage)
- 2 Pathologies

Hauteur de la chambre à air



Perte d'eau du blanc  
(via les pores de la  
coquille)

Viscosité (unité Haugh)



Liquéfaction

pH

7,4



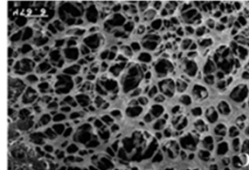
9,5

Perte de CO<sub>2</sub>  
(via les pores),  
alcalinisation du  
blanc

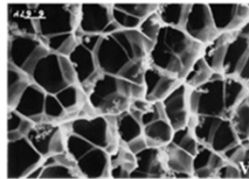
# Qualité physicochimique interne : la membrane vitelline



Membrane externe  
(Infundibulum)



Membrane interne  
(Ovaire)



Chung et al., 2010

## Facteurs de variation

- 1 Conditions de conservation des œufs  
(température et durée de stockage)







- ❖ Des températures élevées et des temps de stockage trop longs altèrent l'intégrité de la membrane vitelline (problème de séparation blanc/jaune, pertes économiques majeures pour l'industrie des ovoproduits)

# Qualité physicochimique interne : le jaune d'oeuf



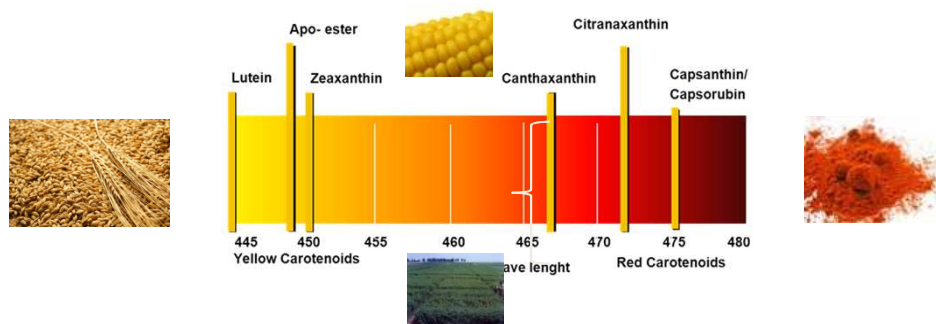
La couleur: dépend des caroténoïdes présents dans l'aliment

Sources	Moyenne (mg/kg)	Références
 <b>Lucerne 25%</b>	<b>485</b>	<i>Latscha, 1990</i>
 <b>Maïs jaune</b> <b>Gluten de maïs</b>	<b>31</b> <b>180</b>	<i>Looten 2003</i> <i>Looten 2003</i>
 Extraits de soucis 20g	12870	<i>Hernandez 2005</i>
 Extraits de Paprika 5g	2866	<i>Hernandez 2005</i>

❖ La couleur n'a aucun impact sur la qualité de l'oeuf (appréciation subjective du consommateur)

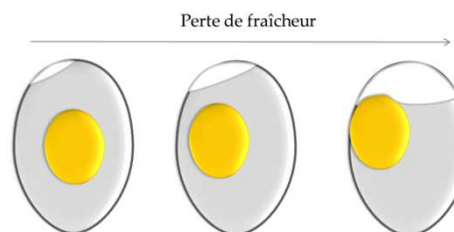
## Facteurs de variation

- Alimentation



## Qualité du jaune

- ❖ Le jaune n'apparaît plus centré et adhère aux parois de la coquille
- ❖ Après cassage, il apparaît plus étalé, moins bombé



## Facteurs de variation

- Vieillesse (conditions de conservation)

## Qualité organoleptique

- ❖ Il n'existe pas de différence organoleptique entre les œufs issus des élevages 0, 1, 2 ou 3 (étude menée auprès de consommateurs, en aveugle)

### Rappel :

- L'aliment des poules pondeuses, quels que soient les modes de production, est globalement identique
- L'aliment est différent entre une poule pondeuse et un poulet de chair et entre une poulette et une poule dont les besoins énergétiques diffèrent.

L'utilisation de matières premières d'origine animale est interdite ! Or la poule est omnivore... Pour les poules élevées en plein air : accès aux vers/insectes.

*Pour le bio* : matières premières bio à 95 % et absence d'OGM, pas d'acides aminés et de colorants de synthèse



**Exception** : les élevages familiaux. Les poules ont accès à des déchets alimentaires qui peuvent donner du goût **au jaune uniquement** (déchets de poisson, crevettes, toute substance liposoluble, omega 3)

Facteurs de variation<sub>36</sub>

① Alimentation des pondeuses

## Qualité technologique et fonctionnelle

❖ De nombreuses propriétés fonctionnelles utilisées dans l'industrie agroalimentaire  
Propriétés émulsifiantes, foisonnantes/moussantes, liantes, coagulantes, aromatiques, colorantes



**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



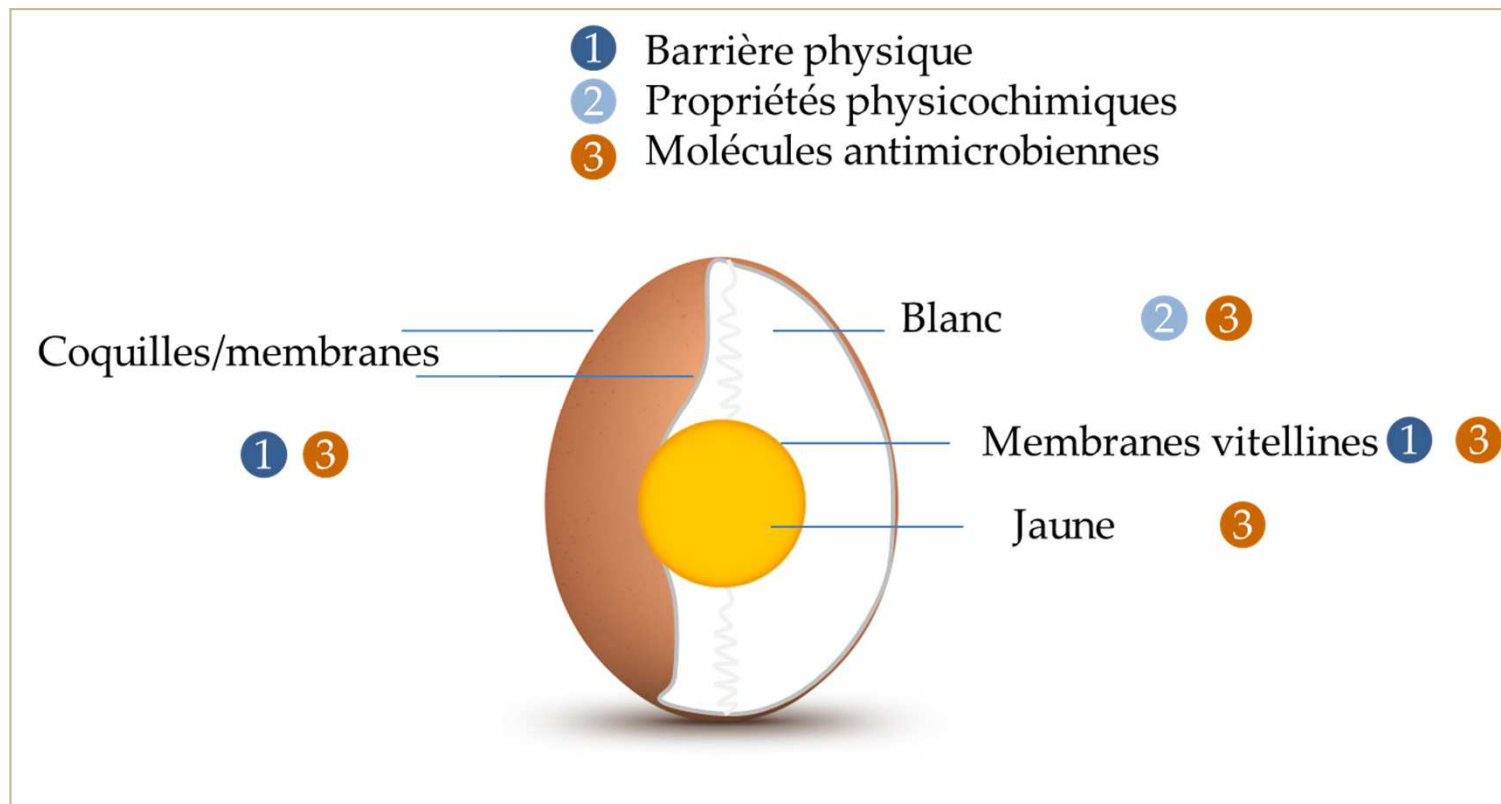
### Facteurs de variation

① Conditions de conservation, (durée/température)

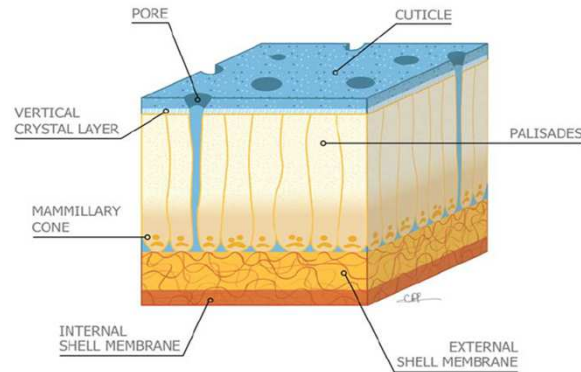
*Ex: un blanc montera + facilement en neige si l'œuf n'est pas trop « frais » (blanc+ liquide, + homogène),*

## Qualité sanitaire (1/4)

L'œuf dispose d'un système de défense très performant si l'intégrité de ses structures est préservée



## Qualité sanitaire (2/4): coquille



Hincke et al., 2012

**Coquille:** imperméable aux pathogènes si intacte.

Absence de microorganismes dans l'œuf mais existence d'une flore microbienne de surface sur la coquille (*Escherichia coli* (60 à 80%), *Enterobacter cloacae*, *Escherichia fergusonii*, *Kluyvera* spp., *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia hermannii*, *Salmonella Typhimurium*) reflétant les microorganismes de l'environnement d'élevage (microorganismes des bâtiments, des parcours (codes 0 et 1), de la poule en cas de contact de l'œuf au niveau du cloaque ou avec les fèces)

*Hypothèse:* Flore = barrière de surface pour éviter l'implantation de bactéries pathogènes pour l'œuf



En Europe, il est interdit de laver ou nettoyer les œufs de consommation, pour préserver l'intégrité de la coquille

### Facteurs de variation

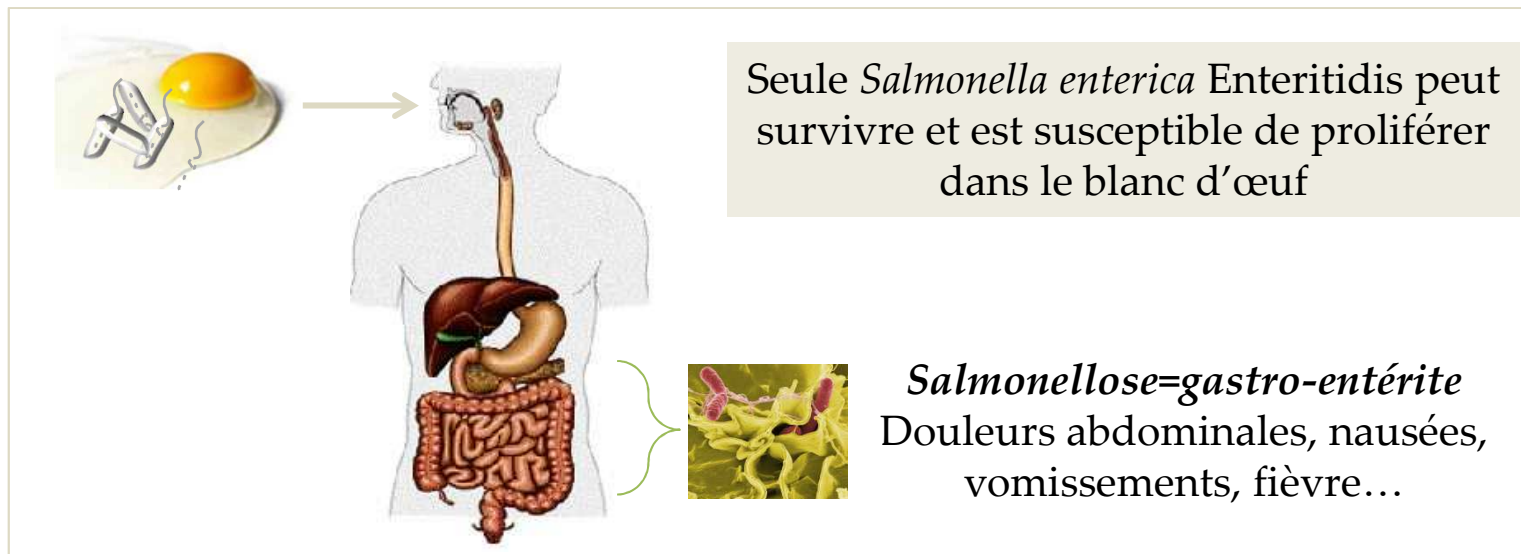
- 1 Environnement d'élevage
- 2 Pathologie de la poule
- 3 Management (fréquence de ramassage des œufs)
- 4 Conditions de conservation des œufs



## Qualité sanitaire (3/4): constituants internes/consommables de l'œuf



- ❖ Jaune d'œuf : propice à la prolifération et dissémination des pathogènes (source de nutriments)
- ❖ Blanc d'œuf : délétère pour les microorganismes (viscosité, pH et molécules bactériostatiques et bactéricides)



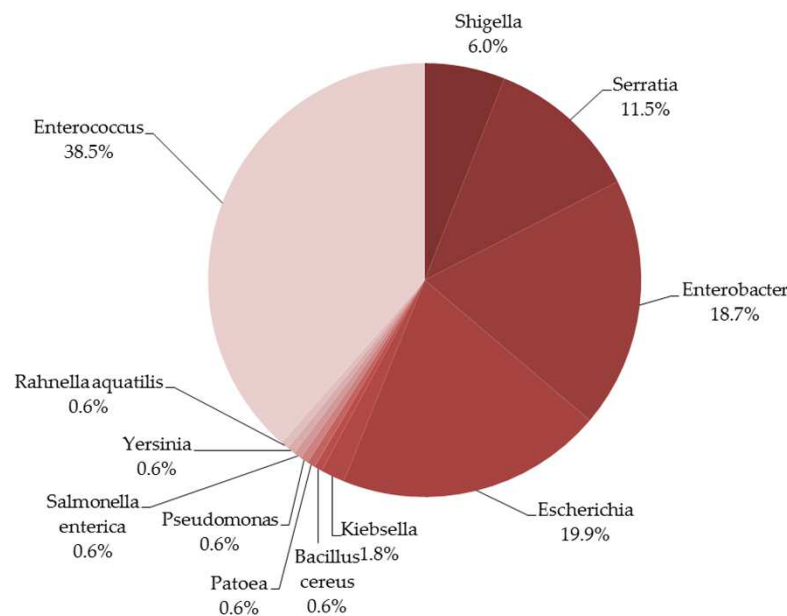
i

- ❖ Les élevages de poules infectés par les Salmonelles sont éliminés, et soumis à un vide sanitaire avant réimplantation d'animaux
- ❖ Pas de différences significatives de la qualité sanitaire des œufs de consommation quels que soient les systèmes d'élevages

**Facteurs de risque :** essentiellement liés aux conditions de conservation des consommateurs (œufs et préparations non cuites à base d'œufs)

## Qualité sanitaire (4/4): Les bactéries d'altérations et de détérioration des ovoproduits

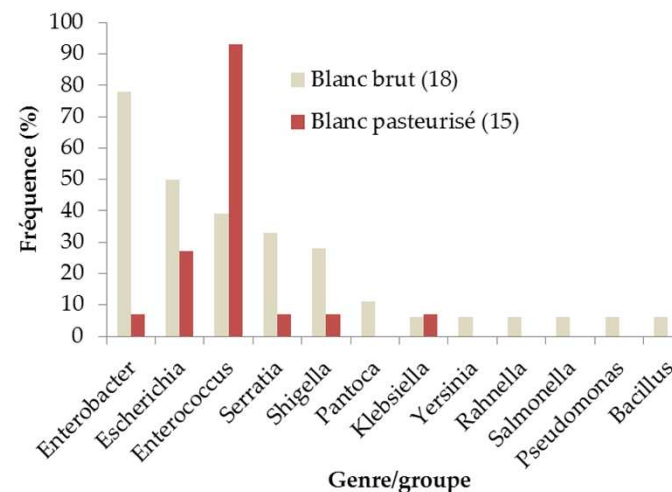
### ❖ Exemple du blanc d'œuf liquide 166 isolats bactériens (brut et pasteurisé)



D'après Techer et al., 2015 Journal of Food Science

*Contamination par la coquille au moment du cassage*

### ❖ Effet de la pasteurisation



D'après Techer et al., 2015 Journal of Food Science



Problème des bactéries à spores (*B. cereus*) résistantes à la pasteurisation = bactéries d'altération, susceptibles d'être pathogènes pour le consommateur (production de toxines)

**Facteurs de risque :** essentiellement liés à une contamination par la coquille, aux conditions de conservation (température, condensation, humidité etc.) et de traitements



5. L'œuf de poule: un produit de qualité au cœur de notre alimentation, mais pas que...

---

# Les utilisations méconnues de l'œuf: quelques exemples



Exemple du lysozyme de blanc d'œuf  
(Additif E1105)

Utilisation comme agent antibactérien



- ❖ Conservateur pour les fromages affinés
- ❖ Conservateur utilisé en vinification en remplacement du SO<sub>2</sub> (pour éviter la fermentation par les bactéries lactiques)
- ❖ Principe actif de médicaments: Cantalene®, Glossithiase®, Hexalyse®, Lyso6®, Lysocline®, Lysopaine®, Oroseptol® lysozyme®, Rhinobebe®...

## Autres utilisations de l'œuf

### Cosmétique



### Santé



Membrane coquillière:  
Pansement cicatrisant,  
additif alimentaire

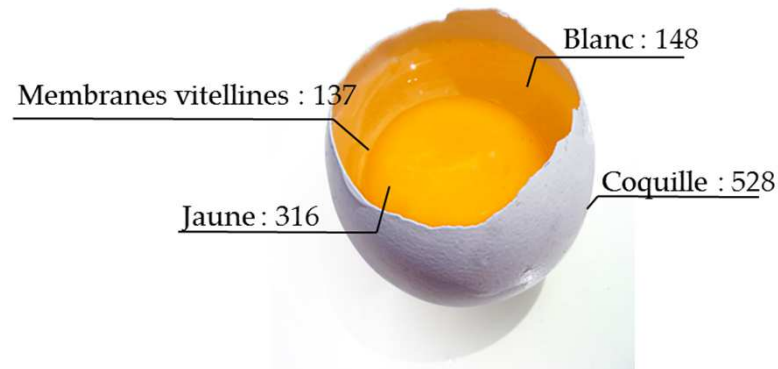


### Environnement

Coquille : source de calcium,  
fertilisant,  
anti-limace/escargot

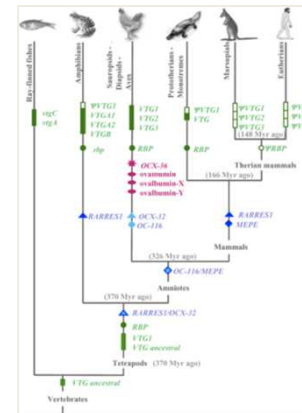


# Les protéines de l'œuf: un potentiel de valorisation encore peu exploré



- ❖ Près de 800 protéines et peptides de rôle inconnu
- ❖ Certaines sont spécifiques de l'oiseau
- ❖ Potentiel comme source de molécules utilisables comme alternatifs aux antibiotiques

*Beta-défensine aviaire 11*



Tian et al., 2010, Biol. Reprod.



## 6. Quelques mots sur l'œuf à couver

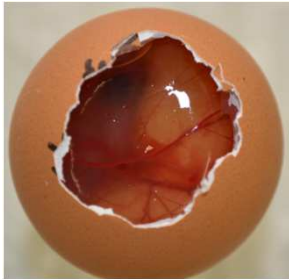
---

# Fonctions physiologiques de l'œuf

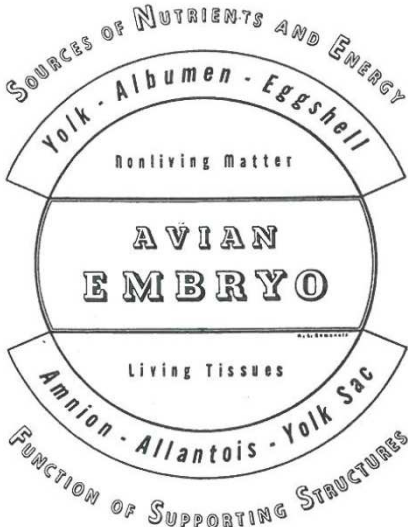
→ Assurer le développement de l'embryon et la robustesse du futur poussin



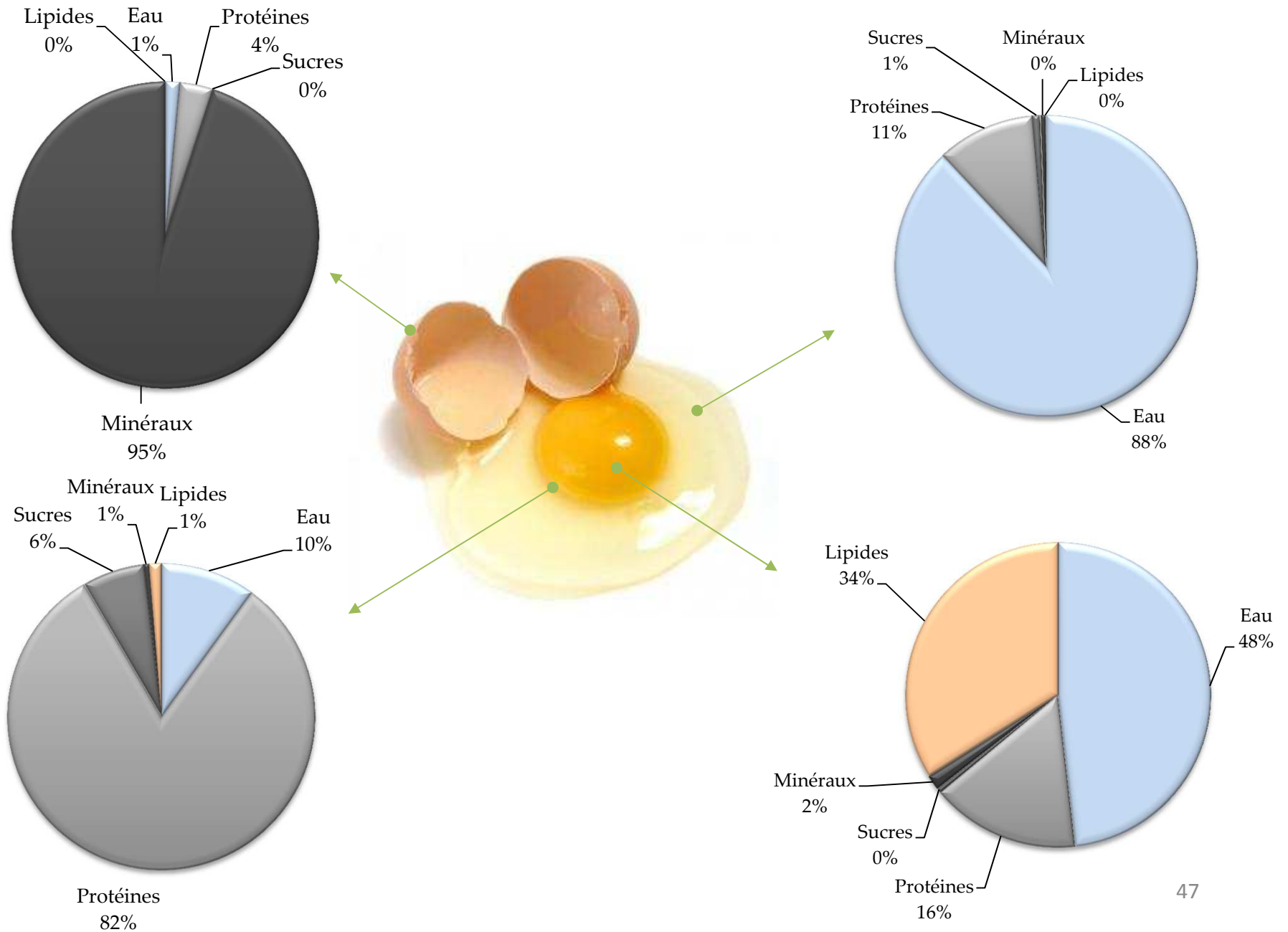
**Nutriments**  
**Molécules actives**  
**Systèmes de protection**



21 jours



# Une composition globale équilibrée (pour l'embryon) entre les différents compartiments





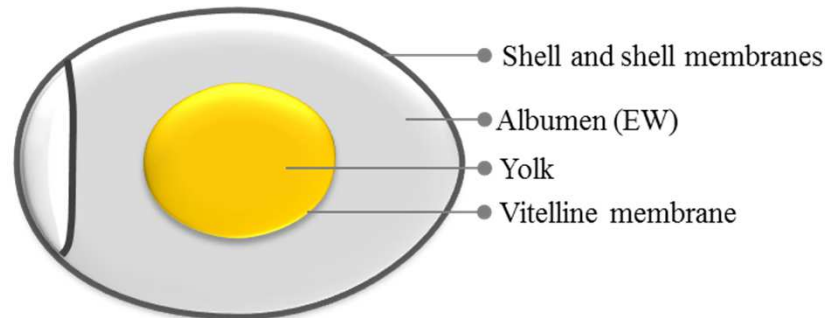
# Les grandes étapes du développement embryonnaire

Incubation : 21 jours, 37,8°C, 45% humidité relative (jours 18-21, 70%), retournements

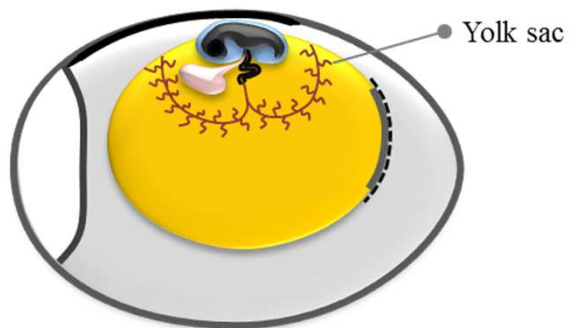


un-embryon-de-poule-se-developpe-a-linterieur-de-son-oeuf.mp4

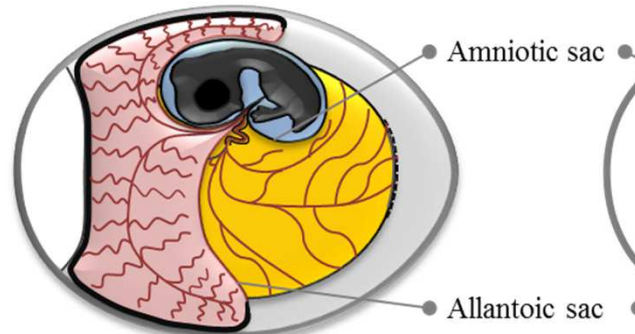
**D0**



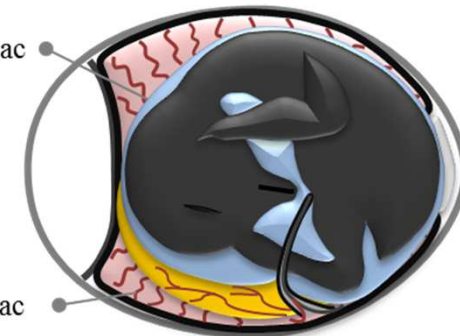
**D4**



**D8**



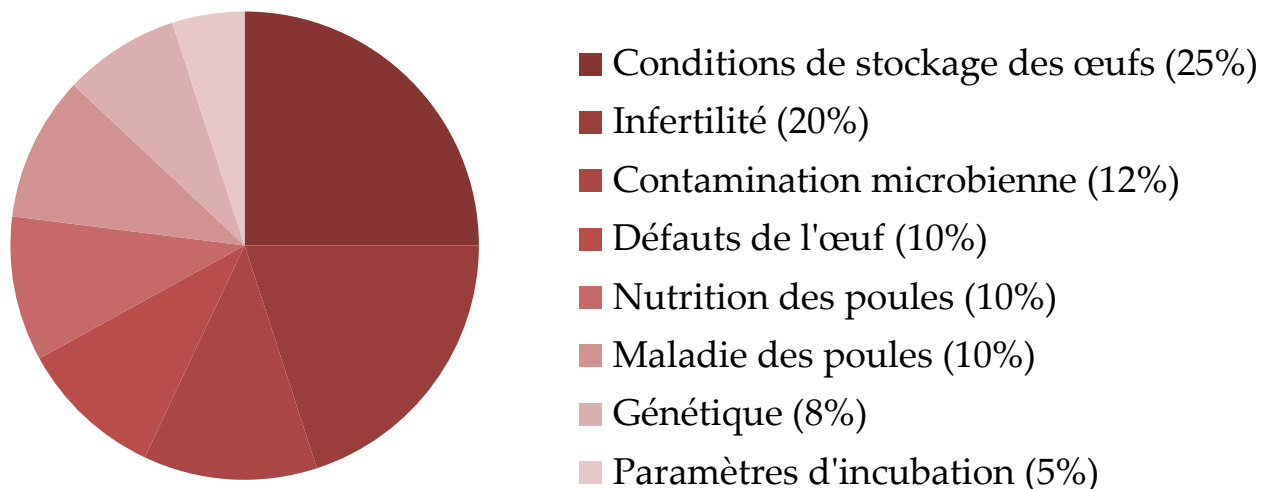
**D16**





1,7 milliard d'œufs à couver en 2013 (volaille de chair + poules pondeuses)  
10% d'œufs clairs (non fécondation/mortalité embryonnaire précoce)

### Principaux facteurs affectant l'éclosion



Poultry diseases 5th ed.



- ❖ Désinfection par fumigation au formaldéhyde (risque sanitaire environnement+opérateurs couvoirs). Interdiction de l'utilisation du formaldéhyde en réflexion (alternatifs en développement)



## 7. Conclusions

---



- ❖ Un produit de haute qualité nutritionnelle, faiblement calorique et de faible coût
- ❖ Une filière en pleine expansion (œufs de consommation/ovoproduits/œufs à couver), en constante évolution (bien-être animal, santé du consommateur, innovation)
- ❖ Une qualité générale et sanitaire principalement impactée par le management de l'élevage, la génétique, la physiologie, la santé des pondeuses et les conditions de conservation des œufs
- ❖ Un fort potentiel de valorisation de ses constituants en particulier en Santé humaine (sous réserve de mieux les caractériser)





(1/2)

- ❖ Qu'est-ce que la membrane vitelline ?
- ❖ Quel est le paramètre essentiel à la maturité sexuelle et la production d'œufs?
- ❖ L'œuf est formé par deux organes, lesquels?
- ❖ De quoi est constituée la coquille?
- ❖ Quelles vitamines sont retrouvées dans l'œuf ?
- ❖ Combien de calories apporte la consommation d'un œuf ?
- ❖ Où sont concentrés les lipides ?
- ❖ Peut-on faire varier le profil nutritionnel de l'œuf ?
- ❖ Comment a-t-on obtenu les souches pondeuses actuellement commercialisées ?
- ❖ Quelles sont les principales étapes de la production des poules pondeuses ?
- ❖ En France, quel est le principal mode d'élevage ? Quelle est la tendance ?
- ❖ Quels sont les principaux composants de l'alimentation des pondeuses ? Qu'est-ce qui diffère dans l'aliment bio des pondeuses ?
- ❖ Donner les grandes étapes du circuit de l'œuf de consommation
- ❖ Quelles sont les différentes catégories de qualité des œufs ?
- ❖ Combien de calibres existe-t-il ?
- ❖ A quoi correspond le code affiché sur les œufs ?



(2/2)

- ❖ Peut-on laver les œufs ou désinfecter les œufs de consommation en Europe ? Pourquoi ?
- ❖ Qu'est qu'un ovoproduit ? Donner des exemples.
- ❖ Quel est le pourcentage de consommation des ovoproduits en France ?
- ❖ Quelles sont les principaux avantages des ovoproduits ?
- ❖ Peut-on changer la couleur de la coquille par l'alimentation ?
- ❖ Quel est le principal facteur physiologique faisant varier le poids de l'œuf ?
- ❖ A quoi correspond un œuf extra-frais? Frais?
- ❖ Comment reconnaître la fraîcheur d'un œuf ? Quels sont ses principaux facteurs de variation ?
- ❖ Quelle est le premier critère de qualité visible de la qualité d'un œuf ?
- ❖ Qu'est-ce qui fait varier la couleur du jaune?
- ❖ Y-a-t-il une différence organoleptique entre les œufs provenant de différents systèmes d'élevage ?
- ❖ Citer quelques exemples de propriétés fonctionnelles utilisées dans l'industrie agro-alimentaire
- ❖ Quels sont les différents systèmes de défense des œufs ?
- ❖ Quel est le principal pathogène responsable de toxi-infection alimentaire liée à la consommation d'œufs ?
- ❖ Citer quelques utilisations de l'œuf ou de dérivés autres qu'en agroalimentaire
- ❖ Quel est la principale cause de mortalité embryonnaire précoce (œufs clairs) ?

## Production des poules pondeuses

	Cage	Volière ou sol sans parcours	Volière ou sol + parcours	Label Rouge	Bio
Qualité organoleptique (goût) et nutritionnelle	Pas de différence				
Qualité sanitaire (salmonelle)	Pas de différence				
Coût de production sortie élevage (€ les 100 oeufs)	6,41	7.35	7,82	8,65	13,64
Cout de production base 100	100	115	122	135	213
Prix de vente consommateur (€ les 6) <i>Kantar 2014</i>	0,89	0,94	1,36	1,87	1,96
Prix de vente consommateur base 100	100	106	153	210	220

# Exemples d'ovoproduits

## Produits liquides

Formes de présentation à la vente	Spécifications (taux de matière sèche)*	Conditionnement à titre indicatif	DLC <sup>4</sup> à titre indicatif
Œuf entier nature	> 22 %	1, 2, 5, 10 kg	35-56 jours
Jaune d'œuf nature	> 40 %	1, 2, 5 kg	35-56 jours
Blanc d'œuf nature	> 10,5 %	1, 2, 5 kg	35-56 jours

\* Les taux indiqués ci-après sont issus de la norme CEE-ONU Egg-2.

## Produits congelés/surgelés

Formes de présentation à la vente	Spécifications (taux de matière sèche)*	Conditionnement à titre indicatif	DDM <sup>5</sup> à titre indicatif
Œuf entier nature	> 22 %	1 kg	12-24 mois
Jaune d'œuf sucré	> 46 % dont 10 % de sucre	1 kg	12-24 mois
Blanc d'œuf nature	> 10,5 %	1 kg	12-24 mois

\* Les taux indiqués ci-après sont issus de la norme CEE-ONU Egg-2.

## Produits déshydratés

Formes de présentation à la vente	Spécifications (taux de matière sèche)*	Conditionnement à titre indicatif	DDM <sup>5</sup> à titre indicatif
Œuf entier déshydraté	> 95 %	1 kg, 25 kg	12 mois
Jaune d'œuf déshydraté	> 95 %	1 kg, 25 kg	12 mois
Blanc d'œuf déshydraté	> 92 %	1 kg, 25 kg	12 mois

\* Les taux indiqués ci-après sont issus de la norme CEE-ONU Egg-2.

## Œufs durs écalés

Formes de présentation à la vente	Calibres	Conditionnement à titre indicatif	DLC <sup>4</sup> à titre indicatif
Sous atmosphère modifiée	S, M	Plaque de 4×10, 3×15 œufs	35 jours
En liquide de couverture	S, M	Seau de 75, 150 œufs	35 jours

## Œufs brouillés prêts à l'emploi

Formes de présentation à la vente	Conditionnement à titre indicatif	DLC <sup>4</sup> ou DDM <sup>5</sup> à titre indicatif
Œufs brouillés réfrigérés	500 g, 1 kg	28 jours
Œufs brouillés congelés	7 kg	24 mois

## Omelette

Formes de présentation à la vente	Spécifications	Conditionnement à titre indicatif	DLC <sup>4</sup> ou DDM <sup>5</sup> à titre indicatif
Omelettes cuites réfrigérées	Omelettes moulées ou à l'aspect traditionnel	Omelettes de 60, 75, 90, 135 g, conditionnées sous atmosphère modifiée × 1, 2, 4, 6, 8, 10	21-28 jours
Omelettes cuites congelées		Carton vrac de x portions (60 g, 90 g, 110 g, 135 g, 165 g)	12-18 mois

## Blancs en neige

Formes de présentation à la vente	Spécifications	Conditionnement à titre indicatif	DLC <sup>4</sup> à titre indicatif
Blancs en neige réfrigérés	Forme rectangulaire Un caramel sert à la fois de nappage du produit et de démoulant.	Barquettes de 2,2 l portionnables	28-35 jours

Formes de présentation à la vente	Spécifications	Conditionnement à titre indicatif	DLC <sup>4</sup> ou DDM <sup>5</sup> à titre indicatif
Œufs pochés réfrigérés	Œufs pochés moulés ou œufs pochés à l'aspect traditionnel	24, 48 œufs Seau avec liquide de couverture de 75 œufs	35 jours
Œufs sur le plat réfrigérés		Barquette de 2 œufs au plat	28 jours
Œufs à la coque sans coquille	Œufs en coque plastique	Carton de 24 coquetiers	28 jours
Œufs à la coque dans leur coquille	Œufs en coquetier cellulose	Emballage sécable en colis de 30 (5×6)	28 jours



## Les parties comestibles : un aliment complet

g / 100g

	Blanc	Jaune/MV	Œuf entier
Eau	88,6	49	74,4
Protéine	10,6	16,1	12,3
Sucres	0,8	0,5	0,7
Lipides	0,1	34,5	11,9
Cendres	0,5	1,6	0,9
Vitamines	B2, Niacin, Folacin	A, D, E, B1, Biotin, B6, 12	