



Perruches Ondulées Huppées

UNE MEILLEURE COMPREHENSION DE CETTE MUTATION
Crest Model - George Clarke Western Australia – 2004

Traduction : François Roberge - édition : 2013



Chapitre 1



La théorie “ PE “ des perruches ondulées Huppées

La compréhension de la mutation Huppée à toujours été frustrée par le manque d'une théorie génétique précise. La théorie actuellement adoptée par le *Crested Budgerigar Club* est appelée « **Initiator Theory** », elle a été proposée en 1970 par le Dr JEFox (*Genetics for Budgerigar Breeders Taylor & Warner 1986 - Handbook of the Crested Budgerigar Club of Australia 2002 (Based on UK Handbook)*). Alors que cette théorie depuis de nombreuses années reste la meilleure disponible, il a été prouvé qu'elle présente des inexactitudes qui peuvent prêter à confusion chez les éleveurs. Une tentative de la corriger avec l'introduction du " **linkage** " (*Handbook of the Crested Budgerigar Club of Australia 2002 (Based on UK Handbook)*) a, dans l'ensemble, échoué à éliminer les inexactitudes.

Il est constaté dans la pratique que la théorie surestime généralement le nombre de descendants des divers accouplements réalisés avec la mutation Huppée visible. Dans certains cas, la prédiction est grossièrement exagéré, (par exemple Huppé x Normal, 56% contre 13% constaté en élevage).

La « **Initiator Theory** », empêche certains résultats d'élevage qui sont connus pour avoir réellement eu lieu dans la pratique et fait des prédictions assez erronées pour certains accouplements, par exemple Huppé Circulaire x Normaux produisent réellement les trois types de Huppe, mais la théorie prédit que la descendance sera uniquement de type Toupet.

Basé sur l'analyse des résultats d'élevage comprenant 1.759 descendants dont 570 Huppés visuels, une théorie alternative est proposée, elle se révèle être beaucoup plus précise que la « **Initiator Theory** ». La théorie, que l'auteur a appelé la théorie “ PE “, cette théorie est basée sur les concepts génétiques de la « *Pénétrance » et « *Expressivité ».

Définition (Extrait du Dictionnaire de l'Académie de Médecine)

**Pénétrance :*

En génétique, fréquence et/ou intensité avec lesquelles un caractère est exprimé dans un génotype

**Expressivité en génétique :*

Pour un caractère héréditaire autosomique dominant, intensité des manifestations morbides chez les patients porteurs de l'allèle pathologique.

L'expressivité variable d'une maladie héréditaire à transmission autosomique dominante signifie que les sujets porteurs du même allèle pathologique à l'état hétérozygote sont susceptibles de présenter des manifestations pathologiques d'intensité différente, certains sujets pouvant rester strictement asymptomatiques.



Les concepts de « Pénétrance » et « Expressivité »

La génétique Mendélienne n'explique pas toujours la gamme de phénotypes produits par une combinaison génétique particulière. Les concepts de la « Pénétrance » et l'« Expressivité » sont parfois utilisés pour rendre compte de la variabilité phénotypique observée.

«Les différences dans les conditions environnementales ou dans les origines génétiques peuvent amener les individus qui sont génétiquement identiques à un *locus particulier permettant de manifester des phénotypes différents. La **Pénétrance** d'une caractéristique est le pourcentage de personnes ayant une combinaison génétique particulière et qui présentent exactement cette même caractéristique. »

Par exemple la polydactylie (doigts supplémentaires et / ou des orteils) chez l'homme peut être produite par un gène dominant (P). La présence des cinq doigts sur chaque membre est due au génotype récessif (pp). Cependant, certains individus hétérozygotes (Pp) ne sont pas polydactyles. Si 20% des personnes (Pp) ne montrent pas une polydactylie, le gène a une Pénétrance de 80%.

Une caractéristique, même si pénétrante, peut être très variable dans son niveau d'expression. Le degré de l'effet produit par un génotype pénétrant est appelé **Expressivité**.

Par exemple. le polydactyles peut être pénétrant dans la main gauche (six doigts) et non dans la droite (cinq doigts), ou il peut être pénétrant dans les pieds, mais pas dans les mains. (Schaum's Genetics 4th Edition Elrod & Stansfield 2002) »

Définition (Extrait du Dictionnaire de l'Académie de Médecine)

* *locus* :

Emplacement occupé, sur un chromosome, par un gène ou un groupe de gènes.

La Pénétrance et l'Expressivité dans la mutation Huppée

En appliquant ces concepts à la mutation Huppée, la **Pénétrance** détermine si la huppe sera visible, l'**Expressivité** détermine l'emplacement et le type de huppe.

Principe de la Théorie « PE »

En substance, les postulats de la théorie « PE » sont :

La présence d'une huppe est due au gène Huppé "Cr", tandis que le type de huppe est dû à un groupe de modificateurs secondaires ou des gènes d'Expressivité, (gènes E).

Le gène Huppé est un mode autosomique dominant avec une Pénétrance faible et une Expressivité très variable.

Le nombre exact de gènes E et la nature de leur action est inconnue.

Le phénotype huppé comprend un large spectre allant d'une seule plume à des huppées multiples.



Définitions de la théorie " PE "

Il est nécessaire de définir certains termes, tels qu'ils s'appliquent à la théorie " PE ". Certaines de ces définitions peuvent en conséquence être légèrement différentes de celles adoptées par d'autres écrivains. En particulier les lecteurs doivent effacer de leurs esprits tous les souvenirs qui restent de la « **Initiator Theory** ».. car ce concept est très différent.

Symbols. Le gène Huppé est donné le symbole "Cr", tandis que le symbole de l'allèle de type sauvage est "cr"

Huppé : Un Huppé est un oiseau qui présente un phénotype Huppé (huppé visuel) et porte au moins un gène Huppé.

La définition comprend aussi les oiseaux qui présentent des caractéristiques de Huppés temporaires comme des oisillons, mais qui n'est plus visible avec le plumage adulte.

Il existe deux formes de base de la génétique Huppée,

- Simple Facteur (**SF**) Huppés, ayant un gène huppé et un gène de type sauvage, (Cr, cr)
- Double Facteur (**DF**) Huppés, ayant deux gènes huppés, (Cr, Cr)

Ces deux formes génétiques sont pensées pour être visuellement indiscernables.

issu de Huppé : Un issu de Huppée est un oiseau ayant au moins un Huppé ou issu de Huppé parent mais à aucun moment présentant des caractéristiques permanentes ou temporaires Huppés visibles. Un issu Huppé présente un phénotype normal, mais peut porter un ou zéro gènes huppé. Un issu de Huppé ne peut pas porter deux gènes huppés parce que tous les Double Facteur (DF) Huppés sont des Huppés visuels.

Il existe deux formes de base de la génétique issu de Huppé,

- Simple Facteur (**SF**) issu de Huppé, ayant un gène huppé et un gène de type sauvage, (Cr, cr)
- Zéro Facteur (**ZF**) issu de Huppé, ayant deux gènes de type sauvage, (cr, cr)

Ces deux formes génétiques sont visuellement indiscernables.

Tableau 1 : Résumé des phénotypes et génotypes de la mutation Huppée

Description	Phénotype	Génotype		
		DF	SF	ZF
Huppé	Huppé	Cr, Cr	Cr, cr	
issu de Huppé	Normal		Cr, cr	cr, cr
Normal	Normal			cr, cr



Les prédictions de la théorie « PE »

Selon la théorie « PE », le gène huppé est un mode autosomique dominant avec une pénétrance faible et une expressivité très variable.

Bien qu'il ait été possible de calculer une estimation assez précise de la pénétrance et par conséquent de produire des prévisions fiables pour le pourcentage attendu d'accouplement de différents Huppés visuels, il n'est pas possible avec le même degré de précision de définir ou de quantifier les types de huppés à prévoir. Toutefois, il est possible de faire quelques généralisations concernant les types de huppés attendus.

Pénétrance

La pénétrance du gène Huppé détermine le pourcentage d'oiseaux porteur de ce gène, qui, à un certain stade présentent des caractéristiques visuelles de huppés.

Lorsque le gène huppé se présente comme Double Facteur (DF), la pénétrance (Pdf) est de 100% (tous les DF sont des Huppés visuels) et quand il est présent comme Simple Facteur (SF), la pénétrance (Psf) est d'environ 15% à 20%. (Calculé par l'auteur à partir des données disponibles de reproduction publiées).

Le pourcentage de Simple Facteur (SF) présentant une huppe visible est déterminé par la formule suivante:

$$\% \text{ Huppés visuels (SF)} = [\% \text{ de génotype (Cr, cr)}] \times \text{Psf}$$

Les attentes théoriques d'accouplement de Huppé, issu de Huppé et Normal sont résumées dans le tableau 2

Tableau 2 théorie « PE », - Tableau d'accouplement

PARENT			DESCENDANT								
Couple	Association		Génotype			Huppé visuel			issu de Huppé		
			Cr,Cr « DF »	Cr,cr « SF »	cr,cr « ZF »	Total	DF	SF	Total	SF	ZF
Huppé X Huppé	Huppé DF	Huppé DF	100%			100%	100%	0%	0%	0%	0%
	Huppé DF	Huppé SF	50%	50%		59%	50%	9%	42%	42%	0%
	Huppé SF	Huppé DF	50%	50%		59%	50%	9%	42%	42%	0%
	Huppé SF	Huppé SF	25%	50%	25%	34%	25%	9%	67%	42%	25%
	Moyenne						63%	56%	6%	37%	31%
Huppé X issu de Huppé	Huppé DF	issu de Huppé SF	50%	50%		59%	50%	9%	42%	42%	0%
	Huppé SF	issu de Huppé SF	25%	50%	25%	34%	25%	9%	67%	42%	25%
	Huppé DF	issu de Huppé ZF		100%		17%	0%	17%	83%	83%	0%
	Huppé SF	issu de Huppé ZF		50%	50%	9%	0%	9%	92%	42%	50%
	Moyenne						29%	19%	11%	71%	52%
Huppé X Normal	Huppé DF	Normal		100%		17%	0%	17%	83%	83%	0%
	Huppé SF	Normal		50%	50%	9%	0%	9%	92%	42%	50%
	Moyenne						13%	0%	13%	87%	62%
issu de Huppé X issu de Huppé	issu de Huppé SF	issu de Huppé SF	25%	50%	25%	34%	25%	9%	67%	42%	25%
	issu de Huppé SF	issu de Huppé ZF		50%	50%	9%	0%	9%	92%	42%	50%
	issu de Huppé ZF	issu de Huppé SF		50%	50%	9%	0%	9%	92%	42%	50%
	issu de Huppé ZF	issu de Huppé ZF			100%	0%	0%	0%	100%	0%	100%
	Moyenne						13%	6%	6%	87%	31%
issu de Huppé X Normal	issu de Huppé SF	Normal		50%	50%	9%	0%	9%	92%	42%	50%
	issu de Huppé ZF	Normal			100%	0%	0%	0%	100%	0%	100%
	Moyenne						4%	0%	4%	96%	21%

(Nota : Tableau 2 est basé sur une valeur pénétrance (Psf) = 17%, comme toujours ces valeurs théoriques sont les attentes moyennes sur un grand nombre d'accouplements et ne sont pas nécessairement exactes pour une nichée.)

Expressivité

L'Expressivité détermine le type de huppe qui sera visible

Tout oiseau possédant le gène Huppé présentera l'un des nombreux types de huppés, selon les gènes modificateurs d'Expressivité (gènes E) présents.

Chaque accouplement dans lequel au moins un des parents possède un gène Huppé, exprimée ou non, peut produire tout type de huppe visuelle en fonction des gènes E présents. La fréquence d'apparition de certains types de huppés peut être faible.

L'Expressivité de la huppe est une caractéristique *polygénique et ne peut pas théoriquement pour un individu donné être prévue.

Définition (Extrait du Dictionnaire de l'Académie de Médecine)

**** Polygénique :***

Qui est déterminé par plusieurs gènes, par opposition à monogénique ou oligogénique.

Bien qu'il soit possible de spéculer sur les facteurs qui sont susceptibles d'influer sur l'Expressivité, (emplacement, le nombre de plumes concernées, etc.), le nombre de gènes impliqués est inconnue, ainsi que la nature de leur interaction, (dominant, récessif, etc.) Face à ces inconnus et le degré de complexité, il semble inutile à ce moment pour tenter de produire un modèle qui aurait pour but de prédire théoriquement l'Expressivité résultante d'un accouplement particulier.

Il est possible, par la sélection, d'influer sur la fréquence et la variabilité des phénotypes de huppés attendus. L'Expressivité est développée plus en détail dans le Chapitre 2.

Une règle empirique pour faire des estimations approximatives de l'Expressivité peut être développée par l'analyse d'un nombre suffisant de résultats d'élevage. L'auteur a analysé un échantillon de résultats d'élevage comprenant 1.411 descendants, y compris 403 huppés visuels. La descendance de huppés visuels dans l'échantillon comprenait environ 23% de Huppé circulaire (CF), 10% de Huppé demi-circulaire (HC), et 67% de Toupet (T). Cet échantillon n'est pas assez grand pour faire des prédictions d'Expressivité pour tous les types de huppés pour une grande variété d'accouplements. Cependant en regroupant les résultats, certains modes de transmission d'Expressivité peuvent être produits.

Les types de huppés visuels trouvés dans l'échantillon de descendance ont été divisés en deux groupes.

- **Groupe T** : Toupet et Toupet faibles y compris les simples plumes.
- **Groupe C** : Huppe demi circulaire, Huppe circulaire et Huppe multiples.



Le tableau 3 montre comment pour l'échantillon des différents accouplements étudié, la descendance de huppée visuelle a été répartie entre ces groupes

Tableau 3 Estimation de l'Expressivité

Couple	Groupe T (Toupet)	Groupe C (FC/HC)	Nb de descendant huppé
Huppé x Normal	85%	15%	111
Toupet x Toupet	72%	28%	137
Huppé x issu de Huppé	63%	37%	46
Huppé x Huppé	59%	41%	246
Huppé x FC ou HC	43%	57%	109

Le tableau 3 peut être utilisé comme une indication approximative de la répartition des différents types de huppés entre le groupe T et C pour les accouplements énumérés. Beaucoup plus de résultats sont nécessaires pour améliorer la précision de la table et permettre une ventilation plus détaillée des différents types de huppés en fonction des combinaisons d'accouplement.



L'utilisation de la théorie PE pour améliorer les résultats de reproduction

Une théorie nouvelle et plus précise est très bien, mais peut-elle aider les éleveurs à prendre des décisions d'accouplement de meilleure qualité, plus rapide et plus sûr, pour progresser ?

Le tableau 2 permet aux éleveurs de prédire le pourcentage de Huppés visuels et issu de Huppé attendus en fonction de l'accouplement et le tableau 3 pour prédire le pourcentage de type de huppe attendue dans ces Huppés visuels.

Il n'y a que trois accouplements à adopter pour les Huppés. Huppé x Huppé, Huppé x issu de Huppé ou Huppé x Normal. (issu de Huppé x issu de Huppé et issu de Huppé x Normale produirai trop peu de Huppé pour être utile.)

Huppé x Huppé sera généralement lent pour améliorer les caractéristiques générales d'exposition et peut-être même de les diminuer, mais il doit être utilisé pour renforcer les caractéristiques Huppé de production et maximiser des Huppés DF.

Huppé x Normal produira trop peu de Huppé visuel pour fournir un bon choix pour la prochaine génération, mais cet accouplement est le moyen par lequel les bonnes caractéristiques d'exposition peuvent être mises en place.

Huppé x issu de Huppé est l'accouplement optimal à faire pour progresser sur les deux fronts.

D'après le tableau 2,

Le meilleur accouplement **Huppé x issu de Huppé** est **Huppé (DF) x issu de Huppé (SF)**, la descendance de Huppés visuels est de 59%.

Le meilleur accouplement pour produire des **issu de Huppé (SF)** est **Huppé (DF) x Normal**, la descendance d'issu de Huppé est de 83% et ils sont tous (SF).

Les **Huppés (DF)** sont-ils identifiables? Intuitivement, il semble que les oiseaux présentant les caractéristiques de huppe les plus extrêmes, la circulaire complète et multi-huppées, seraient des Huppés (DF). La théorie PE n'implique pas une telle relation directe, différents gènes étant responsables de la présence de la huppe et de son expression. L'accouplement **Huppé x Huppé**, produira en moyenne 56% de Huppé (DF), et seulement 6% de Huppé (SF) visuels, l'identification devient un problème moins critique pour les éleveurs lorsque cet accouplement est utilisé pour produire des Huppés (DF).

Le programme d'élevage optimum est donc de commencer par accoupler **Huppé x Huppé** pour produire des **Huppés (DF)**, et ensuite d'accoupler ces **Huppés (DF)** avec des Normales possédant de grande qualité d'exposition, et enfin à d'accoupler le meilleur Huppé ou issu de Huppé de la descendance (tous SF), avec des Huppés (DF) pour produire des Huppés visuels (59%).

L'auteur ne revendique aucune originalité particulière pour ce programme d'élevage. Cependant la théorie PE fournit une justification solide pour le programme, et un guide pour sa mise en œuvre et les attentes de reproduction. Les éleveurs peuvent maintenant procéder avec plus de confiance, éviter les pièges et optimiser les résultats en ayant une meilleure compréhension de la génétique sous-jacents.

En ce qui concerne l'Expressivité de la huppe, à l'exception des estimations fournis dans le tableau 3, les seuls outils disponibles éprouvés à l'éleveur qui cherche à améliorer la qualité de la huppe, ou d'introduire des types de huppées différents, sont les mêmes stratégies d'élevage qu'il utilisera lorsqu'il s'agit d'autres caractéristiques polygéniques (taille, type, etc.) Ces stratégies, visant à progressivement se concentrer sur les gènes désirables par l'élevage sélectif, sont bien documentés et compris par les éleveurs perruche expérimentés et ne seront donc pas discutés plus en détail ici.



Un point à prendre en considération par les éleveurs, c'est qu'il est probable que lorsque la mutation Huppé est apparue, les gènes modificateurs d'Expressivité existaient déjà dans la population Normale dans les deux formes hétérozygotes et homozygotes. Il est hautement improbable que les gènes d'Expressivité sont entrés en existence en tant que nouvelle mutation en même temps que le gène Huppé. Cela signifie que si les "Normales" n'ont pas de gènes de huppés actifs, elles ne doivent pas être considérées comme étant exempt des formes actives des gènes d'Expressivité (gènes E). Les gènes d'Expressivité peuvent tout simplement ne pas agir afin de déterminer un type de huppe jusqu'à ce qu'un actif (pénétrant) gène Huppé soit présent. L'auteur croit que cela est la raison pour laquelle il est possible, contrairement aux prédictions de la « **Initiator Theory** », de produire des huppés demi-circulaire et circulaire occasionnels de couples Toupet x Normal. (par exemple *Handbook of the Crested Budgerigar Club of Australia 2002 (Based on UK Handbook)* rapporte que l'accouplement Toupet x Normal produirait une descendance de 247 Normales, 29 Toupets, 8 Huppé demi-circulaire et un Huppé circulaire)

De même, il est rapporté (*Handbook of the Crested Budgerigar Club of Australia 2002 (Based on UK Handbook)*) que l'accouplement d'un Huppé (circulaire) x Normal peut produire tous les types de huppe, mais si l'on prend un couple particulier il peut être en mesure de produire un ou deux types de huppés, tandis qu'un autre couple de même nature produira différents types huppés. Cette variabilité des résultats d'accouplement identiques est probablement due à différentes concentrations de gènes E des normales utilisées dans les accouplements. Bien sûr, les normales ne montrent aucune indication de leur contenu en gènes E.

Précision de la théorie PE

Une comparaison des attentes théoriques, avec des résultats publiés d'élevage sont résumées dans le tableau 4. L'examen du tableau 4 montre très clairement la surestimation de descendants huppés visuels par la « **Initiator Theory** », par rapport aux prévisions relativement exactes de la « **théorie PE** ».

Tableau 4 Comparaison des résultats théoriques et réelles

		Pourcentage de descendant Huppé visuel					
		Groupe 1 Huppé X Huppé	Groupe 1A Toupet X Toupet	Groupe 2 Huppé X issu de Huppé	Groupe 3 Huppé X Normal	Groupe 3A Demi circulaire X Normal	Groupe 3B Toupet X Normal
Attentes théoriques	« Initiator Theory »	57-100%	57%	25-100%	25-100%	50%	25%
		Moy. 88%		Moy. 68%	Moy. 56%		
	« théorie PE »	34-100%	34-100%	9-59%	9-17%	9-17%	9-17%
		Moy. 63%	Moy. 63%	Moy. 29%	Moy. 13%	Moy. 13%	Moy. 13%
Résultats d'élevage	Eleveur n°1					15%	
	Eleveur n°2	58%		28%	10-16%		
	Eleveur n°3		43%	40%	10-12%	15%	10-12%

Notes relatives au Tableau 4. Les résultats prédits théoriquement dépendront de la composition génétique des parents de chaque couple. Chaque groupe comprend plusieurs accouplements différents possibles, produisant une gamme de résultats prédits. La moyenne pour chaque groupe, est calculée sur la base du groupe comprenant un nombre égal de tous les accouplements possibles. La publication de résultats d'élevages réels est également dépendante de la combinaison particulière des couples impliqués et il faut s'attendre à une variabilité entre les pourcentages indiqués pour chaque groupe. Les différences dans la classification des huppés temporaires est une autre source de variabilité dans les résultats présentés.



Chapitre 2

Commentaire et validation de la théorie PE pour le Perruches Ondulées Huppées

*Létalité et faible pourcentage de la descendance de Huppé visuel

Dans le passé, il a été suggéré que le gène Huppé pouvait être mortel (comme dans le cas de l'alpiste pour les Canaries) et il a été pensé que cela pourrait être l'explication du faible pourcentage observé de descendance huppée visuelle. « *Crest: A Subvital Character in the Budgerigar* » (Inte Onsmann 1992) rapporte la preuve d'un facteur létal, mais des études ultérieures par Ken Yorke en Australie et Hans Classen en Allemagne (*The Crest Factor in the Budgerigar Hans Classen 1999*) n'a montré aucun signe d'un facteur létal associé au gène huppé et il est supposé que la première étude était liée à une souche très pure de huppés et que c'est cette consanguinité qui a causé les problèmes de létalité constatés dans l'étude précédente. *Handbook of the Crested Budgerigar Club of Australia 2002 (Based on UK Handbook)* réfute également l'idée de la létalité du gène.

Définition (Extrait du Dictionnaire de l'Académie de Médecine)

* Létalité :

Caractère susceptible d'entraîner la mort.

La « **théorie PE** » fournit désormais une explication satisfaisante pour le bas pourcentage observé de la descendance de huppée visuelle sans qu'il soit nécessaire d'invoquer la létalité comme une cause.

La variabilité des résultats d'élevage

Avec des observations générales sur la variabilité des résultats, il est souvent rapporté que certains éleveurs semblent être en mesure de produire un grand nombre de huppés visuels par rapport à d'autres éleveurs. L'examen du tableau 2 révèle les raisons de ces observations.

Premièrement, il ya une grande différence dans le nombre moyen de huppés visuels produits pour chacun des accouplements suivants; Huppé x Huppé (63%), Huppé x issu de Huppé (29%), Huppé x Normal (13%).

Ensuite dans chacune de ces combinaisons d'accouplement il ya un large éventail de résultats en fonction de la composition génétique des parents. Huppé x Huppé (34% -100%), Huppé x issu de Huppé (9% -59%), Huppé x Normal (9% -17%).

Prudence et chance sont nécessaires lors de la sélection des couples. Par exemple, pour un couple constitué d'un Huppé x issu de Huppé cela fera une grosse différence s'il s'agit d'un Huppé (DF) x issu de Huppé (SF) (59% de descendance Huppé visuel) par rapport à un Huppé (SF) x issu de Huppé (ZF) (9% de descendance Huppé visuel). La difficulté est qu'il n'est pas possible visuellement et de manière fiable pour faire la différence entre un Huppé DF et SF, ou entre un issu de Huppé SF et ZF. Heureusement un éleveur armé de la « **théorie PE** » et le tableau 2, sait qu'il existe des stratégies de reproduction (décrites dans la partie 1), qui peut minimiser ce problème.

Huppés temporaires

Il existe un phénotype particulier, la huppe temporaire, qui est identifiable seulement dans le nid. Certains auteurs les ont classés comme issu de Huppé, mais dans la « **théorie PE** » ils sont classés comme génétiquement Huppés; la huppe temporaire confirmant la présence du gène Huppé. (Les résultats élevage de Ken Yorke montrent également que les oiseaux présentant des distorsions faibles des plumes ont une plus grande similitude dans le comportement reproducteur avec les Toupets ainsi que les issus de huppés. (*The Crested Budgerigar in Australia Ken Yorke 2002*)). Les éleveurs doivent prendre grand soin d'identifier les huppés quand les jeunes sont dans le nid. Les différences dans la classification et l'incapacité à identifier les huppés temporaires peuvent expliquer en partie la variabilité des valeurs Psf dans la publication de résultats d'élevage calculées.

La variabilité phénotypique des huppés

Les Huppés ont été normalisés en trois types idéales, toupet, circulaires, demi-circulaires et. En réalité, ce ne sont que trois types dans un spectre allant de huppés très faibles (une seule plume et les huppés temporaires) à des formes multiples de huppe. *Breeding Crested Budgerigars Kevin Eatwell 1999* reconnaît douze formes différentes à l'intérieur de ce spectre de huppe, tandis que *Crest: A Subvital Character in the Budgerigar Inte Onsmann 1992* fait rapport de l'implication de une à 160 plumes. La grande variabilité dans les formes de crête exprimés dans le phénotype de huppe indique que l'**Expressivité** de la huppe est une caractéristique **polygénique**, qui dépend de l'action de plusieurs (peut-être beaucoup) gènes, (comme le sont d'autres caractéristiques familiaires polygéniques tels que "Taille" et "Type").

Lors de l'examen de la génétique de l'Expressivité, il est nécessaire de décider si la population des phénotypes de huppe doit être considérée comme présentant une variabilité continue ou discontinue. Dans le cas de variabilité discontinu très peu de gènes sont impliqués et les phénotypes peuvent être facilement classés en catégories distinctes. Dans le cas des gènes à variabilité continue de nombreux phénotypes sont impliqués et ne parviennent pas à s'insérer facilement dans des catégories distinctes, mais forment plutôt un spectre de phénotypes qui se mélangent imperceptiblement d'un type à un autre.

La « **Initiator Theory** » a opté pour la variabilité discontinue, impliquant seulement trois phénotypes de huppés, et a tenté de représenter la population de huppés en utilisant toutes les neuf combinaisons possibles des deux gènes, (initiateur et gènes déterminant), et leurs allèles de type sauvage. La « **Initiator Theory** » a été trouvée dans la pratique trop simpliste pour représenter d'une manière convenable le monde réel.

Il peut être possible d'améliorer la précision de la « **Initiator Theory** » et peut-être prendre en compte tous les phénotypes observés par l'introduction de gènes supplémentaires, la complexité supplémentaire est considérable, mais la « **Initiator Theory** » actuelle est déjà trop complexe pour la plupart des éleveurs. Le développement d'une « **Initiator Theory** » plus complexe serait également impossible à l'heure actuelle en raison de la rareté des données d'élevages publiées.

L'auteur estime que toute théorie pour être utile et pratique aux éleveurs, doit répondre à deux critères :

- (1) Elle doit être cohérente avec les résultats réels de reproduction,
- (2) Elle devrait être relativement simple à appliquer.

L'auteur a donc choisi de procéder sur la base d'une population présentant une variabilité huppée continue, en vue de répondre à ces tests. L'auteur n'exclut pas la possibilité que de futures analyses des données supplémentaires puissent pointer vers un petit nombre de gènes E que ce qui a été supposé dans cet article.



Type de huppe en élevage

Il serait utile s'il était possible de développer des souches de huppés pour produire uniquement les trois types de huppés idéales. Selon *The Crested Budgerigar in Australia Ken Yorke 2002* cela n'a pas été possible dans sa longue expérience.

Il n'y a rien dans la « **théorie PE** » à ce sujet, ce qui suggère que cela devrait être possible.

Le mieux qu'on puisse faire est de continuer à sélectionner les individus les plus proches du type de huppe idéal souhaité dans l'espoir que cette sélection va progressivement concentrer une combinaison de gènes favorables dans une souche, comme nous le faisons avec de nombreuses autres caractéristiques de la perruche ondulée d'exposition. Les éleveurs doivent être conscients que chaque croisement avec une normale (ayant des gènes E inconnus cachés) est susceptible de perturber ce processus par dilution de la teneur en gène E favorable.

Relation entre Double Facteur / Production de différents types de huppe

Dans le Chapitre 1, il a été déclaré qu'il n'y avait pas de relation directe entre Double Facteur et la production des différents types de huppés.

Cependant, il existe un lien important indirect. La production des différents types de huppe exige la concentration favorable de gènes "E". Le meilleur moyen est en accouplant Huppé x Huppé. Coïncidence c'est aussi un accouplement qui produit une forte proportion de Double Facteur (DF). Ainsi Double Facteur (DF) et type de huppe élevés, peuvent souvent, mais pas toujours, être trouvés dans un même oiseau.

Il est généralement constaté que les croisements impliquant les différents types de huppés produiront des pourcentages légèrement plus élevés de descendants Huppés. L'auteur estime que ces pourcentages plus élevés sont dus, non à la présence des différents types de huppés, mais au fait que ces oiseaux sont plus susceptibles d'être des Double Facteur (DF).

Des mutations différentes

S'il ya deux ou plusieurs mutations différentes de huppés, la façon dont elles pourraient interagir reste une question ouverte. (*The Crested Budgerigar in Australia Ken Yorke 2002*) suggère qu'il pourrait y avoir une différence entre la mutation Australienne et les importations en provenance Royaume-Uni.

Valeur de pénétrance

La valeur pénétrance P_{sf} , pour le Huppé (SF) a été basée sur l'analyse des résultats d'élevages limités dont dispose l'auteur. La valeur pénétrance doit être confirmée par l'analyse de données supplémentaires.

L'exercice de validation effectuée par l'auteur (voir ci-dessous) donne à penser que le chiffre de 17% adoptée dans le tableau 2 est assez précis.



Validation de la théorie PE

Un certain nombre de résultats d'élevage ont été aimablement fournies par des éleveurs expérimentés de Huppés. Les résultats d'élevage de Ken Yorke publiés dans (The Crested Budgerigar in Australia Ken Yorke 2002) incluent 387 descendants sur une période de 20 ans d'élevage, Ken a aussi fourni des documents inédits au cours des 3 dernières années comprenant 23 couples et 116 descendants.

Rob Hugo a lui aussi fournies documents inédits comprenant 163 couples sur une période de 24 ans d'élevage, dont 725 descendants.

Ces dossiers ont été analysés. Lorsque cela a été possible, les données brutes ont été recoupées et les incohérences corrigées. Le tableau 5 ci-dessous compare les résultats de cette analyse aux prédictions de la « **théorie PE** » énoncés plus haut dans le tableau 2. (Reportez-vous au chapitre 1 de cet article).

Sont également inclus dans le tableau 5 les deux résultats « Toupet & Demi Circulaire » publiés dans (Handbook of the Crested Budgerigar Club of Australia 2002 (Based on UK Handbook))

Tableau 5 Validation de la « théorie PE »

Eleveurs	Huppé x Huppé			Huppé x issu de Huppé			Huppé x Normal			
	Total Descendant	Huppé visuel	% Huppé	Total Descendant	Huppé visuel	% Huppé	Total Descendant	Huppé visuel	% Huppé	
Ken Yorke	225	130	58%	112	31	28%	50	8	16%	
Ken Yorke (suite)	67	42	63%	42	9	21%	4*	0	0%	
Rob Hugo	285	144	51%	91	37	41%	334	50	15%	
Crest Handbook Huppé Demi-circulaire							100	15	15%	
Crest Handbook Huppé Toupet	138	60	43%				285	38	13,3%	
Tous les résultats	715	376	53%	245	77	31%	773	111	14,4%	
théorie PE	Moyenne	63%			29%			13%		
	Limite	34-100%			9-59%			9-17%		

Les résultats individuels pour le % Huppé sont généralement bien dans les limites prévues, (sauf pour les petits échantillons de descendants *).

Une comparaison entre les % de huppés de tous les résultats analysés, et la moyenne de la « **théorie PE** » montre un bon accord.

La valeur moyenne - Que signifie-t-elle ?

Lors du calcul de la moyenne des résultats prévus ou la moyenne des résultats réels pour un accouplement particulier, il est nécessaire de considérer la composition probable des couples. La génétique inhabituelles de la Huppée, en particulier le fait que seulement environ un sur six Huppé (SF) sont des huppés visuels, peut modifier les moyennes. L'autre facteur important pouvant entraîner un écart est la stratégie de sélection réelle suivie par l'éleveur.

Accouplement Huppé x Huppé : Si un éleveur accouple sans cesse Huppé x Huppé sur plusieurs générations successives, le faible % de la descendance Huppé visuel (SF) signifie que très rapidement l'éleveur a atteint la situation où tous les accouplements et toute la descendance sera Huppé (DF). Dans ce cas sa descendance moyenne de croisements Huppé x Huppé sera proche de 100% de huppés visuels.

Si d'autre part un éleveur utilise des Huppés descendants d'accouplement de Huppé x Normal pour créer des couples Huppé x Huppé dans ce cas les huppés utilisés sont des Huppés (SF) et la descendance sera en moyenne seulement de 34% de Huppés visuels.

Un éleveur applique la stratégie la plus populaire en utilisant des Huppés descendants d'accouplement Huppé x Huppé et Huppé x Normal dans ce cas le couple créé est Huppé (DF) x Huppé (SF) la descendance sera alors en moyenne de 59% de Huppés visuels.

Prédire les résultats moyens et les résultats moyens réels, dépend donc à la fois de la composition réelle des couples utilisés et de la stratégie de sélection suivies par l'éleveur.

Les moyennes prédites présentées dans les tableaux 2, 4, et 5, sont fondées sur l'hypothèse d'un nombre égal de tous les appariements possibles dans un accouplement et en tant que tels doivent être considérées comme des valeurs "indicatives" lorsque l'on envisage un accouplement. Pour faire une prévision précise de la «moyenne», la composition de couple dans le groupe (DF, SF, ...) doit être connue.

Dans l'accouplement Huppé x Huppé discuté ci-dessus, compte tenu de la moyenne des résultats réels fournis, les éleveurs peuvent s'attendre à se rapprocher de la valeur de 59% mais aussi l'une des autres extrêmes 34% ou 100%. Cette attente est confirmée par les résultats présentés dans le tableau 5. Le résultat de 43% dans le tableau 5 est cité dans le « the Crest Handbook » Toupet x Toupet, reflète probablement l'inclusion d'un nombre anormalement élevé d'accouplement Huppé SF x Huppé SF dans ce résultat.

Accouplement Huppé x Normal : Faible % de Huppé visuel (SF), on pourrait s'attendre à une moyenne de ce croisement Huppé DF x Normal de 17% plutôt que la moyenne prédite de 13% du tableau 2. La moyenne réelle des résultats du tableau 5 montre 14,4%, conforme à cette attente.

Accouplement Huppé x issu de Huppé : Il n'est pas possible de monter des arguments convaincants pour le biais d'une manière ou d'une autre dans cet accouplement. Il ya trop de possibilités contradictoires. Les résultats du Tableau 5 reflètent une légère hausse de la moyenne, 31% contre la moyenne prédite de 29% du tableau 2. En outre, le « the Crest Handbook » cite une moyenne de 40% pour cet accouplement, mais aucun argumentaire n'est donné.

Accouplement Spécifiques. Les comparaisons avec des accouplements spécifiques dans le tableau 2 sont difficiles à réaliser en raison des incertitudes quant au nombre de facteurs Huppé présents. Cependant les Huppés (SF) peuvent parfois être identifiés détails donnés par leurs parents, accouplement Huppé (SF) x Normal.

Un examen des données Rob Hugo a identifié 13 couples Huppé x Normal où le Huppé est confirmée pour être (SF). (ayant des parents Huppé x Normal). Sur une descendance de 70 jeunes donnée par ces 13 couples, 8 étaient Toupets. Cela donne un pourcentage de descendance de 11% Huppé qui se rapproche des 9% prévu au tableau 2 pour cet accouplement, et est une validation supplémentaire de la théorie PE. Un échantillon plus large est nécessaire pour confirmer ce résultat.

La seule prédiction dans le tableau 2 qui est un peu surprenante, c'est dans le cas d'accouplement issu de Huppé (SF) x issu de Huppé (SF) où 34% de Huppés visuels sont prévus. Il semble y avoir très peu de données disponibles, mais les accouplements issu de Huppé x issu de Huppé sont généralement réputé pour produire peu de Huppé visuel. Un examen plus attentif du tableau 2 montre que les trois autres accouplement possibles issu de Huppé x issu de Huppé sont prévus pour produire seulement 0-9% de Huppés visuels. Ces faibles pourcentages de huppés visuels fait que ce type d'accouplement est impopulaire chez les éleveurs d'où des rapports d'élevages maigres. Cette impopularité pourrait aussi être due à l'incertitude quant à savoir si un issu de Huppé notamment transporte des gènes Huppé, l'incertitude quant à la qualité de la crête caché dans le issu de Huppé et la forte préférence pour des accouplements comportant au moins une crête visuelle; la faible probabilité (25%) que deux issu de Huppé seront porteurs du gène Huppé, ou la crainte que le faible % de huppés visuels sera accompagné par la mauvaise qualité de la crête.

Encore une fois l'examen des données d'élevages de Rob Hugo a identifié seulement deux couples issu de Huppé x issu de Huppé dans ses dossiers volumineux. Ceux-ci ont produit un total de 15 descendants, dont 4 Toupet, ce qui équivaut à 27% huppé pour ces deux couples. C'est un nombre de couple beaucoup trop petit pour tirer des conclusions définitives, mais les résultats suggèrent que la «surprenante» la prédiction du tableau 2 est crédible pour cet accouplement.

ANNEXE : Un modèle d'Expressivité provisoire

Le chapitre qui suit est inclus comme une aide à la compréhension de l'Expressivité dans les huppés. A ce moment il est en grande partie spéculatif et se présente donc comme une annexe. De nombreux résultats d'élevage sont nécessaires pour développer, affiner et améliorer notre compréhension de l'Expressivité.

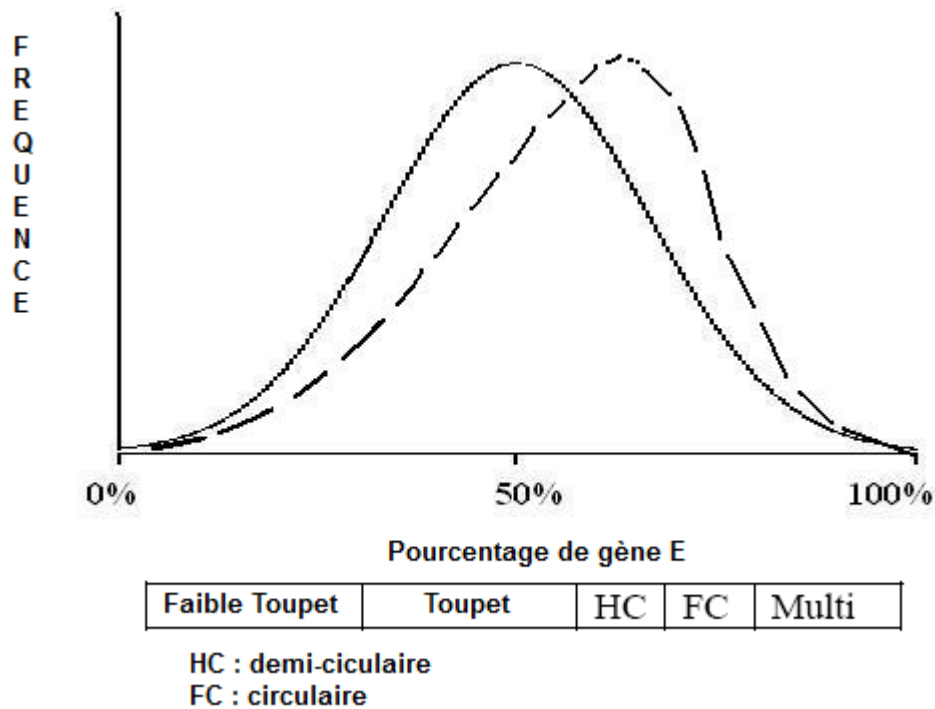
Comme point de départ pour tenter de comprendre comment l'Expressivité pourrait fonctionner laissez-nous, en l'absence d'autres éléments de preuve, postuler pour un modèle simple. Supposons que l'Expressivité est une caractéristique polygénique dans lequel les gènes actifs d'Expressivité (E1, E2, E3, etc ...) contribuent de façon additive à l'expression phénotypique, et supposons que (en référence au chapitre 1 ci-dessus) ces gènes existent dans la population normale (non-huppée).

Supposons que la concentration des gènes E actifs dans la population est répartie en fonction de la traditionnelle «**courbe de Gauss**» (c.-à-Quelques personnes auront des concentrations très basses ou très élevées, alors que la plupart des individus ont des concentrations moyenne, avec la plus grande concentration de personne à mi-chemin entre basse et haute).

Si les huppées se reproduisaient naturellement (sans aucune reproduction sélective), la répartition des gènes E dans la population de Huppé serait similaire à celle de la population Normal se reproduisant naturellement.

Supposons que l'augmentation de la concentration de gènes actifs d'expressivité, (gènes E), augmente la complexité du type de crête, c'est à dire un spectre allant de Faible Toupet, Toupet, demi-circulaire, à la circulaire de une à plusieurs huppées. (Cette hypothèse est confirmée en général par des résultats d'élevage et est aussi à la base de la « **Initiator Theory** ».)

La relation entre le type de crête et le pourcentage de gènes E peut alors être visualisée à titre indicatif sur la figure 1. Les frontières entre les types ne sont pas clairement définies. Il ya un mélange progressif d'un type à l'autre



La figure 1 peut être utilisée pour examiner les effets de divers croisements sélectifs. Si, par exemple un huppé circulaire FC (qui portera un pourcentage relativement élevé de gènes E), est accouplé à d'autres huppé circulaire FC, le pourcentage moyen de gènes E dans la descendance sera supérieure à la moyenne dans la population. La distribution de fréquence des gènes E dans la descendance sera décalée vers la droite, comme indiqué par la ligne pointillée dans la figure 1.



Dans l'exemple ci-dessus, il est possible d'avoir un résultat largement prévisible parce que le type visuel de huppe des parents indiquant leur contenu en gènes E. Toutefois lorsque vous utilisez un issu de Huppé (ou Normal) dans un accouplement, il n'existe pas d'indicateur visuel pour voir si ceux-ci contiennent un pourcentage élevé ou faible de gènes E, de sorte que la distribution de fréquence qui en résulte dans la descendance peut être très variable et peut-être «imprévis». Un meilleur contrôle de la forme de huppe moyenne et la distribution des formes de huppe dans la descendance est possible lors de l'accouplement de deux huppés visuels.

En outre, la figure 1 montre comment un accouplement impliquant un gène Huppé est potentiellement capable de produire tous les types de huppés, bien que certains types peuvent avoir une très faible fréquence d'occurrence en fonction des gènes portés par l'expressivité des parents.

L'analyse qui précède se rapporte principalement à la descendance de gène Huppé (DF). Dans le cas de la descendance Huppé (SF), seulement environ 15% -20% de celle-ci exprime une huppe. Il semblerait que ce n'est pas simplement un cas d'exclusion des types de huppe avec le plus faible pourcentage de gènes E, parce Huppé x Normal produira uniquement des descendants Huppés (SF) et tous les types de huppés seraient possibles. Dans le cas de Huppé (SF) la relation représentée dans la figure 1 entre le type de huppe et le pourcentage de gènes E, peuvent nécessiter des modifications ou peut encore s'appliquer, sauf que les pourcentages résultant de la descendance de tous les types est réduite de manière uniforme par 80-85%.

La nature de l'interaction entre le gène Huppé SF et les gènes E n'est pas claire. Une hypothèse envisagée par l'auteur, c'est qu'il ya certains gènes E spécifiques qui doivent être présents pour permettre le gène Huppé SF à surmonter l'influence de son allèle de type sauvage et d'exprimer la huppe. Par exemple, si nous supposons que cela implique trois des gènes E, deux semi-dominant présents sous la forme homozygote ou hétérozygote, et un homozygote récessif, la probabilité d'occurrence de cette combinaison serait $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = 9/64 = 14\%$. On voit que ceci se rapproche de la valeur calculée de 15% -20% pour Psf.

Lors d'un accouplement avec un Normal, l'éleveur peut être sûr de deux choses. Le % de huppés visuels sera faible, et toute la descendance de huppée visuelle sera des Huppés (SF). Mais la qualité de la huppe dépend des gènes E présents cachés dans le parent Normal, tout autant que les gènes E présents visibles dans le parent Huppé. La figure 1 montre pourquoi il est encore possible de produire à partir de ce croisement une huppe de type supérieur à celle du parent Huppé.

Le texte ci-dessus met l'accent sur les influences génétiques de l'Expressivité. En outre, il ya probablement des influences (environnementales) non génétiques qui influe par exemple. (Changement signalé dans la huppe avec l'âge, y compris la disparition de huppe et des changements dans le type de huppe suite à une mue importante, etc également des contraintes physiques telles que plumes voisines, etc).

Les anomalies significatives dans les prédictions de la « Initiator Theory »

1. Pourcentage de huppé visuel

- 1.1 Huppé demi-circulaire x Normal, pour cet accouplement la « **Initiator Theory** » prévoit 50% Toupet & 50% Normal, en réalité c'est 15% Toupet & 85% Normal. (Refs 1, & 9)
- 1.2 Huppé x Normal, pour cet accouplement la « **Initiator Theory** » prévoit 25%-100%, (en moyenne 56%), de huppés visuels, en réalité c'est seulement 10-12%. (Refs 2, & 9)
- 1.3 Toupet x Normal, pour cet accouplement la « **Initiator Theory** » prévoit 25% de Toupet, en réalité c'est seulement 13%. (Ref 9).

2. Type de huppé visuel

- 2.1 issu de Huppé x Normal, pour cet accouplement la « **Initiator Theory** » ne prévoit pas de Huppé, mais il est rapporté que cela peut produire occasionnellement des huppés, presque toujours Toupet. (Ref 9)
- 2.2 Huppé circulaire x Normal, pour cet accouplement la « **Initiator Theory** » prévoit uniquement des Toupets, mais il est rapporté que cela peut produire tous types de huppés (Ref 9)
- 2.3 Toupet x Normal, prévoit uniquement des Toupets. Cependant Ghalib Al Nasser rapporte qu'il a gagné avec une Huppée circulaire Gris Vert ayant pour origine un Toupet x Normal. (Ref 6)

Remerciements

L'auteur tient à remercier la richesse des informations et des idées tirées des références ci-dessous. Également à remercier les éleveurs expérimentés de Huppé et des autres membres du club huppé **Crested Budgerigar Club of Australia**, Rob Hugo et Ken Yorke, d'avoir pris le temps d'extraire et d'apporter leurs registres d'élevage inédits qui ont permis à l'auteur de procéder à une validation de la théorie PE.

References

1. Genetics for Budgerigar Breeders Taylor & Warner 1986
2. The Crested Budgerigar in Australia Ken Yorke 2002
3. Crest: A Subvital Character in the Budgerigar Inte Onsman 1992
4. The Crest Factor in the Budgerigar Hans Classen 1999
5. The Crested Budgerigar Ghalib Al-Nasser 2002
6. Starting with Crests Ghalib Al-Nasser 2000 (reprinted in BW July 2004)
7. Schaum's Genetics 4th Edition Elrod & Stansfield 2002
8. Breeding Crested Budgerigars Kevin Eatwell 1999
9. Handbook of the Crested Budgerigar Club of Australia 2002 (Based on UK Handbook)
10. Is our Crest classification too simple Kevin Eatwell
11. Crests – The Great Leveller Rob Hugo 2003

