

LA GESTION DE LA PIGMENTATION DU JAUNE D'ŒUF EN ELEVAGE BIOLOGIQUE.

Simon Enora^b, Beyer Elsa^a, Remiot Paul^a, Faouen Anaëlle^a,

^a *MG2MIX, Zone d'activité de la Basse Haye, 35220 Chateaubourg, France*

^b *Université de Bretagne Occidentale, 22 rue Camille Desmoulins, 29238 Brest, France*

e.beyer@mg2mix.fr

RÉSUMÉ

La pigmentation du jaune des œufs des poules pondeuses est un critère de qualité visuel important pour sa bonne commercialisation. Le niveau de xanthophylles apportés par l'alimentation détermine l'intensité de coloration du vitellus de l'œuf. Il est donc possible d'orienter la coloration des jaunes d'œufs en fonction des pigments et des matières premières apportés dans la ration.

En élevage biologique, l'utilisation de pigments synthétiques est interdite. L'objectif de cette étude était d'identifier des solutions naturelles riches en pigments qui permettraient d'atteindre les niveaux de pigmentation de jaune d'œuf cibles en élevage biologique. Des matières premières peu utilisées et peu étudiées ont été testées afin de prendre en compte, au-delà de l'aspect coloration, l'acceptabilité par les poules de la couleur et de l'odeur caractéristiques qu'elles peuvent donner à l'aliment. Trois essais successifs de 2 semaines ont été mis en place sur 231 poules de souches ISA BROWN âgées de 59 semaines. Chaque régime était distribué à 21 poules réparties dans 3 cases. Un aliment standard leur a été distribué pendant 14 jours avant le début des essais.

Dix matières premières ont été testées à différents niveaux (simple, double dose ou triple dose) et en combinaison : spiruline, épinard, fleur de souci, ortie, chou frisé, brocoli, chanvre, fleur de tagète et deux extraits de paprika face à un témoin négatif sans supplémentation en pigment (régimes base blé).

La pigmentation des jaunes d'œufs a été évaluée tous les 2 jours sur 18 œufs par régime à l'aide du Digital YolkFan™ pour obtenir une note sur l'échelle de Roche ainsi que des valeurs L^*a^*b qui caractérisent le jaune. L'aliment consommé ainsi que le nombre et le poids d'œufs commercialisables et déclassés étaient relevés chaque semaine.

Aucune différence de performances ou de consommation n'a été constatée entre les différents régimes. La supplémentation en triple dose de la spiruline, double dose de l'épinard, et leur combinaison avec d'autres matières premières ont permis d'obtenir une coloration de jaune satisfaisante pour de l'élevage biologique (note de Roche entre 8 et 9, contre 4.7 en moyenne pour le régime témoin). Cependant, le coût de ces supplémentations dans le contexte prix matière première de septembre 2023 était trop élevé pour une application terrain. Il faudrait également envisager de valoriser les propriétés nutritionnelles des matières premières testées pour qu'elles deviennent alors économiquement plus intéressantes.

ABSTRACT

Managing egg yolk pigmentation in organic farming.

The pigmentation of the yolk of laying hen's eggs is an important visual quality criterion for successful marketing. The level of xanthophylls in the feed determines the intensity of the yolk colour. It is therefore possible to orientate the colour of egg yolks according to the pigments and raw materials provided in the ration.

In organic farming, the use of synthetic pigments is prohibited. The aim of this study was to identify pigment-rich natural solutions that would enable target levels of egg yolk pigmentation to be achieved in organic farming.

Raw materials that are little used and little studied were tested to take into account not only the colouring aspect, but also the acceptability to hens of the characteristic colour and odour that they can impart to the feed.

Three successive 2-week trials were carried out on 231 hens of ISA BROWN strains aged 59 weeks. Each diet was distributed to 21 hens in 3 boxes. They were fed a standard feed for 14 days before the start of the trials.

Ten raw materials were tested at different levels (single, double or triple dose) and in combination: spirulina, spinach, marigold flower, nettle, kale, broccoli, hemp, tagetes flower and two paprika extracts against a negative control without pigment supplementation (wheat-based diets).

Egg yolk pigmentation was assessed every 2 days on 18 eggs per diet using the Digital YolkFan™ to obtain a Roche scale score as well as L^*a^*b values characterizing the yolk. Feed intake and the number and weight of marketable and downgraded eggs were recorded weekly.

No differences in performance or consumption were observed between the different diets. Supplementation with triple dose of spirulina, spinach and their combination resulted in satisfactory yolk coloration for organic rearing (Roche score between 8 and 9, compared with an average of 4.7 for the control diet). However, the cost of these supplements in the raw material price context of September 2023 was too high for a field application. Consideration should also be given to enhancing the nutritional properties of the raw materials tested, to make them more economically attractive.

INTRODUCTION

L'œuf est un des produits phare des ménages français. Aujourd'hui, les consommateurs orientent davantage leur achat d'œufs vers les élevages alternatifs (élevages au sol, plein air et biologique) (CNPO, 2021). Leur commercialisation implique de répondre à certains standards de qualité définis des cahiers des charges et par le consommateur (Barreiro *et al.*, 2018). Parmi les caractéristiques visuelles impliquées dans la sélection des œufs par les consommateurs, la coloration du jaune d'œuf est une caractéristique importante (Umar *et al.*, 2018) ; en effet, c'est généralement le premier critère d'évaluation de la qualité d'un œuf et donc de rachat par le consommateur (Fernández-García *et al.*, 2012). Ces attentes de colorations sont liées à la perception des consommateurs : un jaune d'œuf de couleurs chaudes (jaune-orangé) renvoi une image positive de santé de la poule, de fraîcheur de l'œuf et donc de qualité (Barreiro *et al.*, 2018 ; Sünder *et al.*, 2022). En agriculture biologique, la couleur moyenne des jaunes d'œufs est de 7 sur l'échelle de Roche (Sünder *et al.*, 2022) contrairement à d'autres systèmes d'élevage tel que l'élevage conventionnel ou plein air dont les colorations atteignent généralement 12 (la notation de l'échelle de Roche allant de 1 (jaune pâle) à 15 (rouge orangé)) (Lordelo *et al.*, 2017). En élevage conventionnel, il est possible de compléter l'aliment avec des pigments de synthèse (xanthophylles). Ces pigments de synthèse n'étant pas autorisés en élevage biologique, la seule possibilité d'enrichissement de la coloration pour cette filière est donc d'intégrer des matières premières sources de pigments xanthophylles dans l'alimentation des volailles (sous condition qu'elles soient d'origine biologique). Les sources de pigments xanthophylles sont multiples ; ils sont retrouvés dans les plantes, les fruits et légumes, les champignons et les algues (Barreiro *et al.*, 2018). Parmi les pigments xanthophylles, ce sont la lutéine et la zéaxanthine qui sont majoritairement retrouvés dans les sources naturelles (Abdel-Aal *et al.*, 2013). L'objectif de cet essai était donc de tester de manière exploratoire des matières premières riches en xanthophylles et d'obtenir une note de jaune d'œuf significativement plus élevée qu'un régime alimentaire blanc sans pigment de synthèse (un consommateur européen moyen recherche des œufs dont la coloration oscille de 8 à 12). Dans le cadre de cet essai exploratoire, le souhait était d'expérimenter des matières premières « peu communes » dans l'alimentation des volailles afin de tester leur pouvoir colorant mais également leur acceptabilité dans la ration (en vérifiant les niveaux de consommation et donc l'appétence des aliments malgré des couleurs et odeurs caractéristiques engendrés par les suppléments). Ainsi, l'objectif de cet essai était d'évaluer la pertinence de solutions naturelles riches en pigments xanthophylles pour favoriser la coloration des jaunes d'œufs.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

L'essai s'est déroulé dans la ferme de recherche zootechnique pondeuse de MG2MIX. Un total de 231 poules de type Isa Brown ont été réparties dans 33 cases de 7 poules. Elles ont été nourries avec un repas de 120 g par jour et par animal. Au début de l'essai, les poules étaient âgées de 59 semaines et celui-ci a duré jusqu'à 67 semaines d'âge, soit une durée de 8 semaines.

Durant une première période de 14 jours les poules recevaient le même aliment blanc sans supplémentation afin de standardiser la base de coloration des jaunes d'œufs. Une durée de 14 jours pour chaque période d'essai a été choisie car l'évolution de la coloration du jaune d'œuf est perceptible dès 48h après le changement d'alimentation (Delassus, 2013) mais il faut attendre 9 à 12 jours pour que le dépôt de caroténoïdes soit maximal et donc pouvoir observer une pigmentation uniforme (Delassus, 2013 ; Grashorn, 2016).

L'aliment était présenté sous forme de farine et formulé de sorte que les régimes soient iso-protéiques et iso-énergétiques. L'aliment était formulé en base blé pour être naturellement faible en pigments. Sur la deuxième période, onze régimes ont été testés pendant 14 jours :

- Régime témoin négatif (T-) sans pigments ajoutés
- Extrait de paprika 1 - Témoin positif (T+) (non autorisé en élevage biologique)
- Extrait de paprika 2
- Fleur de tagète
- Spiruline
- Fleur de souci
- Épinard
- Ortie
- Chou frisé
- Brocoli
- Chanvre

Sur la troisième période de 14 jours, les doses testées ont été doublées.

Enfin sur la dernière période (période 4) de 14 jours, en fonction des résultats des deux premières périodes, certaines matières premières ont été testées en triple doses ou en combinaison pour apporter des pigments rouges et jaunes de manière complémentaires dans les régimes. Les régimes testés étaient les suivants :

- Régime témoin (T-)
- Extrait de paprika 1 (T+) (triple dose)
- Extrait de paprika 2 + Fleur de tagète (simple dose)
- Extrait de paprika 2 + Fleur de tagète (double dose)
- Spiruline (triple dose)
- Épinard (triple dose)
- Spiruline + épinard (simple dose)
- Spiruline + épinard (double dose)
- Spiruline + fleur de tagète

- Épinard + extrait de paprika 2
- Ortie + extrait de paprika 2

Sur l'ensemble des périodes, chacun des 11 régimes était distribué à 3 cases de 7 poules.

Suite aux résultats de déplétion rapide de la coloration des jaunes d'œufs en période de blanc (6 jours pour obtenir la même coloration finale à 14 jours), il a été décidé d'enchaîner les périodes d'essai des matières premières pigmentantes. L'essai a donc permis d'obtenir des résultats sur 30 supplémentations différentes.

1.2. Analyses de la pigmentation des jaunes d'œufs

Sur l'ensemble des périodes d'essai, la pigmentation des jaunes d'œufs a été testée tous les deux jours sur 18 œufs par régime (6 œufs par case) avec le Digital YolkFan™. Cette mesure a permis d'obtenir des notes sur l'échelle de Roche (coloration de l'œuf dans sa globalité) qui sont obtenues grâce aux valeurs colorimétriques L^*a^*b (L : luminosité ; a : indice de rouge ; b : indice de jaune). Les xanthophylles totaux des œufs ont été quantifiés par HPLC. Due à une variabilité élevée (4 mg/kg à 11.4 mg/kg, ± 2.9 mg/kg), et un manque de répétition, les résultats ne seront pas présentés ici.

1.3. Analyses des régimes alimentaires

Les aliments ont été analysés au NIR afin de vérifier que les taux d'humidité, protéines, cellulose, matières grasses, matières minérales et amidon étaient similaires. Une analyse granulométrique a également été réalisée pour vérifier l'homogénéité de la présentation des régimes. Comme pour les œufs, les xanthophylles totaux des aliments ont été quantifiées par HPLC, les résultats ne seront pas présentés ici (9.8 mg/kg à 29.8 mg/kg, ± 5.0 mg/kg).

1.4. Analyses des performances de ponte

Les sacs d'aliments ont été pesés avant l'ouverture. Les sacs et les trémies d'aliment ont été pesés hebdomadairement afin d'estimer la consommation par case par semaine. Les œufs ont également été pesés par case hebdomadairement en séparant ceux considérés comme déclassés et ceux commercialisables. Ces mesures ont alors permis de calculer par case : le taux de ponte, la masse d'œufs produite ainsi que l'indice de consommation.

1.5. L'évaluation statistiques

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel R. Après vérification de la normalité (par le test de Shapiro) et de l'homoscédasticité des données (par le test de Bartlett), l'égalité des moyennes est testée statistiquement grâce à une analyse de la variance paramétrique (Anova) ou non paramétrique (Test de Kruskal-Wallis). Le seuil de significativité retenu est de 5% ($\alpha = 0.05$).

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Résultats d'analyses des aliments

Après supplémentation, l'analyse des farines des différents régimes n'a pas révélé de différences de composition sur les taux d'humidité, protéine, matière grasse, cellulose et matière minérale comparé à l'aliment blanc. Il en est de même pour les granulométries des régimes qui sont identiques.

2.2. La pigmentation des jaunes d'œufs

Durant la période de blanc (Période 1), la coloration des jaunes d'œufs sur l'échelle de Roche est de 4.8 en moyenne (Figure 1). Il n'y a pas de différence significative de couleur de jaune d'œufs entre les régimes avant le début des supplémentations.

Sur les périodes 2 et 3 (simple et double dose des ingrédients testés) une augmentation croissante de coloration des jaunes d'œufs est bien constatée dans le temps par rapport à la période de blanc.

Durant les périodes 2 (simple dose des ingrédients) et 3 (double dose des ingrédients), le témoin positif (extrait de paprika 1) montre les meilleurs résultats en termes de coloration, avec une moyenne de 10.9 sur l'échelle de Roche sur la fin des deux périodes. La coloration finale de l'œuf est donc bien liée aux pigments présents dans l'aliment distribué aux poules. Les autres supplémentations permettant d'atteindre un niveau convenable en pigmentation de jaune d'œuf sont l'extrait de paprika 2, la spiruline, l'épinard en double dose (avec respectivement des moyennes de 9.8, 8.2, 7.9, sur l'échelle de Roche) (Figure 1-Période 3). Les supplémentations en fleur de tagète, ortie, fleur de souci, chou frisé, brocoli, et chanvre, en simple ou double dose, ne permettent pas d'atteindre la note de Roche de 8 convenable selon les consommateurs (en double dose les notes obtenues au bout de 14 jours sont respectivement de 6.9, 6.8, 5.4, 6.6, 6.2, 4.8).

Les analyses colorimétriques détaillées permettent de mettre en évidence qu'il existe une corrélation entre une valeur forte de mesure de rouge (indice a) et une note haute sur l'échelle de Roche (Figure 2). Selon cette même figure, la supplémentation en extrait de paprika 1 ou 2, en spiruline ou en épinard permettent d'augmenter l'indice a de l'œuf. Ce sont les supplémentations en épinards, fleur de tagètes et ortie qui permettent d'obtenir des mesures d'indice de jaune (b) les plus élevés. Des analyses détaillées des matières premières permettraient de mettre en évidence une corrélation entre une présence élevée dans les aliments d'un ou de plusieurs pigments rouges pour l'indice a (Canthaxanthine, capsanthine ou astaxanthine) et de pigments jaunes pour l'indice b (lutéine, zéaxanthine). Les matières premières permettant d'obtenir de hautes notes de Roche ou de hautes valeurs en indice a ou b des œufs ont été choisies pour la dernière période d'essai.

La période 4 permet de démontrer que ce sont les associations de matières premières avec le paprika 2 qui permettent d'obtenir les notes de Roche les plus

élevées (au-dessus d'une note de 8 pour l'ensemble des régimes contenant cet extrait) (Figure 1, Période 4). Cette période permet également de confirmer (comme pour les périodes 2 et 3) qu'une teneur plus élevée en matière première pigmentante permet d'élever la note de Roche des œufs. En effet, la spiruline à triple dose permet d'obtenir une note de Roche de 8.8 contre 8.2 en moyenne à double dose. Les mêmes effets sont constatés pour les notes de Roche des associations en simple ou double dose : Fleur de tagète + paprika 2 simple dose : 8.9 contre 10.2 en double dose. De même pour le régime spiruline+épinard en simple dose à 7.1 pour une note de 8.4 à double dose.

Seule la supplémentation en épinard ne s'avère finalement pas efficace à plus haute dose puisque la note de Roche des œufs associés à ce régime baisse à 7.0 en triple dose, contre 8.2 à double dose mais était bien de seulement 6.4 en simple dose. Ces résultats suggèrent qu'il existe un plateau à ne pas dépasser avec la supplémentation en épinard, bien qu'aucune baisse de consommation ne soit associée à ces résultats.

2.3. Impact sur les performances de ponte des poules

Aucune différence de performance n'est constatée entre les poules recevant les différents régimes par rapport aux références de la souche. Ce résultat est en accord avec l'étude de Zahroojian *et al.*, 2013, sur la spiruline, dans laquelle aucune différence de performances n'avait été observée.

Comparé aux valeurs de référence de la souche au même âge, les performances moyennes du lot sont dans la norme. En effet, entre 63 et 64 semaines d'âge, les poules ISA BROWN peuvent atteindre un taux de ponte moyen de $86 \pm 0,57$ % tandis qu'il était de $92,5 \pm 3,8$ % pour les poules de cet essai. Le calibre moyen de $62,8 \pm 1,1$ g du lot est similaire à celui attendu pour la souche (64 g), tout comme la masse d'œuf de 58,1

$\pm 2,9$ g/jour, légèrement supérieure à celui atteint en moyenne par la souche à cet âge ($55,1 \pm 0,37$ g/jour). L'étude d'Hammershøj *et al.*, 2012, a démontré une diminution de consommation des poules recevant un aliment supplémenté en chou frisé. Dans le cadre de cet essai, les changements d'odeur ou de couleur pour les aliments supplémentés en spiruline, ortie, chou frisé ou brocoli n'influencent pas négativement la consommation des aliments par les poules (en moyenne 120 g/j/poule sans refus).

CONCLUSION

Cet essai exploratoire a permis de mettre en évidence que les matières premières pigmentantes, aux doses testées, n'influençaient pas l'appétence des aliments et les performances des poules pondeuses. Les notes de Roche attendues par le consommateur ont pu être atteintes avec certaines supplémentations. Ce sont certaines associations ou des doses élevées d'ingrédients qui ont permis d'obtenir les meilleures notes de Roche. Les ingrédients (extrait de paprika 2, spiruline) associés à des œufs d'indice a (rouge) élevé ce sont révélé être les plus intéressants pour obtenir des jaunes d'œufs très pigmentés. Une analyse plus détaillée des pigments présents dans chacune des matières premières pourrait permettre d'expliquer davantage les meilleures notes de Roche. Les associations et les doses pourraient alors être ajustées. Actuellement, le coût des supplémentations ne permettrait pas de les utiliser dans un aliment biologique. En revanche, la valorisation de propriétés nutritionnelles (protéiques par exemple) de ces matières premières, en plus de leurs pouvoirs pigmentants, pourraient permettre de les rendre économiquement plus intéressantes dans les régimes biologiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdel-Aal, El-Sayed M., et al. « Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health ». *Nutrients*, vol. 5, no 4, avril 2013, p. 1169-85.
- Barreiro, Carlos & Barredo, José. (2018). *Microbial Carotenoids. Methods and Protocols*. CNPO, « Oeuf : le produit français anti-crise ». <https://csa.eu/news/cnpo-oeuf-le-produit-francais-anti-crise/>.
- Delassus A., « Les intérêts de l'ortie dans l'alimentation des volailles de chair et poules pondeuses » *L'agriculture biologique en Pays de la Loire*, n°116, janvier 2013, p. 1-4.
- Fernández-García, Elisabet, et al. « Carotenoids Bioavailability from Foods: From Plant Pigments to Efficient Biological Activities ». *Food Research International*, vol. 46, no 2, mai 2012, p. 438 50. ScienceDirect.
- Grashorn, M. « 14 - Feed Additives for Influencing Chicken Meat and Egg Yolk Color ». *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages*, Woodhead Publishing, 2016, p. 283 302. ScienceDirect.
- Hammershøj, M., & Steinfeldt, S. (2012). The effects of kale, basil and thyme as forage material in organic egg production on egg quality. *British poultry science*, 53(2), 245–256.
- Lordelo, M., et al. « Quality of Eggs from Different Laying Hen Production Systems, from Indigenous Breeds and Specialty Eggs ». *Poultry Science*, vol. 96, no 5, mai 2017, p. 1485 91. ScienceDirect,
- Sünder, Angela, et al. « Egg Yolk Colour in Organic Production as Affected by Feeding – Consequences for Farmers and Consumers ». *Food Chemistry*, vol. 382, juillet 2022, p. 131854. ScienceDirect,
- Umar Faruk, M., et al. « A Meta-Analysis on the Effect of Canthaxanthin on Egg Production in Brown Egg Layers ». *Poultry Science*, vol. 97, no 1, janvier 2018, p. 84 87. ScienceDirect.
- Zahroojian, N., et al. « Effects of Dietary Marine Algae (*Spirulina Platensis*) on Egg Quality and Production Performance of Laying Hens ». *Journal of Agricultural Science and Technology*, vol. 15, no 7, décembre 2013, p. 1353-60. jast.modares.ac.ir,

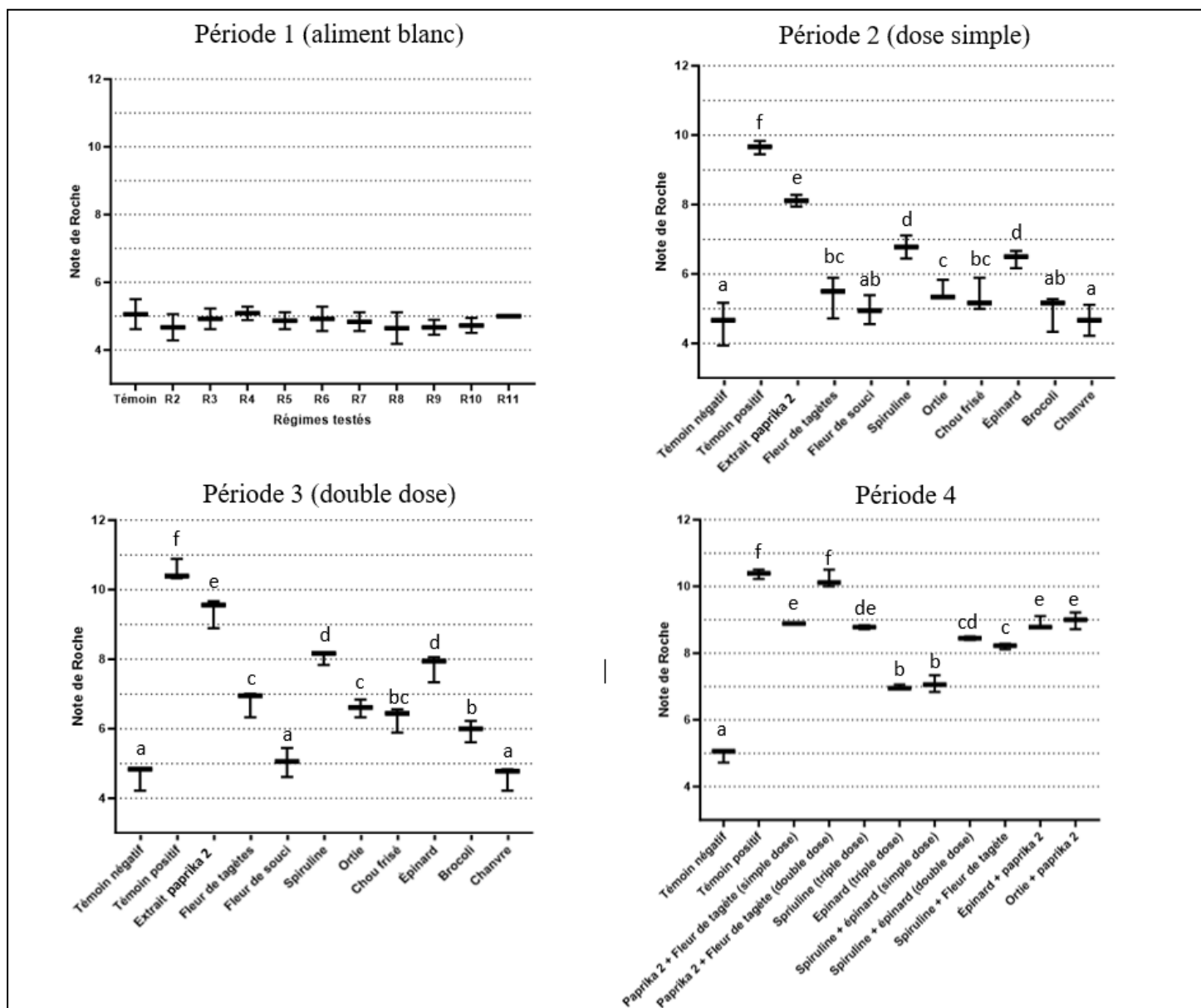


Figure 1 : Notes de Roche obtenues durant les différentes périodes d'essai selon les régimes (Période 1 : aliment blanc ; Période 2 : Dose simple des ingrédients ; Période 3 : Double dose des ingrédients ; Période 4 : association ou triple dose des ingrédients) (Des lettres différentes indiquent une différence significative, p -value<0.05).

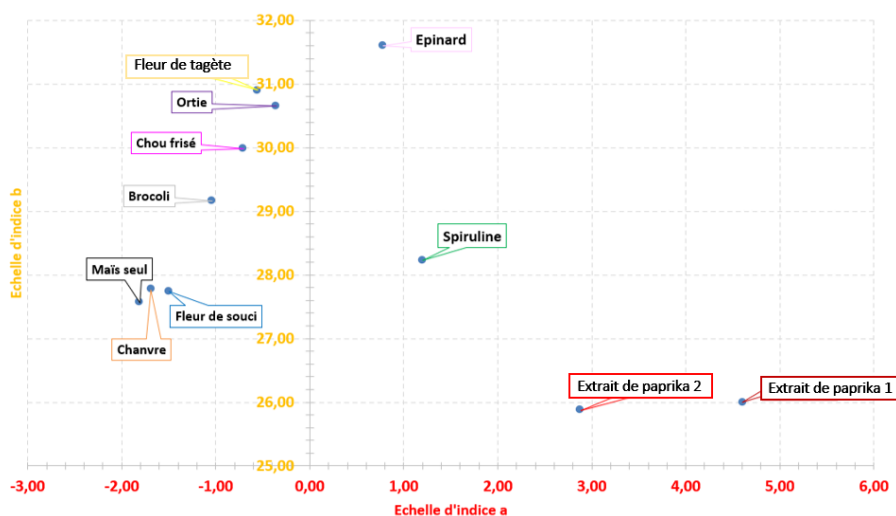


Figure 2 : Notes d'indice a et b obtenues sur la pigmentation des jaunes d'œufs selon la supplémentation testée.