



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



Article original

Les pollens allergisants de la gelée royale d'origine française

Allergenic pollens of the French royal jelly

C. Nonotte-Varly

Centre hospitalier Mari José Treffot, boulevard Maréchal-Juin, 83400 Hyères, France



INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 9 janvier 2022

Accepté le 7 février 2022

Disponible sur Internet le 3 mars 2022

Mots clés :

Gelée royale

Pollen allergisant

Potential allergénique

Produits de la ruche

Mélicissopalynologie

RÉSUMÉ

Connaître les pollens allergisants de la gelée royale (GR) produite en France est important pour l'allergique pollinique. 16 échantillons de GR sont étudiés à l'aide de la technique d'allergomélissopalynologie. Ce procédé décrit le spectre des pollens allergisants et le potentiel allergénique des pollens de la gelée royale avec le système d'indexation de potentiel allergénique (APIS). Tous les échantillons sont d'origine française. Ils comportent 2 à 8 pollens allergisants. La dose quotidienne de 300 ou de 500 mg de GR apporte une faible quantité de grains de pollen (10 000 environ). Les APIS de l'armoise et des astéracées pollinifères sont les seuls supérieurs à 10. APIS permet de définir le potentiel allergénique des pollens allergisants de la GR.

© 2022 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

ABSTRACT

Knowing allergenic pollens of royal jelly (RJ) product in France is important for allergic people. 16 RJ samples are studied using the allergomelissopalynology method. This process describes the spectrum of allergenic pollens and the allergenic potential of RJ pollens with the allergenic potential index system (APIS). RJ samples are made in France. Samples contain 2 to 8 allergenic pollens. The daily dose of 300 or 500 mg of RJ provides a small amount of pollen grains (approximately 10,000). The APIS of mugwort and of polliniferous Asteraceae are the only higher than 10. APIS allows to define the allergenic potential of allergenic pollens of RJ.

© 2022 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

1. Introduction

La gelée royale (GR) est une sécrétion crémeuse blanc-jaunâtre et acide sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des abeilles nourricières. Elle est utilisée par les abeilles pour nourrir la reine de la colonie tout au long de sa vie et les jeunes larves d'ouvrières pendant leurs trois premiers jours. La couleur, le goût et la composition chimique de la GR sont déterminés par l'absorption et la transformation des aliments de l'abeille pendant la période de production de gelée royale (pollen, nectar et miel) [1].

La production de la gelée royale procède de la technique de la ruche « orpheline ». La reine de la colonie est isolée. L'apiculteur pose des alvéoles artificielles (cupules) et greffe une larve au sein

de ces dernières. Les abeilles nourricières produisent alors de la gelée royale que l'apiculteur peut collecter. Le rendement annuel d'une ruche est très variable (de 0,52 à 0,76 kg/ruche) [2].

La production française de gelée royale a atteint 2870 kg en 2016, représentant environ 3 % de la consommation annuelle, égale à 100 tonnes/an environ. [2].

Des études corroborent la présence de grains de pollens dans la GR [3,4]. Ces pollens floraux sont récoltés par les butineuses et leur étude par la technique de mélicissopalynologie permet de définir l'environnement écologique de la zone de butinage et l'origine géographique de la GR [3]. Ce produit de la ruche naturel est principalement utilisé par l'homme comme aliment diététique, comme ingrédient de compléments alimentaires et de cosmétiques. La consommation de GR a entraîné des accidents allergiques dont certains sont imputables aux protéines allergisantes des pollens, notamment des aéroallergènes [5,6].

Adresse e-mail : claudenonottevarly@limperialsante.net

<https://doi.org/10.1016/j.reval.2022.02.226>

1877-0320/© 2022 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Nous proposons d'approfondir notre connaissance des pollens allergisants des GR d'origine française et de définir des caractéristiques des GR pouvant expliquer ou favoriser la survenue potentielle d'un accident allergique avec l'aide de l'allergomélissopalynologie.

2. Matériels et méthode

2.1. Échantillons de gelée royale

L'étude porte sur 16 échantillons de gelée royale d'origine française, adressés entre 2017 et 2019 pour être soumis à l'expertise de l'origine géographique au laboratoire d'analyses et d'écologie apicole CETAM – Lorraine (Centre d'études techniques apicoles de Moselle – Lorraine), 1 B Rue Jeanne d'Arc, 57310 Guénange – France, ou au laboratoire d'expertise des miels, ZA Quartier Bel Air, 39330 Port-Lesney – France.

2.2. Technique de l'allergomélissopalynologie

Cette méthode procède de l'étude des grains des pollens provenant de la flore pollinifère butinée par l'abeille domestique *Apis mellifera*.

L'allergomélissopalynologie appliquée à la gelée royale permet de définir :

- les pollens des plantes pollinifères utiles à la typologie de la gelée royale ;
- le profil de la flore pollinifère utile à la définition de l'origine géographique ;
- les pollens allergisants permettant d'établir le spectre pollinique allergénique ;
- les potentiels allergéniques cutanés des pollens allergisants.

2.2.1. Analyse palynologique de la gelée royale

L'analyse palynologique de la gelée royale définit :

- le nombre de grains de pollens par unité de masse de GR ;
- le spectre de pollen par genres ou familles botaniques selon la norme de l'*International Commission for Bee Botany* [7], qui définit l'ordre de fréquence des pollens en % :
 - monofloral ($\geq 80\%$),
 - dominant ($\geq 45\%$ et $< 80\%$),
 - d'accompagnement ($\geq 16\%$ et $< 45\%$),
 - minoritaire ($\geq 3\%$ et $< 16\%$),
 - très minoritaire ou isolé ($\geq 1\%$ et $< 3\%$),
 - la proportion de chaque pollen floral du spectre des pollens de la GR,
 - la masse de chaque pollen floral du spectre par unité de masse de GR.

Les pollens très minoritaires ou isolés ($< 3\%$) sont négligés.

Le profil de la flore pollinifère caractérise l'écologie de la zone de butinage et permet de définir l'origine géographique de la GR.

2.2.2. Étude du spectre pollinique allergénique de la gelée royale

Le spectre pollinique allergénique de la GR est établi à partir des types de pollens identifiés par l'analyse méliissopalynologique. Dans ce travail, le caractère allergénique des pollens est fondé sur la collection de référence des pollens allergisants du réseau français de surveillance aérobiologique RNSA (Réseau National de Surveillance Aérobiologique) ou par l'examen d'articles scientifiques parus dans des revues ou des guides spécialisés. Sont aussi considérés allergéniques les pollens appartenant à une famille

botanique dont les membres partagent un haut degré de sensibilisation croisée. Nous citerons par exemple les Asteraceae [8,9]. Elles forment une grande famille comportant 13 sous-familles et 30 tribus. Si un certain nombre des membres sont pollinisés par des insectes et préoccupent rarement les allergologues, certains sont à l'opposé responsables d'allergie croisée [9]. La sous-famille Cichorioideae est paraphylétique et contient peu de membres pollinifères qui sont incriminés dans l'allergie si on excepte le pissenlit (*Taraxacum spp.*). La sous-famille Asteroideae est monophylétique et comprend 10 tribus, dont trois présentent un intérêt particulier du point de vue allergologique : la tribu Heliantheae des tournesols et des ambrosies ; la tribu Anthemideae des matricaires, des marguerites et des armoises ; et la tribu Astereae des asters et des solidages.

Les pollens allergisants anémophiles sont caractérisés par un potentiel allergique (*allergy potency*). Ils sont répartis en différents groupes de niveau de potentiel selon un classement du RNSA [10]. Les auteurs définissent le potentiel allergique comme la capacité du grain de pollen à produire des immunoglobulines E spécifiques dans une grande partie de la population. Il s'agit d'un indice d'exposition correspondant au niveau d'allergènes contenus à l'intérieur du grain de pollen, dans les particules micro-cytoplasmiques ou autour de l'exine du grain de pollen. La puissance allergique d'un grain de pollen est la même quelle que soit la localisation de la plante source [10].

Pour des raisons de clarté, nous distinguerons dans la suite de notre propos l'armoise et l'ambrosie à potentiel allergique élevé des astéracées pollinifères (ex. : pissenlit, tournesol, etc.). Nous convenons de dénommer ces dernières astéracées pollinifères.

2.2.3. Étude des potentiels allergéniques cutanés des pollens de la gelée royale

L'allergénicité d'un pollen allergisant (PA) est mesurée par la réactivité cutanée (RPA) d'allergiques à ce pollen. RPA est proportionnelle à la masse de PA récoltée par l'abeille, selon une fonction qui lui est propre [11] :

$$\text{Log(RPA)} = A(\text{Log[MassePA]}) + B$$

De cette fonction, on déduit l'équation de potentiel allergénique cutané spécifique du pollen allergisant où a et b sont des constantes spécifiques de PA :

$$\text{RPA} = b(\text{Log[MassePA]})^a$$

Enfin, le système d'indexation du potentiel allergénique APIS attribue à chaque pollen allergisant un indice d'allergénicité défini comme égal à 10 fois RPA. Les équations de potentiel allergénique cutané des PA butinés par l'abeille ont été déterminées de manière expérimentale [11].

Lors de ce travail, la méthode APIS a permis de définir le potentiel allergénique APIS PA de chaque pollen allergisant d'un échantillon de GR. Pour cela, la réactivité cutanée de chaque PA a été évaluée par le calcul du diamètre de la papule établi comme suit :

- calcul de la masse de pollen allergisant par unité de masse de GR ;
- calcul du diamètre de la papule à l'aide de l'équation de potentiel allergénique cutané ad hoc ;
- calcul d'APIS PA.

Les APIS PA ont été évalués pour deux unités de masse de GR égales à 300 mg et 500 mg de GR fraîche qui correspondent aux doses de consommation journalières habituellement conseillées.

3. Résultats

3.1. L'analyse palynologique de la gelée royale

L'analyse palynologique des 16 échantillons de GR confirme leur origine française.

Le nombre moyen de grains de pollen par unité de masse de GR s'établit à $195\,100 \pm 143\,360$ grains/10 grammes (valeur minimale : 27 660 – valeur maximale : 372 340).

Le spectre de pollen par genres ou familles botaniques de chaque échantillon de GR est présenté dans la Fig. 1. Dix échantillons sur seize comportent un pollen dominant. Le spectre de pollen compte en moyenne $13,75 \pm 2,25$ genres ou familles différentes (valeur minimale : 10 – valeur maximale : 18).

3.2. Les spectres polliniques allergéniques de la gelée royale

Onze types ou familles de pollens allergisants sont comptés au sein des 16 échantillons de GR. Les spectres polliniques allergéniques de la GR comportent en moyenne $5,31 \pm 1,40$ pollens allergisants différents (valeur minimale : 2 – valeur maximale : 8) (Fig. 1).

La Fig. 2 montre la classe de fréquence et le nombre des différents types de pollens allergisants de la GR et leur potentiel allergique de pollens aéroallergènes d'après Thibaudon M [10]. Le pollen de châtaignier est le seul pollen classé dominant. Il constitue avec les astéracées pollinifères (comme le pissenlit), les pollens allergisants les plus représentés de nos échantillons. De plus, ce sont les pollens caractérisés par un potentiel allergique faible ou négligeable [10]. À l'opposé, les pollens d'armoise et de bouleau qui disposent d'un potentiel allergique élevé [10] sont les deux pollens allergisants les plus rarement rencontrés dans nos échantillons. L'association des pollens de graminées et de plantain est observée dans sept des huit échantillons où l'un ou l'autre de ces deux pollens est présent (Fig. 1).

3.3. Étude des potentiels allergéniques cutanés APIS PA

Les APIS sont rapportés dans la Fig. 3 pour les trois pollens aéroallergènes caractérisés par un potentiel allergique élevé : armoise, graminées et bouleau, et pour les pollens partageant un haut degré de sensibilisation croisée, les astéracées pollinifères.

Aux doses quotidiennes de 300 mg ou de 500 mg de GR, aucun APIS n'atteint la valeur de 10 pour les pollens allergisants s'ils sont de classe « minoritaire » comprise entre 3 % et 15 %. Seuls les APIS de l'armoise et des astéracées pollinifères sont susceptibles d'être supérieurs ou égaux à 10 quand ils sont en classe « accompagnement » entre 16 % et 44 %.

4. Discussion

4.1. Les pollens allergisants sont fréquemment observés dans la gelée royale d'origine française

La densité et la diversité du spectre des pollens des 16 échantillons de GR d'origine française sont comparables à celles observées dans des GR d'autres contrées européennes qui présentent des climats et des biodiversités végétales similaires [12,13].

Nous avons aussi trouvé des différences qualitatives par rapport aux types de pollen parmi les échantillons. Le nombre de types de pollen est corrélé avec le nombre absolu de grains de pollen par échantillon : 10 à 18 types de pollens selon la richesse pollinique des échantillons et 2 à 7 pollens allergisants. Cependant, un pollen dominant a été trouvé dans la plupart des cas : 10 échantillons sur 16, dont 6 fois le pollen de châtaignier. Chacun de nos échantillons est issu de GR collectées dans plusieurs colonies et regroupées en

un lot. Chaque lot est caractérisé conformément à un cahier des charges par le nom du producteur, le site de production (localisation du rucher) et la date de récolte. Ceci diminue les différences qui pourraient être observées entre les colonies car la production de GR peut être influencée par plusieurs facteurs tels que la génétique, l'importance de la population de la colonie, les « préférences » de l'alimentation de la colonie (polylectisme), etc. [3].

Néanmoins, les types de pollen de la GR proviennent essentiellement des mêmes taxons que ceux trouvés dans les pollens en pelote et les miels récoltés par les abeilles autour du rucher à la même période. Il a été montré une similitude des spectres polliniques entre ces trois types de produits de la ruche : GR, miel et pollen en pelote. En fait, les abeilles montrent une préférence pour le pollen fraîchement récolté pour la production de ces différents produits de la ruche. Aussi, il a été démontré que la méliissopalynologie permet de déterminer l'origine géographique de la gelée royale, comme pour le miel ou le pollen en pelote [3].

4.2. La quantité de pollen allergisant apportée par une dose quotidienne gelée royale d'origine française est faible

Près des deux tiers des pollens allergisants, sept sur onze, sont des pollens « minoritaires » ou « isolés » (Fig. 2), parmi lesquels nous trouvons les pollens de bouleau et de graminées au potentiel allergique élevé [10]. Seul quatre types de pollen sont en quantité remarquable : celui « dominant » du châtaignier et les trois « d'accompagnement » des astéracées pollinifères, du saule et de l'armoise.

La densité pollinique de la GR ($195\,100 \pm 143\,360$ grains/10 g) (valeur minimale : 27 660 – valeur maximale : 372 340) est en moyenne supérieure à celle du miel [3]. Cependant, la dose quotidienne de GR qui est en moyenne de 300 à 500 mg, est à comparer à la masse de 7 à 10 grammes d'une cuillère à café de miel. Ainsi, la quantité moyenne de 10 000 grains de pollen apportée par une dose quotidienne de GR est comparable à celle d'une cuillère à café d'un miel pauvre en pollen. Elle apparaît cinquante fois plus faible que celle d'une seule pelote de pollen en pelote. La quantité de chaque pollen « minoritaire » ou « isolé » ingérée avec une dose quotidienne ne dépasse pas quelques centaines de grains. Cette quantité n'apparaît pas suffisante pour embarrasser l'allergie pollinique. Celle de chaque pollen « dominant » ou « d'accompagnement » atteint quelques milliers de grains, suffisamment nombreux pour que certains types de pollen soient en capacité d'incommoder certains allergiques sensibilisés.

L'association pollen de plantain/pollen de graminées est quasi-permanente (7 cas sur 8) dans nos échantillons. Cependant, ces types de pollen sont de classe « minoritaire » ou « isolé » dans la GR. Ils cumulent ensemble peu de grains de pollens, moins de 1000 grains au total dans une dose quotidienne de GR. Même si la plupart des individus sensibilisés au pollen de plantain sont également sensibilisés au pollen de graminées dans les régions méditerranéennes [14], cette association semble peu capable d'importuner l'allergique doublement sensibilisé.

4.3. Les accidents allergiques liés à une ingestion de pollens allergisants de gelée royale semblent rares

Une enquête déclarative transversale menée auprès de 1472 employés d'un hôpital de Hong Kong a évalué à 0,6 % la prévalence des accidents d'hypersensibilité consécutifs à la consommation de GR. Neuf sujets ont signalé un total de 13 effets indésirables toutes causes confondues [15]. L'allergie sévère à la GR est avant tout liée à des protéines d'origine apiaire du type Royalactine (MRJP1) et MRJP2, deux allergènes majeurs de la GR [16]. L'allergie aux pollens constitue également un facteur de risque d'allergie à la GR. Le rôle des pollens semble néanmoins minoritaire

Pollens	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
Dominant $\geq 45\%$	<i>Châtaignier</i>		<i>Châtaignier</i>		Colza	<i>Châtaignier</i>	Colza	<i>Châtaignier</i>		Ronce	<i>Châtaignier</i>	<i>Châtaignier</i>			Berce	
Accompagnement $\geq 15\%$		Coquelicot	<i>Armoise</i>	Fruitiers <i>Saule</i>	Fruitiers		<i>Saule</i>		Colza <i>Saule</i>	Lotier			Carotte Persil Tournesol	Pimpinelle Camomille Angélique	<i>Armoise</i> Férule	Amarinthe Carotte Chicorée
Minoritaire $\geq 3\%$	<i>Saule</i> Colza Fruitiers <i>Pissenlit</i> Erable Chardon Bruyère Arbousier Romarin Mimosa <i>Tilleul</i> Pin	Fève <i>Graminées</i> Sainfoin Chardon Colza Erable Sarrasin <i>Tilleul</i> Noyer <i>Plantain</i> Kaki	Mercuriale <i>Plantain</i> Spirée <i>Chénopode</i> Lotier <i>Graminées</i> Romarin Bleuet Lierre Scabieuse Salicaire	<i>Châtaignier</i> Erable Houx Colza <i>Chêne</i> <i>Pissenlit</i> Bleuet Troène Trèfle Berce Chicorée Chardon	<i>Saule</i> Marronnier Erable <i>Pissenlit</i> <i>Châtaignier</i> <i>Chêne</i> Troène Trèfle Berce Chicorée	Trèfle Spirée Colza Bleuet Chardon Fruitiers Ronces Fève Troène Salicaire Tournesol	Fruitiers Marronnier <i>Chêne</i> Erable Pimpinelle <i>Pissenlit</i> Houx <i>Graminées</i> Gui	Ronce Phacélie Trèfle Vigne vierge Sureau Marronnier Houx Fève Spirée	Fève Fruitiers <i>Chêne</i> Erable Houx <i>Pissenlit</i> Lierre Trèfle Noyer <i>Tilleul</i> <i>Châtaignier</i>	<i>Châtaignier</i> Tournesol Sarrasin Trèfle <i>Tilleul</i> Centaurée <i>Saule</i> <i>Plantain</i> Coquelicot Vipérine	Ronce Trèfle Phacélie Trèfle Fève Vigne vierge Sureau <i>Armoise</i> Murier	Ciste Fruitiers Campanule Bruyère Carotte Vigne Cornus Tournesol Chardon Coquelicot	Colza <i>Chénopode</i> Centaure Luzerne Groseiller Sauge Murier <i>Plantain</i> <i>Graminées</i> Ronces <i>Tilleul</i>	Souci Colza Centaure <i>Chénopode</i> <i>Pissenlit</i> <i>Plantain</i> <i>Graminées</i> <i>Tilleul</i> Tournesol	<i>Bouleau</i> Colza Centaure <i>Chénopode</i> <i>Plantain</i> <i>Graminées</i>	Colza Trèfle Luzerne Troène Ronces <i>Tilleul</i> <i>Chénopode</i>
Isolé $< 3\%$	<i>Graminées</i> Scabieuse Viome <i>Plantain</i> Houx		Chardon Lavande		Vigne vierge Tournesol Bruyère <i>Tilleul</i> Gui	<i>Tilleul</i> <i>Graminées</i> <i>Chêne</i> Bruyère	Tamaris Pin Romarin Euphorbe <i>Plantain</i>	Lotier Troène Bleuet		Scabieuse Chardon		Troène Pin	Trèfle Vipérine		Sorrier <i>Chêne</i>	Sureau
Pollen allergisant significatif			<i>Armoise</i>										Asteracées pollinifères	Asteracées pollinifères	<i>Armoise</i>	Asteracées pollinifères
Total pollens	18	12	14	14	17	16	16	13	13	14	10	13	16	12	11	11
Total pollens allergisants	7	4	6	5	8	7	5	2	5	6	2	4	5	8	7	4

Fig. 1. Analyses polliniques des 16 échantillons de gelée royale (italique gras : aéroallergènes, italique : astéracées pollinifères).

	Dominant	Accompagnement	Minoritaire	Isolé
Châtaignier	6	—	5	—
Astéracées pollinifères		3	10	3
Saule		3	3	—
Armoise		2	1	—
Tilleul			7	2
Graminées			6	2
Plantain			6	2
Chénopode			5	—
Chêne			4	2
Troène			3	2
Bouleau			1	—

Fig. 2. Potentiel allergique (PA) des pollens aéroallergènes d'après Thibaudon M. [10] présents dans la gelée royale (vert : PA faible ou négligeable, jaune : PA modéré, rouge : PA élevé).

Dose quotidienne	Pollens allergisants (nombre d'échantillons)	Bouleau (1)	Graminées (6)	Astéracées pollinifères (13)	Armoise (3)
	Ordre de fréquence	APIS _{PA} (valeurs minimales et maximales observées)			
300 mg	16 % ≤ Accompagnement < 45 %	—	—	7 - 12	11 - 14
	3 % ≤ Minoritaire < 16 %	3	5 - 7	4 - 7	7
500 mg	16 % ≤ Accompagnement < 45 %	—	—	9 - 15	12 - 16
	3 % ≤ Minoritaire < 16 %	3	6 - 8	5 - 8	8

Fig. 3. Valeurs des APIS des pollens allergisants en fonction de la dose quotidienne de gelée royale.

pour les réactions anaphylactiques sévères. En effet, jusqu'à présent, seuls quelques cas de patients sensibilisés aux aéroallergènes polliniques présentant des symptômes anaphylactiques susceptibles être liés à des pollens présents dans la GR ont été décrits [5,6,17,18]. Les protéines de pollen de composées semblent être les principaux allergènes impliqués [5,6,17,18]. Il est rapporté le cas d'une jeune femme de 29 ans allergique aux pollens, qui a présenté 15 minutes après la prise simultanée de deux compléments alimentaires comportant de la GR lyophilisée, une rhinoconjonctivite, un bronchospasme aigu et une toux. Un bilan d'allergie a confirmé des sensibilisations aux graminées et à l'armoise, mais aucun résultat de test d'allergie à la GR n'est mentionné [18]. Deux équipes ont rapporté chacune un cas de personne sensibilisée à l'armoise qui a présenté un tableau anaphylactique consécutif à l'ingestion de GR, et chez qui le prick test à la GR est positif [5,17]. Enfin, il est décrit le cas d'un enfant de sept ans, pas connu être allergique, qui a présenté deux épisodes identiques de syndrome oral dix minutes après l'ingestion de GR. Les prick tests ont montré une polysensibilisation aux pneumallergènes (chat et pollens) et à l'amande.

Le test cutané à la GR suspecte était franchement positif avec une papule de 6 mm. Les dosages des IgE spécifiques et moléculaires ont confirmé les tests cutanés et ont mis en évidence de discrètes sensibilisations (0,25 kUA/L environ) aux composées de type pissenlit, camomille et chrysanthème, à la graine de tournesol et à l'armoise [6].

Le rôle causal formel du pollen d'armoise a pu être établi chez un patient allergique au miel. Le test RAST-inhibition a montré une forte réactivité croisée entre les protéines du miel suspect et de l'armoise, et l'analyse SDS-PAGE a montré que les principales bandes des protéines des extraits du miel suspect et de l'armoise étaient superposables [5].

4.4. Les potentiels allergéniques cutanés APIS PA des pollens allergisants de la gelée royale confirment le particularisme des composées

Les valeurs APIS des pollens allergisants contenus dans 300 mg et 500 mg de GR (Fig. 3) sont habituellement plus faibles que celles

calculées pour les mêmes pollens présents dans des produits de la ruche du type miel et pollen en pelote. Dans nos échantillons, l'armoise et les astéracées pollinifères sont les seuls pollens allergisants dont les APIS apparaissent supérieurs ou égaux à 10 lorsqu'ils sont de classe « accompagnement ». Si les échantillons E3 et E15 (Fig. 1) comptaient de l'ambroisie en lieu et place de l'armoise, les APIS théoriques calculés seraient respectivement de l'ordre de 15–17 pour 300 mg et de 19–22 pour 500 mg.

Parfois d'autres types de pollens allergisants de la GR peuvent être de classe « accompagnement » voire « dominant » dans des échantillons récoltés très localement. Dans l'ouest de l'île grecque de Crète (district de La Canée), 14 extraits de GR rassemblent dix échantillons avec du pollen d'olivier « dominant » et quatre échantillons avec du pollen d'olivier « accompagnement » [12], cependant la densité pollinique moyenne de ces extraits est faible ($129\,970 \pm 62\,160$ grains/10 g). En Italie du nord, les pollens d'olivier, de plantain et de chénopode sont de classe « accompagnement » dans un des treize extraits de GR de densité pollinique riche de $238\,200 \pm 129\,500$ grains/10 g [13]. Les valeurs APIS estimées au regard des données disponibles s'élèvent pour la plus importante à 9 pour l'olivier de l'extrait italien avec les hypothèses les plus hautes (dose : 500 mg – densité pollinique : $367\,700$ grains/10 g – Olivier : 44 %, soit 8089 grains de pollen d'olivier/500 mg de GR).

Par contre, les pollens des composées sont plus fréquemment présents en quantité (ex. : classe « accompagnement ») dans les GR récoltées dans de nombreuses zones géographiques : les pollens d'armoise et d'ambroisie en Italie et en France [13,19], les pollens d'astéracées pollinifères en Italie [13], en Roumanie et en ex-Yougoslavie [19], en Grèce [12]. Les pollens d'astéracées pollinifères comme le pissenlit et le tournesol sont présents dans des échantillons de GR provenant de Chine ou du Vietnam [13]. Les composées sont largement réparties dans le monde dans toute une variété d'habitats écologiques, à l'exception de l'Antarctique. On les trouve dans les grandes cultures, dans les habitats forestiers, les prairies et même les espaces verts urbains, mais elles sont beaucoup moins fréquentes dans les zones tropicales [20].

La technique de production impacte également la présence des pollens de composées dans la GR car la saison de récolte s'effectue habituellement entre juin et août, notamment en zone tempérée. L'été constitue une saison doublement riche en butinage des composées : les grandes floraisons des composées mellifères (pissenlit, tournesol) sont très appétentes pour l'abeille ; les floraisons des autres plantes mellifères déclinant, les abeilles débutent aussi le butinage du pollen de plantes non mellifères, parmi lesquelles l'armoise ou l'ambroisie [21].

La réactivité croisée entre les pollens de composées joue un rôle clé car il s'agit d'une réactivité croisée étendue entre les différentes composées aéroallergènes et mellifères [9,22,23]. Cette allergénicité croisée a été démontrée pour l'armoise, le pissenlit et le chrysanthème [22]. La sensibilisation primaire peut être due aux aéroallergènes, mais il n'est pas exclu que certains allergiques soient monosensibilisés aux pollens de plantes mellifères. Il est rapporté le cas d'un patient réellement monosensibilisé au pollen de pissenlit [22]. Cependant, le ou les supports de cette réactivité croisée sont mal connus, mais elle expliquerait la survenue d'accident après l'ingestion de pollen butiné par l'abeille en l'absence d'aéroallergène dans du pollen en pelote [23].

Diverses protéines allergisantes participent à cette réactivité croisée [24]. Certaines protéines des composées sont capables de conserver leur allergénicité malgré la digestion des grains de pollen engagée par les enzymes des sécrétions de l'abeille dès le début du butinage [25]. La digestion des grains se poursuit longuement dans la GR par rapport à d'autres produits de la ruche. En effet, la méli-sopalynologie de la GR met en évidence un grand nombre de grains altérés correspondant pour la plus grande part à des pollens digérés [19]. Diverses protéines participent à cette sensibilisation croisée

entre pollens de composées. Par exemple, Art v3 de l'armoise, Amb a6 de l'ambroisie et Hel a3 du tournesol sont trois protéines de transfert lipidique (LTP). Ces LTP appartiennent à la famille PR-14 et sont membres de la superfamille des prolamines à liaison disulfure qui sont résistantes à la chaleur et à la digestion enzymatique. Elles peuvent provoquer des allergies alimentaires systémiques graves car la stabilité des LTP leur permet d'atteindre intactes le système immunitaire gastro-intestinal [26]. Art v6, de l'armoise, Amb a1 de l'ambroisie et Hel a6 du tournesol sont des pectate lyases qui participent à l'émergence et la croissance du tube pollinique lors de la germination pollinique [27,28]. Ce sont des allergènes stables responsables de sensibilisation croisée dans la famille des composées (aéroallergènes et/ou pollinifères) mais partagent peu de réactivité croisée avec les pectate lyases des cupressacées [28].

La GR peut être conservée fraîche plusieurs mois à 4 °C ou congelée à –18 °C sans subir de dégradation, la concentration d'un marqueur de dégradation (hydroxy-méthyl-furfural-HMF) demeurant inférieure au seuil de détection [29]. La GR fraîche comportant autour de 60 % d'eau, les autres méthodes de conservation sont la déshydratation, la lyophilisation et la cryolyophilisation. La GR importée représentant 97 % de la consommation française est essentiellement une GR lyophilisée. Cette dernière est la forme utilisée pour la composition des compléments alimentaires, la fabrication des boissons à la GR, etc. La lyophilisation favorise la réaction de Maillard et la glycation des protéines de la GR [30]. Or, la transformation des aliments peut conduire à l'augmentation d'activité des allergènes. Ceci est documenté pour les allergènes soumis à la réaction de Maillard. Il a été montré que les allergènes d'arachide modifiés par la réaction de Maillard se lient plus efficacement aux IgE et sont en même temps aussi plus résistants à l'hydrolyse gastrique [31,32]. En est-il de même pour les protéines allergisantes des pollens de composées des GR transformées ?

5. Conclusion

L'allergique pollinique doit être circonspect avant de consommer une gelée royale lyophilisée ou un complément alimentaire en contenant car, à ce jour, aucune réglementation n'impose de communiquer la composition palynologique. La consommation d'une gelée royale fraîche de l'année d'origine française, conservée au froid et récoltée en avril ou mai, semble plus sûre car les pollens de composées sont le plus souvent absents. Les abeilles butinent alors à l'acmé de la pollinisation entomophile printanière, et le risque de « contamination » par des pollens allergisants est diminué. En effet, ces derniers subissent à ce moment la concurrence « déloyale » du pollen de plantes abondamment représentées et attractives que les abeilles préfèrent grandement recueillir. L'allergique à l'armoise ou à l'ambroisie doit être attentif.

Déclaration de liens d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

Remerciements

L'auteur remercie chaleureusement le Groupement de Producteurs de Gelée Royale (GPGR) et les apiculteurs producteurs de gelée royale pour leur aide.

Références

- [1] Anon. N F ISO 12824, 26 novembre 2016.
- [2] Les synthèses FranceAgriMer 2017/Apiculture ; Observatoire de la production de miel et gelée royale ; Edition mai 2017 ; FranceAgriMer.
- [3] Dimou M, Goras G, Thrasyvoulou A. Pollen analysis as a means to determine the geographical origin of royal jelly. *Grana* 2007;46:118–22.

- [4] Barth OM. Botanical resources used by *Apis mellifera* determined by pollen analysis of royal jelly in Minas Gerais, Brazil. *J Apic Res* 2005;44(2):78–81.
- [5] Lombardi C, Senna GE, Gatti B, et al. Allergic reactions to honey and royal jelly and their relationship with sensitization to compositae. *Allergol Immunopathol* 1998;26(6):288–90.
- [6] Fantini P, Delle Donne P, Calogiuri G, Ferrannini A, Vacca A, Nettis E, et al. Oral allergy syndrome in a child provoked by royal jelly. *Case Rep Med* 2014;2014 [Article ID 941248, 3 pages].
- [7] Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of melissopalynology. *Bee World* 1978;59:139–57.
- [8] Weber RW. Cross-reactivity of plant and animal allergens. *Clin Rev Allergy Immunol* 2001;21:153–202.
- [9] Fernández C, Martín-Esteban M, Fiandor A, Pascual C, López Serrano C, Martínez Alzamora F, et al. Analysis of cross-reactivity between sunflower pollen and other pollens of the Compositae family. *J Allergy Clin Immunol* 1993;92(5):660–7.
- [10] Thibaudon M. Pollen allergy potency for the main urban plants. *Eur Med J Allergy Immunol* 2017;2(1):59–60.
- [11] Nonotte-Varly C. Why not evaluate the allergenic potential of bee pollen with a skin testing method? *Alergologia Polska-Polish. J Allergol* 2016;3(3):114–22.
- [12] Dimou M, Tananaki C, Goras G, Kerazafiris E, Thrasyvoulou A. Melissopalynological analysis of royal jelly from Greece. *Grana* 2013;52:106–12.
- [13] Piana L, Belligoli, Persano Oddo L, Piperno S. Pollen analysis of royal jelly: contribution to analytical methods and characterization. *Apiacta* 2006;41:28–43.
- [14] D'Amato G, Lobefalo G. Allergenic pollens in the southern Mediterranean area. *J Allergy Clin Immunol* 1989;83:116–22.
- [15] Leung R, et al. Royal jelly consumption and hypersensitivity in the community. *Clin Exp Allergy* 1997;27(3):333–6.
- [16] Rosmilah M, Shahnaz M, Patel G, Lock J, Rahman D, Masita A, et al. Characterization of major allergens of royal jelly *Apis mellifera*. *Trop Biomed* 2009;25:243–51.
- [17] Harada S, Moriyama T, Tanaka A, Harada S, et al. [Two cases of royal jelly allergy provoked the symptoms at the time of their first intake]. *Arerugi* 2011;60(6):708–13.
- [18] Saisine de l'ANSES n° 2017-SA-0215 publiée le 23 mai 2018.
- [19] Ricciardelli d'Albore G, Battaglini Bernardini M. Origine géographique de la gelée royale. *Apidologie* 1978;9(1):1–17.
- [20] Bohm B, Stuessy T. Flavonoids of the Sunflower Family (Asteraceae). Germany: Springer Science & Business Media; Berlin/Heidelberg; 2001.
- [21] Sabatini AG, Piana ML, Grillenzoni FV. I mieli dell'Emilia-Romagna -Studio di caratterizzazione. Istituto Nazionale di Apicoltura, Bologna; 2000, 92 p.
- [22] Lee YW, Choi SY, Lee EK, Sohn JH, Park JW, Hong CS. Cross-allergenicity of pollens from the Compositae family: *Artemisia vulgaris*, *Dendranthema grandiflorum*, and *Taraxacum officinale*. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2007;99:526–33.
- [23] Cohen SH, Yunginger JW, Rosenberg N, Fink JN. Acute allergic reaction after composite pollen ingestion. *J Allergy Clin Immunol* 1979;64:270–4.
- [24] Gadermaier G, Wopfner N, Wallner M, Egger M, Didierlaurent A, Regl G, et al. Array-based profiling of ragweed and mugwort pollen allergens. *Allergy* 2008;63:1543–9.
- [25] Nonotte-Varly C. Allergenicity of *Artemisia* contained in bee pollen is proportional to its mass. *Eur Ann Allergy Clin Immunol* 2015;47(6):218–24.
- [26] Kondo Y, Urisu A. Oral allergy syndrome. *Allergol Int* 2009;58:485–91.
- [27] Marín-Rodríguez MC, Orchard J, Seymour GB. Pectate lyases, cell wall degradation and fruit softening. *J Exp Bot* 2002;53(377):2115–9.
- [28] Ghosh N, Sircar G, Asam C, Wolf M, Hauser M, Saha S, et al. Purification and biochemical characterization of Hel 6, a cross-reactive pectate lyase allergen from Sunflower (*Helianthus annuus* L.) pollen. *Sci Rep* 2020;10(1):20177.
- [29] Ciulu M, Floris I, Nurchi VM, Panzanelli A, Pilo MI, Spano N, et al. A possible freshness marker for royal jelly: formation of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde as a function of storage temperature and time. *J Agric Food Chem* 2015;63(16):4190–5.
- [30] Messia MC, Caboni MF, Marconi E. Storage stability assesment of freeze dried RJ by furosine determination. *J Agric Food Chem* 2005;53:4440–3.
- [31] Maleki SJ, Chung SY, Champagne ET, Raufman JP. The effects of roasting on the allergenic properties of peanut proteins. *J Allergy Clin Immunol* 2000;106:763–8.
- [32] Chung SY, Butts CL, Maleki SJ, Chanpagne ET. Linking peanut allergy to the processes of maturation, curing and roasting. *J Agric Food Chem* 2003;51:4273–7.