

***Colias hyale* Linné ou  
*Colias alfacariensis* Ribbe ?  
Clés pour la détermination de deux  
espèces difficiles  
(Lepidoptera, Pieridae)**

par **Xavier et Véronique Mérit**  
51, Rue Galliéni, F-91120 – Palaiseau  
E-mail : xavier.merit5@aventis.com,  
merit\_x@yahoo.com

**Abstract**

The closely related species *Colias hyale* Linne (pale clouded yellow) and *C. alfacariensis* Ribbe (= *australis* Verity) (Berger's clouded yellow) raise determination problems for the field entomologist. Separation of imagines of these two species from external characters is difficult. The determination is unquestionable when based on caterpillars morphology, on UV absorbance analysis of the wing scales or on electrophoretic enzymes profiles. In the present paper, the authors propose a scoring method based upon the wing colours and morphology. Thirteen parameters were chosen and analysed by Student t-test and multiple correspondance factorial analysis. Forty-three specimens were then scored and analysed. Our results show that, with a power of 99%, any specimen can be determined either as *Colias hyale* or as *C. alfacariensis*.

**Introduction**

Les deux espèces affines que sont *Colias hyale* Linné et *Colias alfacariensis* Ribbe ont très souvent été à l'origine de maux de têtes pour bien des entomologistes lorsque se pose le problème de leur détermination. En effet, tous les lépidoptéristes ont été confrontés au moins un jour à cet épineux problème.

La détermination délicate, d'après les caractéristiques externes, de ces deux espèces a conduit de nombreux entomologistes à rechercher d'autres caractères distinctifs. Ainsi, certains se sont penchés sur l'étude des génitalia qui ne semble pas être un critère absolu de détermination ; d'autres ont abordé le problème de l'élevage qui semble être le meilleur critère dès que la chenille atteint le stade L3. Le critère caryotypique n'aboutit pas, non plus, à

la différenciation des deux espèces (n=31 pour *C. hyale* et n=31 pour *C. alfacariensis* !). Enfin, Henri Descimon (comm. pers.) a étudié les pigments de ces deux espèces, et, par l'étude biochimique des ptérides des points discoïdaux, a pu montrer une différence nette entre les deux espèces. En outre, chez *Colias hyale* et *C. alfacariensis*, la structure des ailes, la forme et le positionnement des écailles sont différents et n'absorbent pas la lumière ultraviolette de la même façon. Cela peut être montré par photographie sous UV (H. Descimon, comm. pers.).

Bien entendu, hormis l'élevage, que peut réaliser tout amateur, toutes les autres méthodes de détermination ne peuvent se dérouler qu'en laboratoire avec du matériel sophistiqué.

Higgins et Riley (1971) avaient proposé une série de différences, mais elles ne constituent malheureusement qu'une approche simpliste. Plus récemment, Claude Dutreix (1980) a repris les travaux de Higgins et Riley et y a ajouté les critères d'importance. À partir du travail de cet auteur, nous avons défini des critères morphologiques de distinction que nous avons scorés. Les scores ainsi obtenus pour chaque individu nous permettent une meilleure identification des deux espèces affines que sont *Colias hyale* et *Colias alfacariensis*.

**Méthodes**

À partir de séries, et à l'aide des différences proposées par Dutreix, nous avons défini treize caractères pouvant différencier les deux *Colias* et donné une valeur à chaque critère (Tableau p. 34 et figure 1 sur planche couleurs p. 41). Ainsi, sur les treize critères considérés, les moins discriminants - d'après nous - pour la détermination ont été scorés intuitivement à 1 (score minimum). Les caractères de plus en plus significatifs d'une espèce sont scorés (toujours intuitivement) par ordre croissant jusqu'à 3. La somme des scores va ainsi de + 22 pour *C. hyale* à - 22 pour *C. alfacariensis*.

Quarante-trois exemplaires ont ainsi été scorés (coll. Mérit et coll. Poisson) : trois n'ont pas été retenus (scores allant de - 4 à 0) pour l'analyse finale, du fait de leur piètre qualité.

La répartition selon le score de chaque individu a ensuite été étudiée, puis un interval-

## SYSTEMATIQUE

CRITÈRES	N°	VALEUR	<i>Colias hyale</i>	<i>Colias alfacariensis</i>
AILES ANTÉRIEURES				
Forme de l'apex	A	3	Pointu	Arrondi
Forme du bord externe	B	3	Rectiligne	Convexe
Couleur de l'avvers	C	3	Jaune-Verdâtre pâle, coloration peu uniforme	Jaune plus franc et plus uniforme
Couleur du revers (espace 1)	D	1	Peu contrasté et peu vif (blanc)	Contrasté et vif (jaune)
Couleur du rouge des antennes, des pattes et du bord des ailes	E	2	Peu vif	Vif
Suffusion basilaire (avers)	F	2	Suffusion s'étendant presque toujours sur toute la base de l'aile y compris dans la cellule	Suffusion se limitant presque toujours au seul champ situé en dessous de la cellule
Tache discoïdale (avers)	G	1	Peu développée	Plus grande
Taches claires apicales et marginales (avers)	H	1	Étendues tendant à former une bande continue	Très réduites
Rangée de taches noires antémarginales	I	1	Complète, fondue en bande	Souvent incomplète et fragmentée
AILES POSTÉRIEURES				
Suffusion basilaire (avers)	J	1	Intense	Moins étendue
Tache discoïdale (avers)	K	2	Pâle et petite	Orangé vif + grosse
Taches antémarginales	L	1	Souvent courantes et en grand nombre	Rares ou en nombre très restreint
Bande marginale	M	1	Souvent bien indiquée (forme <i>duplex</i> Ksr)	Souvent à peine marquée (forme <i>simplex</i> Nbg)
Biotope			Prairie fleurie	Terrain sec et rocailleux
Présence d' <i>Hippocrepis comosa</i>			---	+++ : plante hôte
<b>SOMME</b>		<b>22</b>	<b>+ 22</b>	<b>- 22</b>

le de confiance a été défini en utilisant la loi t de Student pour un petit échantillon. Enfin, notre hypothèse a été validée par une analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM).

### Résultats

La figure 2 représentée ci-après montre la répartition des individus après application du score de chaque critère. Les scores moyens sont respectivement de 14, 1 et - 14, 7 pour *C. hyale* et *C. alfacariensis*.

Cependant, nous pouvons noter qu'aucun des spécimens de *Colias hyale* ou de *Colias alfacariensis* n'a obtenu le score maximal (+ 22 ou - 22). Ceci n'est pas surprenant, dans la mesure où rares sont les individus

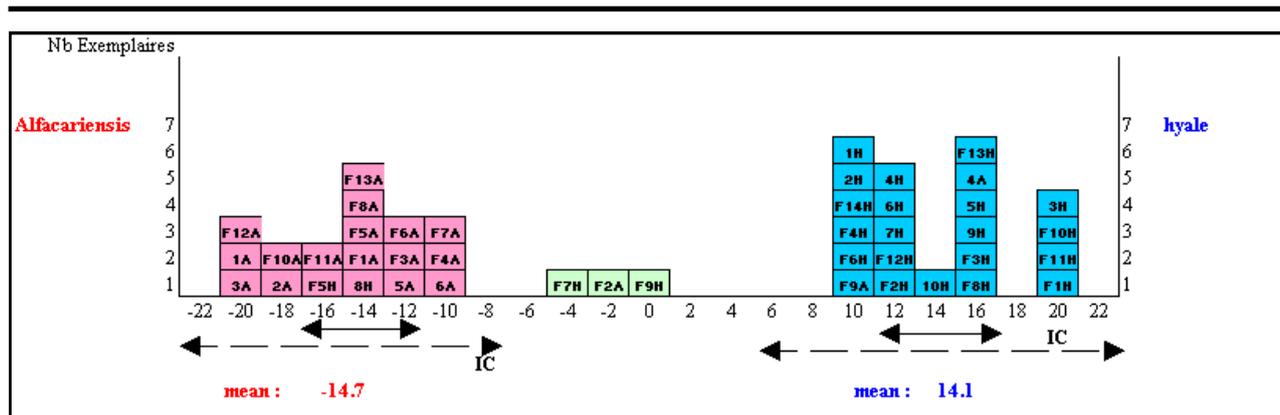
« parfaits ».

D'autre part, notre capacité de jugement peut se modifier entre le début du scorage et la fin. Pour pallier ces différences de jugement, nous avons scoré les individus chacun à leur tour, puis comparé et discuté nos discordances. Enfin, les individus ont été revus globalement.

Afin de définir un intervalle de confiance, dans lequel nous serons sûrs qu'un individu est un *hyale* ou un *alfacariensis*, nous avons utilisé le test t (la loi t) de Student pour un petit échantillon. Ainsi, à 99,999 %, tout individu ayant un score compris entre [11,10 ; 17,08] et [-17,75 ; -11,58] sera respectivement identifié comme *hyale* et *alfacariensis* (Figure 3).

L'inconvénient majeur de ce calcul est

## SYSTEMATIQUE



**Figure 2 : Répartition des individus**

Les individus scorés sont codés et initialement identifiés comme *C. hyale* : dernière lettre du code terminant par H (exemple 1H) ou comme *C. alfacariensis* : dernière lettre du code se terminant par A (exemple 1A). Les individus dont le code commence par la lettre F proviennent de la coll. Poisson (exemple F12A représente un *Colias alfacariensis* de la coll. Poisson) et les individus dont le code commence par un chiffre proviennent de la coll. Mérit. Mean : moyenne, IC : intervalle de confiance  $\leftrightarrow$ , intervalle de confiance étendu sur le score maximal théorique  $\leftarrow \text{---} \rightarrow$ .

que l'on exclut les individus « représentatifs » de l'une ou l'autre espèce. Nous avons donc fait une extension de l'intervalle de confiance - qui, à 99 %, nous permet d'affirmer que tout spécimen ayant un score compris entre [6,18 ; 22,00] et [-22,00 ; -7,33] sera respectivement un *Colias hyale* ou un *Colias alfacariensis*.

### Validation des résultats

Bien entendu, après revue de nos résultats, il apparaissait indispensable de les valider. La technique la plus fiable est une analyse factorielle des correspondances multiples. Pour ce faire, toutes les valeurs ont été exportées sur le programme SAS qui, après analyses des critères et calculs des corrélations, nous a permis de dégager les tendances (Figure 4).

### Discussion

Nous avons montré que la détermina-

tion des individus de *Colias hyale* ou de *Colias alfacariensis* peut être beaucoup plus aisée grâce à l'utilisation du tableau de critères. Les résultats obtenus montrent la validité de notre hypothèse quant à l'utilisation d'une telle méthode. En outre, cela nous a permis de déterminer correctement trois individus. Les trois exemplaires notés F5H, 8H et 4A, (Figure 2) étaient initialement déterminés comme *C. hyale* (F5H et 8H) et *C. alfacariensis* (4A) et se sont avérés être, en fait, après

**Figure 3 : Test t de Student**

#### Exclusion des scores compris entre -4 et 4

Moy : moyenne, Var : écart-type, N : nombre de l'échantillon, ddl : degré de liberté, IC : intervalle de confiance. Les intervalles de confiance [11,10 ; 17,08] et [-17,75 ; -11,58] ont ensuite été étendus d'une part sur le score maximal observé lors du scorage des individus [8,18 ; 20,00] et [-20,00 ; -9,33] respectivement, et d'autre part sur le score maximal théorique de l'individu [6,18 ; 22,00] et [-22,00 ; -7,33] respectivement.

Exclusion de - 4 à + 4	Loi t de student (Indiv parfait = + 22)			Loi t de student (Indiv parfait = - 22)		
		Moy	14.1	Moy	-14.7	
	Var	13.5	Var	11.76		
	N	22	N	18		
		0.61		0.65		
		0.78		0.81		
ddl pour N-1 et $\alpha = 0.001$	3.819	2.99	ddl pour N-1 et $\alpha = 0.001$	3.819	3.09	
		: Intervalle de confiance			: Intervalle de confiance	
		11.10 : Borne inf.			-17.75 : Borne inf.	
		17.08 : Borne Sup			-11.58 : Borne Sup	
Extension IC sur Score Max Théo	22	6.18	Extension IC sur Score Min Théo	-22	-22.00	
		: Borne inf.			: Borne inf.	
		22.00 : Borne Sup			-7.33 : Borne Sup	
Extension IC sur Score Max Obs	20	8.18	Extension IC sur Score Min Obs	-20	-20.00	
		: Borne inf.			: Borne inf.	
		20.00 : Borne Sup			-9.33 : Borne Sup	

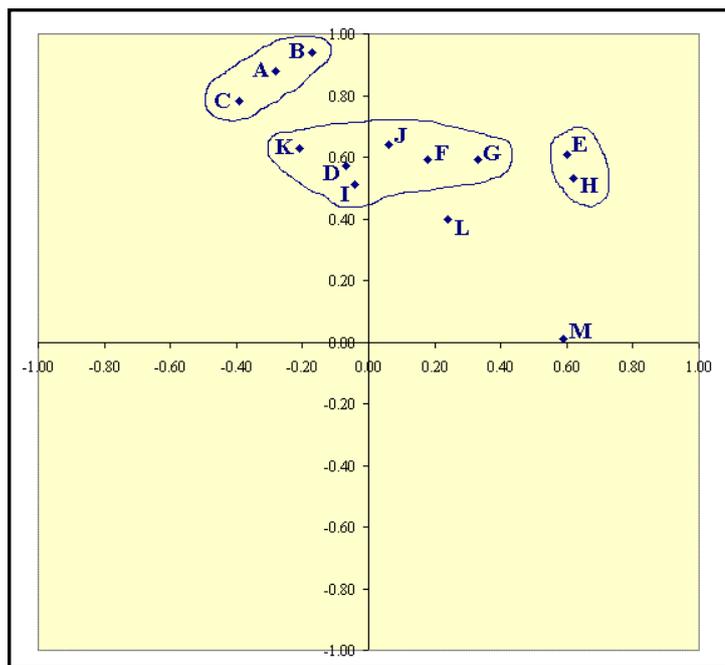


Figure 4 :

**Analyse factorielle des correspondances multiples**

La figure 4 nous montre clairement que trois groupes de critères peuvent être considérés comme fiables : le groupe ABC, le groupe EH et le groupe DFGIJK, les deux critères L et M n'étant quant à eux que peu fiables pour la détermination des spécimens. Ainsi les scores des critères définis intuitivement sont pleinement validés par l'AFC multiple.

application du scorage, des *C. alfacariensis* et *C. hyale*.

Cependant, il faut prendre garde aux spécimens frottés et aberrants qui ne pourront sûrement pas être identifiés précisément. De plus, nous pouvons espérer qu'un individu en parfait état ayant un score de - 2 à + 2 puisse être un hybride. La démonstration d'un tel postulat ne pourra être faite sans avoir auparavant étudié et scoré la descendance de croisement entre *C. hyale* mâle et *C. alfacariensis* femelle puis *C. hyale* femelle et *C. alfacariensis* mâle.

Un contrôle supplémentaire, qui n'a pu être réalisé dans le cadre de cette étude, serait de tester la méthode sur des individus d'élevage des deux espèces, dont la détermination serait rendue absolument incontestable par l'examen préalable des chenilles. Cependant, ce contrôle présenterait aussi des limites, dues au fait qu'il existe fréquemment des différences notables entre des imagos « sauvages » ou issus d'élevage, susceptibles de modifier les scores.

Et maintenant, à vos boîtes et bon cou-

rage.

**Remerciements**

Nous souhaitons adresser nos plus vifs remerciements à nos amis Francis Poisson pour l'accès à sa collection de *Colias* et à Henri Descimon qui, par sa parfaite connaissance des Piérides et des analyses statistiques, nous a prodigué de précieux conseils. Enfin, nous tenons à remercier Mme Marmar Kabir Ahmadi, qui a eu la gentillesse de faire l'analyse factorielle des correspondances.

**Bibliographie**

- **Schadewald G.** Zur Unterscheidung von *Colias hyale* LINNE, 1758 und *Colias alfacariensis* BERGER, 1948 (= australis VERITY) (Lep., Pieridae). *Entomologische Nachrichten und Berichte*, 1986, 30 (6) : 251-253.
- **Dutreix Cl.** Étude des deux espèces affines *Colias hyale* Linné et *Colias australis* Verity (Lep. Pieridae). *Alexanor*, 1980, 11 (7) : 297-316.
- **Descimon H.** Les ptérines des Insectes. *Publ. Lab. Zool. Ecole Normale Supérieure*, 1978 : 43-130.
- **Reissinger E.** The geographic subspecific classification of *Colias alfacariensis* Ribbe 1905 with reference to their migration relationships (Lepidoptera Pieridae). *Neue Entomol. Nachr.* 1989, 26 : 5-351.
- **Cleary D.F.R., Aubert J., Descimon H., Menken S.B.J.** Genetic differentiation and gene flow within and between *Colias alfacariensis* (Verity) and *Colias hyale* L. (Lepidoptera: Pieridae: Coliadinae). *Sixth Meeting, Amsterdam, Netherlands, December 16, 1994. In Sommeijer, M. J. ; Francke, P. J. (Eds.): Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society (N.E.V.), 19956 : 99-105.*
- **Whitebread S.E., Rezbanyai-Reser L., Geiger H.** *Colias alfacariensis* Ribbe, 1905 (Insecta, Lepidoptera): proposed availability as a senior synonym of *Colias australis* Verity, 1911. *Bull. zool. Nomenclature*, 1988, 45 (1) : 29-32.
- **Vacha J., Pavolny D.** Phenotypical discrimination of central European populations of adults in sibling species *Colias hyale* and *Colias australis* (Lepidoptera Pieridae). *Acta Entomol. Bohemoslov*, 1983, 80 (2) : 96-113.
- **Kudrna O.** Nomenclature of *Colias alfacariensis* (Lepidoptera Pieridae). *J. Res. Lepid.*, 1981 (1982), 2 : 103-110.