

**THÈME : RESSOURCES : partage, répartition,  
distribution**

**La résistance de la coquille d'oeuf en fonction de  
l'alimentation de la poule**



## Introduction

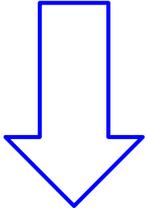
**Problématique : L'alimentation de la poule a-t-elle une influence sur la coquille d'oeuf produite et plus particulièrement sur sa résistance à la compression ?**

### L'oeuf de poule :

- ☐ ressource très nutritive et largement consommée
- ☐ différents modes d'élevage
- ☐ coquille = barrière physique vis à vis du milieu aérien extérieur

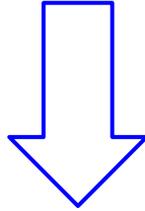
## Démarche scientifique

Différence de structure  
morphologique des  
coquilles ?



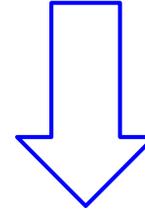
Observation des coquilles  
au MEB et à l'AxioZoom

Différence de résistance à  
la compression : oeuf  
biologique plus résistant  
que l'oeuf d'élevage en  
batterie?



Test de résistance à la  
compression sur les oeufs  
et sur leurs coquilles

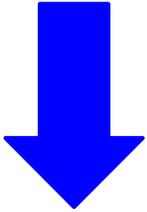
Quels facteurs (forme et masse  
de l'oeuf ; épaisseur et  
résistance de la coquille)  
influencent sur cette différence de  
résistance ?



Analyses statistiques à partir  
des résultats des tests

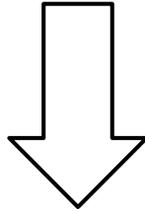
## Démarche scientifique

Différence de structure  
morphologique des  
coquilles ?



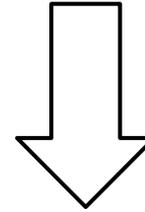
Observation des coquilles  
au MEB et à l'AxioZoom

Différence de résistance à la  
compression : oeuf  
biologique plus résistant  
que l'oeuf d'élevage en  
batterie ?



Test de résistance à la  
compression sur les oeufs  
et sur leurs coquilles

Quels facteurs (forme et masse  
de l'oeuf ; épaisseur et  
résistance de la coquille)  
influencent cette différence de  
résistance ?



Analyses statistiques à partir  
des résultats des tests

# I / Etude de la structure de la coquille d'oeuf

## A) Choix des paramètres et du support d'étude

Support d'étude : Comparaison entre des oeufs de poule rousse fermière :

- **oeufs biologiques** achetés chez “Pampr'oeuf”
- **oeufs** de poule élevées **en batterie** achetés chez “Pampr'oeuf”

Paramètres à étudier :

\* **Composition** de la coquille d'oeuf

→ impossibilité de comparer la composition de la coquille (variation infime)

\* **Organisation des cristaux** et **épaisseur** de la coquille : facteurs influençant la solidité de la coquille

\* Coquille d'oeuf traversée par environ 10 000 **pores**.

→ comparaison de la **structure** et de l'**épaisseur** de la coquille entre les oeufs bio et les oeufs ordinaires par 2 moyens d'observation

# I / Etude de la structure de la coquille d'oeuf

## B) Observation au MEB

Contact : Cyril Gaertner à l'INRA de Versailles

⊘ Observation au **MEB** : mise en évidence des couches minérales fixées sur des membranes composant la coquille

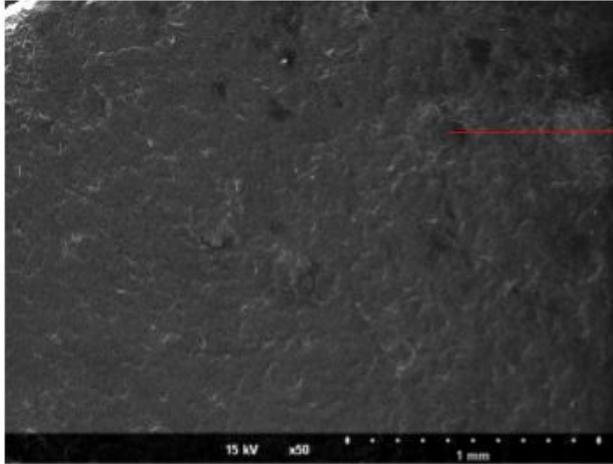
- observation de la **surface externe**
- observation en **coupe transversale**



Figure n°1 : Microscope électronique à balayage

# I / Etude de la structure de la coquille d'oeuf

## Observation de la surface externe



Pore de la  
coquille  
(environ 0.15 mm de  
diamètre)  
→ échanges avec  
l'extérieur

Figure n°2 : observation au MEB de la surface d'un oeuf bio (x50)

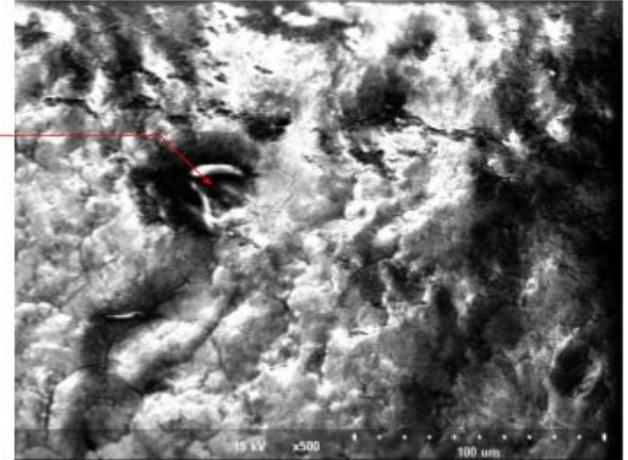


Figure n°3 : observation au MEB de la surface d'un oeuf de batterie (x500)

Surface compacte et étanche  
→ barrière de protection

# I / Etude de la structure de la coquille d'oeuf

## Observation en coupe transversale

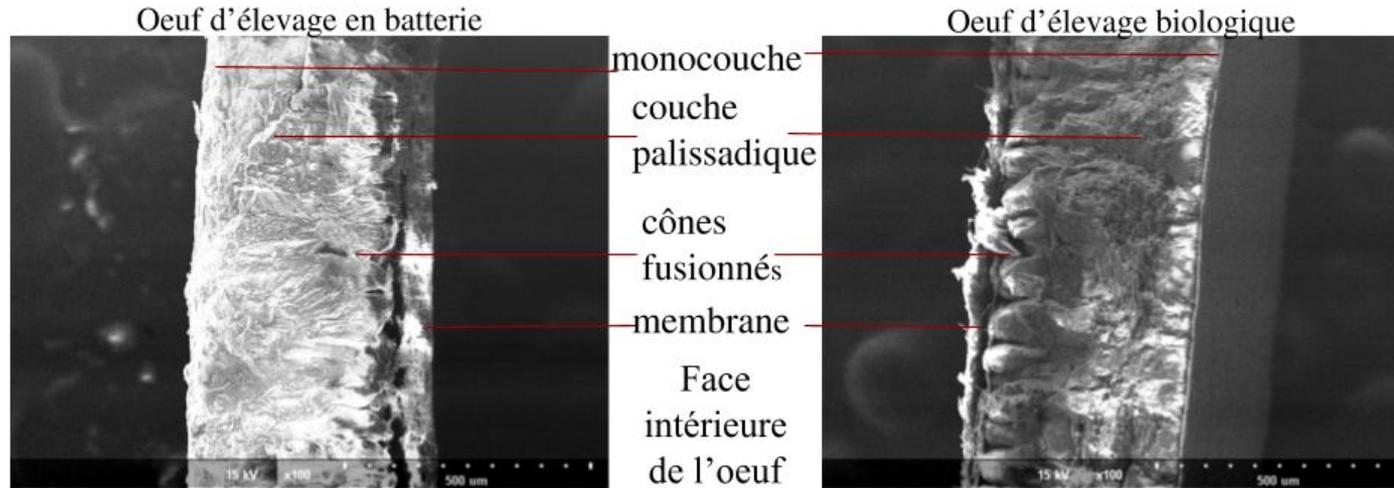


Figure n°4 : observation transversale de coquilles d'oeuf en batterie (à gauche) et d'oeuf bio (à droite) au MEB (x100)

- ⊠ Même structure globale
- ⊠ Espacement des cônes fusionnés plus important pour l'oeuf bio → **élasticité supérieure ?**

# I / Etude de la structure de la coquille d'oeuf

## C) Observation à l'AxioZoom

### Observation en coupe transversale

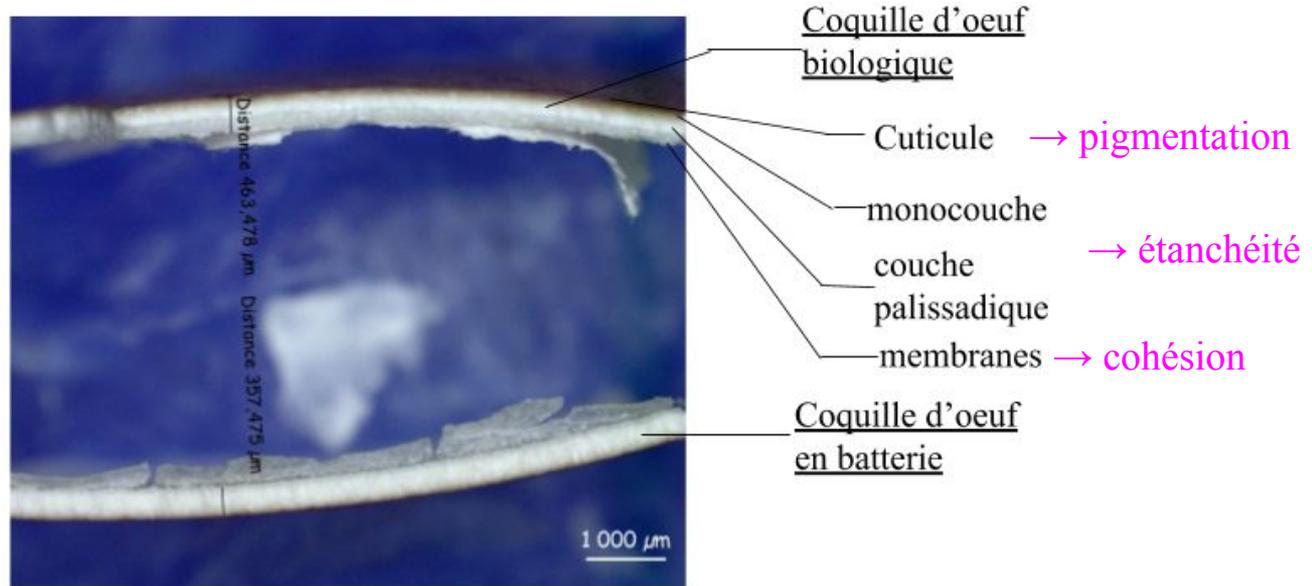


Figure n°5 : observation transversale de coquilles d'oeufs à l'AxioZoom

## I / Etude de la structure de la coquille d'oeuf

☐ Coquille biologique  
1,2 fois plus épaisse que  
la coquille de batterie

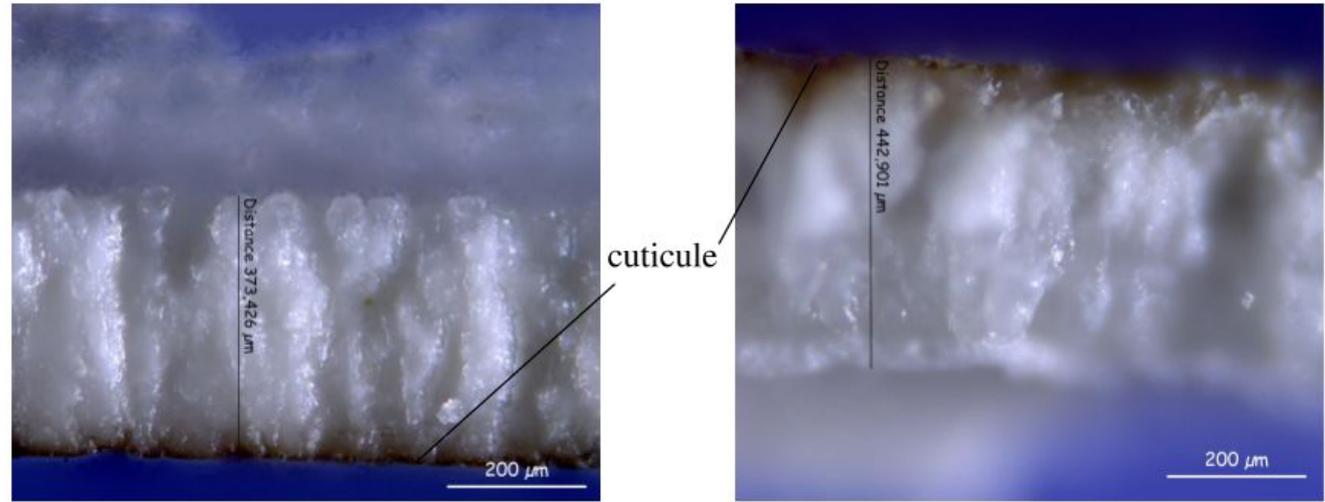
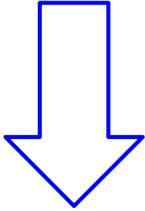


Figure n°6 : observation transversale de coquilles d'oeuf en batterie (à gauche) et d'oeuf bio (à droite) à l'Axio Zoom

➤ Pas de mise en évidence de différence structurale notable qui pourrait expliquer une différence de résistance

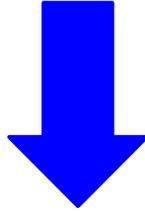
## Démarche scientifique

Différence de structure morphologique des coquilles ?



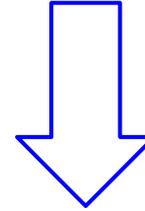
Observation des coquilles au MEB et à l'AxioZoom

Différence de résistance à la compression : oeuf biologique plus résistant que l'oeuf d'élevage en batterie?



Test de résistance à la compression sur les oeufs et sur leurs coquilles

Quels facteurs (forme et masse de l'oeuf ; épaisseur et résistance de la coquille) influent sur cette différence de résistance ?



Analyses statistiques à partir des résultats des tests

## II / Etude de la résistance de la coquille d'oeuf

- \* A priori quotidien : meilleure résistance à la compression des oeufs biologiques  
→ vérification de ce constat empirique sur les oeufs et sur les coquilles

### A) Protocole de caractérisation de la résistance de l'oeuf

□ Conditions :

- sur des oeufs intègres pondus par des poules de même race
- même température
- quinzaine de mesures pour chaque catégorie d'oeufs

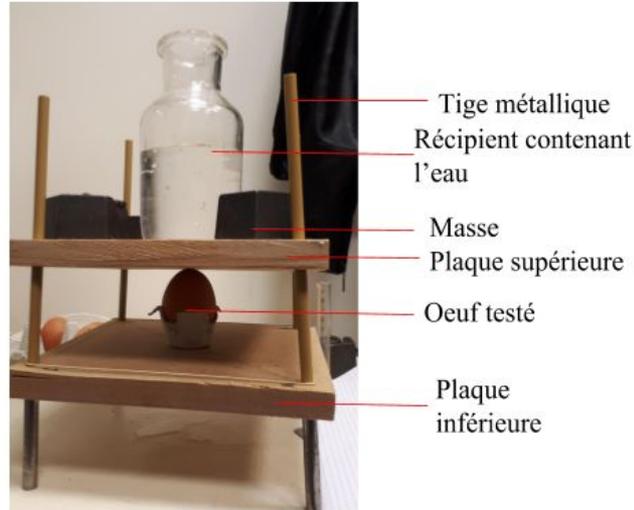


Figure n°7 : Montage de l'expérience du test de résistance de l'oeuf

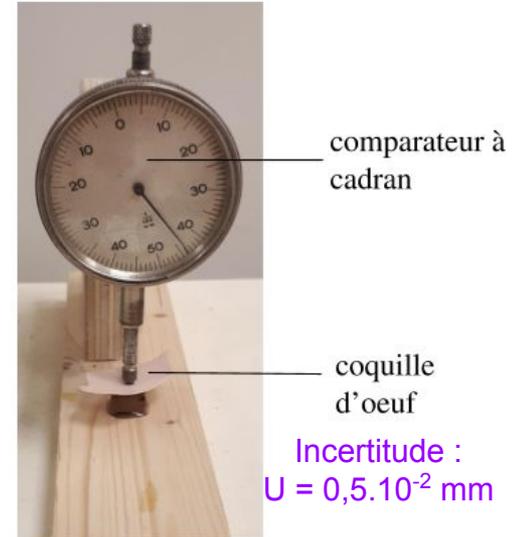


Figure n°8 : dispositif de mesure de l'épaisseur de la coquille

## II / Etude de la résistance de la coquille d'oeuf

### B) Protocole de caractérisation de la résistance de la coquille d'oeuf

□ Conditions identiques à celles  
du test de résistance sur l'oeuf entier

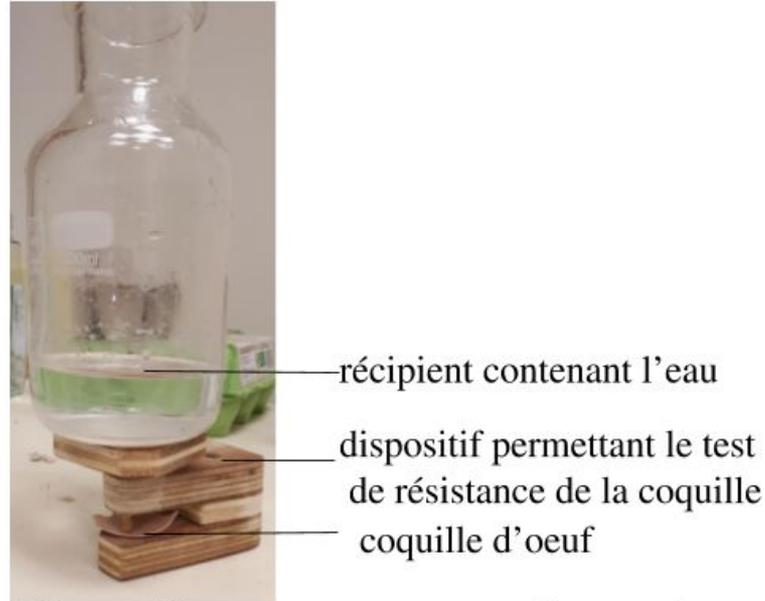
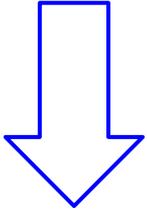


Figure n°9 : montage permettant de tester la  
résistance de la coquille à la rupture

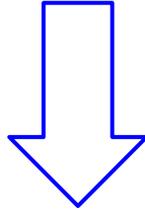
## Démarche scientifique

Différence de structure morphologique des coquilles ?



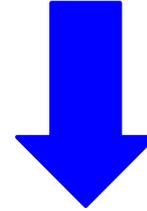
Observation des coquilles au MEB et à l'AxioZoom

Différence de résistance à la compression : oeuf biologique plus résistant que l'oeuf d'élevage en batterie?



Test de résistance à la compression sur les oeufs et sur leurs coquilles

Quels facteurs (forme et masse de l'oeuf ; épaisseur et résistance de la coquille) influent sur cette différence de résistance ?



Analyses statistiques à partir des résultats des tests

### III / Présentation et analyse des résultats

\* Proportionnalité entre la pression nécessaire à la fracture d'une coquille et la **taille de l'oeuf** ainsi qu'à la **masse de sa coquille**

→ quantification du rôle de l'**épaisseur** de la coquille, de la **taille** et de la **masse** de l'oeuf

#### A) Analyse des résultats de l'expérience de la résistance de l'oeuf

##### Rôle de la forme de l'oeuf

⊠ Légère corrélation (0,7) : plus l'oeuf est large, plus l'oeuf est résistant

➤ **Forme de l'oeuf** = facteur important de la capacité à résister à la compression.

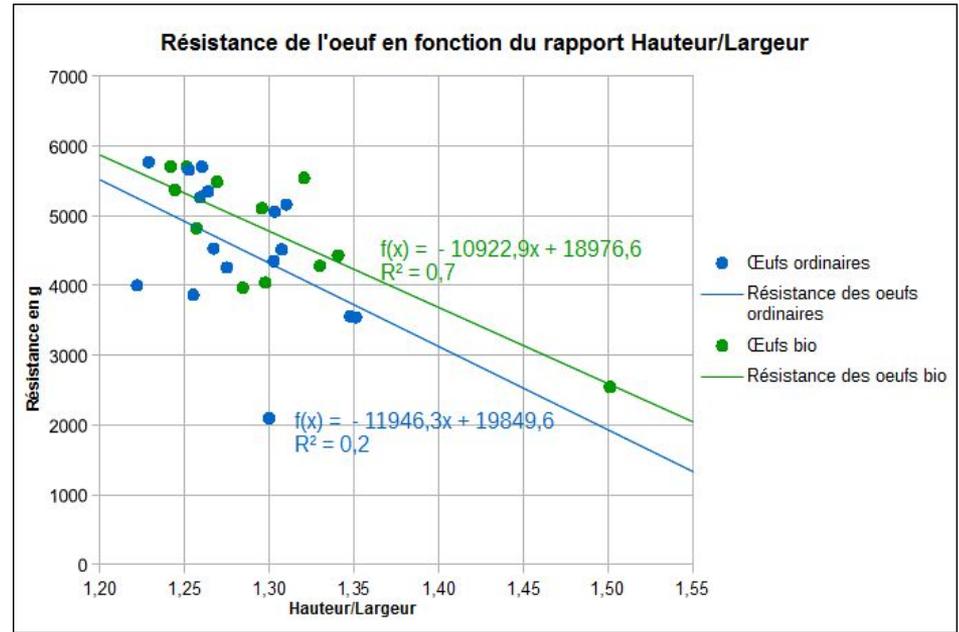


Figure n° 10 : représentation de la résistance des oeufs en fonction du rapport Hauteur/Largeur

### III / Présentation et analyse des résultats

#### Rôle de la masse de l'oeuf

⊠ Grande dispersion des résultats et barres d'erreurs importantes

➤ Pas de corrélation entre la masse de l'oeuf et sa résistance

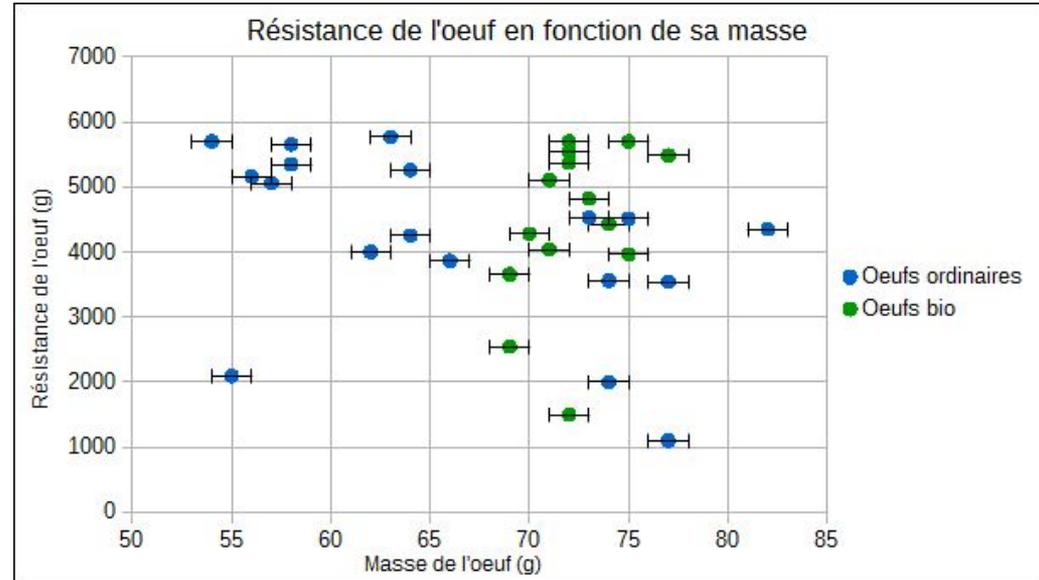


Figure n°11 : Représentation graphique de la résistance de l'oeuf en fonction de sa masse

Incertitude sur la masse de l'oeuf d'après la précision de la balance  $U(\text{masse})=1\text{g}$   
Incertitude sur la résistance de l'oeuf: liée au dispositif et ses frottements  $U=10\text{ g}$

### III / Présentation et analyse des résultats

#### B) Analyse des résultats de l'expérience de la résistance de la coquille

##### Rôle de l'épaisseur de la coquille

⊠ Plus la coquille est épaisse, meilleure est la résistance ? →  
Corrélation très faible (0,066)

➤ Corrélation non significative  
entre l'épaisseur et la résistance de la coquille

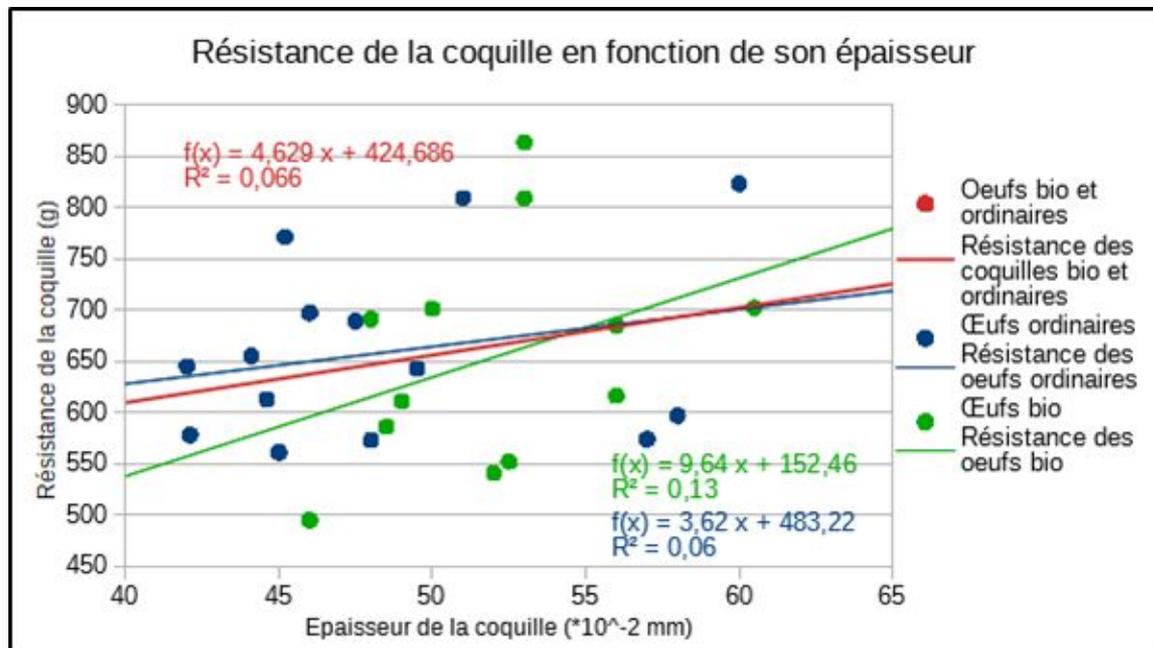


Figure n°12 : Représentation graphique de la résistance de la coquille en fonction de son épaisseur

Barres d'erreurs non visibles (moins de la largeur d'un point)

### III / Présentation et analyse des résultats

#### C) Corrélations et conclusion sur la résistance

##### Lien entre résistance de la coquille et résistance de l'oeuf

⊠ Dispersion importante des résultats

➤ Pas de corrélation entre la résistance de la coquille et la résistance de l'oeuf

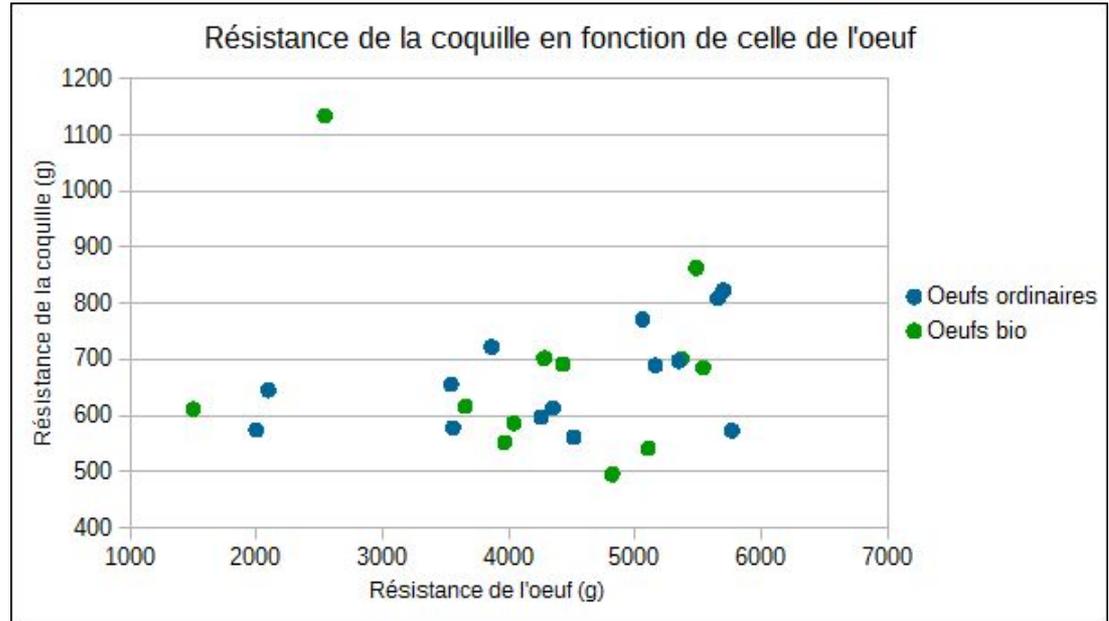


Figure n°13 : Représentation graphique de la résistance de la coquille en fonction de celle de l'oeuf entier

Barres d'erreurs non visibles (moins de la largeur d'un point)

➤ Facteur prépondérant = forme de l'oeuf

### III / Présentation et analyse des résultats

#### Différence de résistance entre les oeufs issus de l'agriculture biologique et de l'élevage en batterie

➤ Résistance plus importante des oeufs issus de l'agriculture biologique

moyenne épaisseur de la coquille :

- bio : 0,517 mm
- batterie : 0,495 mm

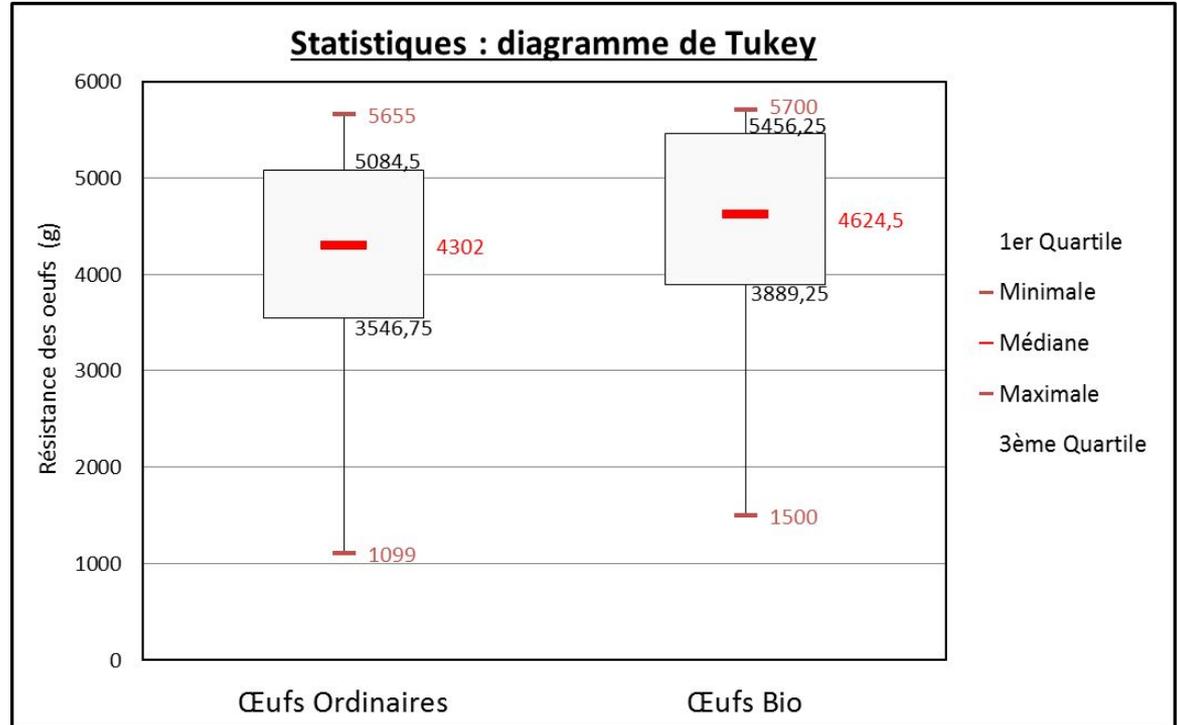


Figure n°14 : Représentation graphique de la résistance des oeufs en fonction de leur type de production

## Conclusion :

### Résultats :

- ⊠ Adaptation de la structure de la coquille au milieu aérien → **protection** de l'oeuf
- ⊠ Coquille de l'oeuf bio plus épaisse et plus résistante que celle de l'oeuf en batterie
- ⊠ Corrélation entre la forme et la résistance des oeufs biologiques

### Critique :

- ⊠ Résultats dans le sens de l'opinion commune et de l'expérimentation quotidienne

### Limites :

- ⊠ Faible précision des manipulations et approximations → possibilité de mise en place d'un système de roulement à billes
- ⊠ Choix des oeufs : impossibilité de connaître leur régime nutritionnel exact

### Perspectives :

- ⊠ Etude de la résistance des oeufs à la détérioration organique en fonction de leur type de production