



Convention relative à la prestation confiée par la Direction de l'Agriculture au Centre apicole de recherche et d'information dans le cadre du projet PROTEGE

Caractérisation des miels et appui à la valorisation des productions apicoles en Polynésie française

-

Rapport final

Carine Massaux , Etienne Bruneau
CARI asbl

Kathleen Grignet
DAG

Mars 2023

Cari asbl, 1 Place Croix du Sud 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique



Table des matières

REMERCIEMENTS	6
1. OBJECTIFS DE LA CONVENTION	7
2. SITUATION ACTUELLE DE L'APICULTURE POLYNESIENNE ET DONNEES DISPONIBLES	7
3. CARACTERISATION DES MIELS	10
3.1. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	12
<i>Humidité</i>	12
<i>HMF (Hydroxyméthylfurfural)</i>	16
<i>Indice de Saccharase (IS) et Indice de Diastase (ID)</i>	19
<i>Conductivité électrique</i>	22
<i>pH et acidité</i>	25
<i>Sucres</i>	27
<i>Bilan des analyses physico-chimiques</i>	33
3.2. ANALYSES ORGANOLEPTIQUES.....	34
<i>Présentation du miel</i> :.....	34
<i>Dégustation du miel : arômes et saveurs</i>	35
3.3. ANALYSES POLLINIQUES.....	37
<i>Références utilisées pour la flore mellifère</i>	37
<i>Méthode d'analyse</i>	37
<i>Lames de référence</i>	37
<i>Présentation et lecture des résultats des analyses palynologiques</i>	38
<i>Résultats des analyses palynologiques</i>	39
3.4. INTERPRETATIONS RELATIVES AUX ANALYSES	46
4. MISSION DU CARI EN POLYNÉSIE FRANÇAISE	47
4.1. BILAN RELATIF À L'APICULTURE POLYNÉSIEENNE	47
<i>Éléments favorisant l'apiculture</i>	47
<i>Freins au développement de l'apiculture</i>	48
5. LISTE DE RECOMMANDATIONS PRÉALABLES À LA VALORISATION DES MIELS POLYNÉSIENS	49
<i>Les récoltes</i>	49
<i>Gestion des miellées</i>	50
<i>Les indicateurs de dégradation des miels</i>	51
<i>L'humidité des miels</i>	51
<i>La conductivité</i>	52
<i>Teneur en saccharose trop élevée</i>	52
<i>Les pollens présents dans les miels</i>	52
<i>Les modes de production</i>	53
6. CONSEILS POUR AMELIORER LA QUALITE DES MIELS	54
6.1. UN MIEL DE QUALITÉ	54
<i>Point de vue du consommateur</i>	54
<i>Côté législation</i>	54
<i>Et pour l'apiculteur</i>	55
6.2. LA RUCHE ET LE RUCHER	57
<i>L'isolation des ruches</i>	57
<i>La ventilation</i>	57
<i>La densité des ruches</i>	58
6.3. MIELLÉE ET RÉCOLTE DES HAUSSES.....	58
<i>La saison apicole</i>	58
<i>Les miellées</i>	59
<i>Pose et retrait des hausses</i>	59

6.4.	TRAVAIL DU MIEL JUSQU'À LA MISE EN POT	61
	<i>Déshumidification du local</i>	61
	<i>Les hausses</i>	61
	<i>L'extraction du miel</i>	61
	<i>Maturation et filtration</i>	61
6.5.	STOCKAGE ET COMMERCIALISATION.....	62
	<i>Liquide ou cristallisé</i>	62
	<i>La législation</i>	62
	<i>Un marché de niche</i>	62
7.	TYPOLOGIE DES MIELS POLYNESIENS	63
	<i>Éléments de base pour une interprétation correcte des résultats repris sur les fiches Miels par archipel ..</i>	<i>63</i>
7.1.	MIELS DES ÎLES DU VENT	65
7.2.	MIELS DES ÎLES SOUS-LE-VENT	67
7.3.	MIELS DES ÎLES AUSTRALES	69
7.4.	MIELS DES ÎLES MARQUISES.....	71
7.5.	MIELS DES ÎLES TUAMOTU/GAMBIER.....	73
8.	CONCLUSIONS GENERALES ET RECOMMANDATIONS	75
8.1.	LA LÉGISLATION	75
8.2.	ENCADREMENT DE LA FILIÈRE	75
8.3.	SUIVI TECHNIQUE DE L'APICULTURE	76
8.4.	AMÉLIORATION DE LA CONNAISSANCE DES PLANTES MELLIFÈRES	76
8.5.	PISTES DE VALORISATION – APICULTURE NATURELLE – PRODUITS LOCAUX – POTENTIEL TOURISTIQUE.....	77
9.	BIBLIOGRAPHIE	78

FIGURES

Figure 1 : Localisation des miels analysés par le CARI.....	11
Figure 2: Humidité (%) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.....	14
Figure 3: Défauts se développant à court ou moyen terme en cours de stockage, en raison d'une humidité trop élevée des miels (à gauche : déphasage ; à droite : fermentation).....	15
Figure 4: Teneur en HMF (mg/kg) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.....	18
Figure 5 : Indice de saccharase (histogramme plein) et Indice de diastase (histogramme rayé) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.	20
Figure 6 : Conductivité (mS/cm) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.....	23
Figure 7: pH des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.	26
Figure 8 : Cristallisation des miels en fonction du rapport fructose/glucose à 20°C.....	27
Figure 9 : Roue des arômes, éditée par le CARI en collaboration avec l'IHC (International Honey Commission).....	35
Figure 10 : Fréquence d'identification générale des pollens identifiés (famille et/ou espèce).....	41
Figure 11 : Fréquence d'identification générale des pollens identifiés (famille et/ou espèce) par groupe d'îles.....	42
Figure 12 : Fréquence d'identification générale des pollens identifiés (famille et/ou espèce) par groupe d'îles (suite).....	43

Tableaux

Tableau 1 : Origine géographique des échantillons de miels analysés depuis 2012.....	9
Tableau 2 : Provenance et code des miels analysés.....	10
Tableau 3 : correspondance entre hygrométrie et humidité du miel.....	12
Tableau 4 : Humidités : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel.....	15
Tableau 5 : Evolution du taux de HMF et de l'activité de la diastase dans les miels en fonction de la température de stockage.....	16
Tableau 6 : Teneurs en HMF : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel.....	17
Tableau 7: Indice de saccharase et Indice de diastase : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel.....	21
Tableau 8 : Conductivité : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel.....	22
Tableau 9: valeurs moyennes, minimales et maximales du pH mesurées sur les miels par archipel...	25
Tableau 10 : rapport Fructose/Glucose : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel.....	27
Tableau 11: Teneurs en différents sucres mesurées sur les miels par archipel, ainsi que teneurs en sucres mono-saccharides, di-saccharides, tri-saccharides et rapport fructose/glucose.....	29
Tableau 12 : Classification des miels analysés sur base de critères du marché européen/international - par archipel.....	33
Tableau 13: caractéristiques visuelles et de texture des miels par archipel.....	35
Tableau 14 : arômes et saveurs caractéristiques des miels par archipel.....	36
Tableau 15: Période de pose et de retrait des hausses.....	50
Tableau 16 : Limites légales et limites conseillées par le CARI.....	63

Remerciements

Nous remercions chaleureusement tous les apiculteurs et associations apicoles ayant contribué à ce projet par la mise à disposition d'échantillons de miels, le partage de leurs connaissances et observations. La disponibilité dont ils ont fait preuve tout au long de ce projet est inestimable.

Aussi, l'accueil réservé par les apiculteurs de Polynésie française lors de la mission effectuée par le CARI et le Centre Apicole de Nouvelle-Calédonie (CPA) sur place était remarquable. Nous remercions particulièrement Louise Frogier, Olivier Vergnet, Marcel Teroroira, Olivier Thomas et Ludwig Blanc qui n'ont pas hésité à tout mettre en œuvre pour que la visite de leurs exploitations se déroule dans les meilleures conditions. Les apiculteurs présents lors des diverses rencontres ont été d'une totale ouverture dans leurs échanges et ont ainsi permis d'enrichir le contenu de ce rapport.

Merci aussi à Bruno Schmidt, Tunui Piritua et Teahu Tanihaa, agents de la DAG qui ont préparé ces visites et ont fait part d'un intérêt marqué pour l'apiculture polynésienne en n'hésitant pas à rechercher des pistes concrètes pour le futur des apiculteurs. Il faut également remercier tous les apiculteurs(rices) et autres sympathisants de la filière apicole pour leur participation active lors des visites, séminaires et formations.

Tout ce travail n'aurait pas été possible sans l'aide précieuse des agents de la Direction de l'Agriculture de Polynésie française (DAG). Nombreuses sont les personnes ayant contribué de près ou de loin à ce projet, depuis la collecte des échantillons jusqu'aux diverses étapes de restitution et diffusion des résultats, en particulier au sein du Bureau Stratégie et Economie (BSE), de la cellule Recherche Innovation et Valorisation (RIV) ainsi que des Subdivisions des Tuamotu-Gambiers, des Marquises, des Iles-Sous-le Vent et des Australes. Grâce à leur investissement, ce projet effectué dans le cadre du programme PROTEGE a pu être mené à terme avec succès. Nous les en remercions vivement.

Nous remercions particulièrement Valérie Antras pour ses importantes contributions, notamment dans la relecture du présent rapport. C'est aussi avec émotion que nous rendons hommage à Christine Wong, dont les conseils éclairés et la disponibilité dans le cadre de ses fonctions de cheffe du Bureau Stratégie Economie ont été d'un grand soutien tout au long de ce projet.

Nous remercions également les agents de la Chambre d'Agriculture et de Pêche Lagonnaire (CAPL), en particulier Marc Fabresse et Heiarii Roihau, pour leurs indispensables contributions à la collecte de données ainsi que la collaboration à l'occasion du concours des miels de la foire agricole 2022.

Merci aussi au personnel du laboratoire du CARI et plus particulièrement à Aurore Dubois chargée des analyses polliniques. Ce sont eux qui étaient à la base de ce travail d'analyse conséquent. Nous remercions également l'équipe PROTEGE, en particulier Aurélie Thomassin et Clément Gandet, pour leur accompagnement dans la coordination de ce projet.

Enfin, nous remercions le programme PROTEGE financé par l'Union Européenne et la DAG d'avoir fait confiance à Kathleen Grignet et au CARI pour mener à bien ces travaux.

1. OBJECTIFS DE LA CONVENTION

Ce rapport est co-rédigé par le CARI et Kathleen Grignet dans le cadre d'une convention commanditée par la Direction de l'agriculture (DAG) de Polynésie française. Cette convention s'inscrit dans le cadre du Projet Régional Océanien des Territoires pour la Gestion durable des Ecosystèmes (PROTEGE), une initiative financée par l'Union européenne qui vise à promouvoir un développement économique durable et résilient face au changement climatique au sein des Pays et Territoires d'Outre-Mer européens du Pacifique (PTOM), en s'appuyant sur la biodiversité et les ressources naturelles renouvelables. Le projet PROTEGE s'articule autour de quatre thèmes, dont le thème « Agriculture et foresterie » dans lequel s'inscrit la présente convention. Elle a pour objectif la caractérisation de miels et plus largement l'appui à la valorisation des productions apicoles de Polynésie française. Plus concrètement, cette convention a pour objet de :

- poursuivre le travail de caractérisation de miels polynésiens sur base d'analyses physico-chimiques, organoleptiques et polliniques réalisées par le laboratoire du CARI asbl ;
- réaliser une mission d'expertise et de formation à destination des apiculteurs sur le territoire polynésien ;
- produire divers supports de transfert et de vulgarisation du volet de caractérisation des miels.

2. SITUATION ACTUELLE DE L'APICULTURE POLYNESIENNE et DONNEES DISPONIBLES

La Polynésie française, située dans l'Océan Pacifique Sud entre le 8^e et le 22^e ° de latitude sud, est composée de 118 îles regroupées en cinq archipels : l'archipel de la Société dans lequel on différencie les îles du Vent et les îles Sous-le-Vent, l'archipel des Marquises au nord, l'archipel des Tuamotu et l'archipel des Gambier, et l'archipel des Australes au sud. Ces îles d'origine volcanique se divisent en deux catégories : les îles hautes et les îles basses coralliennes ou atolls.

L'apiculture est arrivée en Polynésie avec les colons européens, qui ont apporté avec eux des essaims d'abeilles. Durant la dernière décennie, elle s'est développée très rapidement. D'une production fortement déficitaire en 2012 (92 tonnes produites au départ de 2960 ruches appartenant à 70 apiculteurs - DAG 2012, Fert G. & Pajuelo A. 2013), on est passé à un niveau d'auto-alimentation pratiquement total avec un pic de production en 2018 (environ 180 tonnes annuelles - DAG 2021). Les ruchers se répartissent sur une cinquantaine d'îles. Depuis 2012, la déclaration des ruchers et du nombre de colonies en possession des apiculteurs a été rendue obligatoire auprès des services du Pays¹. C'est actuellement la DAG qui gère cette base de données. En outre, des efforts de géolocalisation des ruchers sur base volontaire ont été entamés en 2018 par la DAG, principalement sur l'île de Tahiti où se situent plus de la moitié des exploitations apicoles déclarées. Ils se poursuivent désormais avec l'appui du Groupement de défense sanitaire animale de Polynésie française (GDS-A-PF), association loi 1901 créée par les professionnels des filières d'élevage en 2021. Ceci permet d'avoir un meilleur suivi de la profession.

La DAG et le Centre de Formation pour la Promotion de l'Agriculture (CFPPA) ont édité des documents pour améliorer la pratique apicole des apiculteurs, par exemple un bulletin technique sur l'apiculture en Polynésie française (SDR 2007) et un Memento de l'apiculteur polynésien (DAG et CFPPA, 2020).

¹ Arrêté n° 1404 CM du 19 septembre 2012 relatif aux modalités de la déclaration des ruchers et la gestion des données afférentes

Vu l'évolution rapide du secteur, il semble aujourd'hui possible d'arriver à une surproduction localisée lors de bonnes années de production. Plusieurs démarches récentes ont d'ailleurs été entreprises par les autorités pour favoriser l'exportation de miels polynésiens, à la demande d'apiculteurs professionnels. Les données concernant la production apicole dans les différents archipels semblent néanmoins fluctuer d'une année à l'autre, et certaines îles/zones géographiques pourraient potentiellement atteindre leur maximum de production en fonction de la ressource mellifère disponible. L'évolution de la production et de la productivité à la ruche reste donc à suivre au cours des prochaines années afin d'orienter au mieux le développement de la filière.

La caractérisation et la valorisation des miels polynésiens a pris toute son importance suite à la mise en application en 2012 de la réglementation très stricte en matière d'importations de miels étrangers afin de protéger les abeilles de l'introduction d'agents pathogènes (dont les maladies à déclaration obligatoire) ou de prédateurs comme *Aethina tumida*. Il est clairement précisé que « *le miel de tous pays est interdit à l'importation, sauf à attester par certificat sanitaire que le pays est indemne des maladies transmissibles des abeilles à déclaration obligatoire ou que le miel a subi des traitements garantissant la destruction des agents des maladies présentes dans le pays, la zone ou le compartiment d'origine* »². Avant cette date, les importations étaient en moyenne de 26 tonnes par an calculé sur la période 2000 - 2011.

Le tableau 1 présente la synthèse des différentes études réalisées entre 2012 et 2022. Il illustre l'effort d'échantillonnage et permet d'apprécier la représentativité des études concernées.

La mission menée par Gilles Fert et Antonio Gomez Pajuelo en novembre 2012 a dressé un bilan de la situation de la filière apicole polynésienne (Fert G. & Pajuelo A. 2013). Ils ont ainsi établi une liste de recommandations visant à développer l'apiculture polynésienne avec comme premier point la définition d'actions en faveur d'une augmentation raisonnée de la production de miel et des autres produits de la ruche. Dans ce cadre, ils ont récolté et analysé 20 échantillons de miels au cours de leur mission.

En 2017, le Dr K. Rogers, Institut GNS Science a remis un rapport « *Élaboration d'un référentiel pollinique et caractérisation des miels polynésiens* » basé sur l'analyse des pollens de 65 plantes issues de Tahiti et Moorea et de 130 miels provenant de 69 apiculteurs situés dans 5 archipels et sur 18 îles et récoltés de janvier à juin 2016 (+ 1 de 2013 et 1 de 2014). Plusieurs mélanges d'échantillons ont dû être réalisés sur base de l'origine géographique et de la couleur des miels pour arriver au final à l'analyse de 44 échantillons.

En 2021 et 2022, le CARI asbl a analysé 82 miels provenant des différents archipels afin de déterminer leur origine botanique et leur état de fraîcheur sur base d'analyses physico-chimiques, polliniques et organoleptiques. Le résultat de ces analyses fait l'objet du présent rapport. En 2021 et 2022, la DAG a également fait parvenir au CARI une centaine de pollens de référence provenant de plantes sur lesquelles un butinage a été observé.

En parallèle, plusieurs travaux ont également été réalisés durant ces dix dernières années pour mieux connaître la flore mellifère présente sur les différents archipels

Hugo OUDART (2015) a conduit une « *Étude et référencement des plantes mellifères de Polynésie française : Étude d'un site dans la commune de Mahina, Tahiti* ». Portant sur les mois de juin et de juillet 2015, elle a permis d'identifier 56 espèces mellifères se répartissant en 27 familles et 50 genres. Cette période correspond cependant à l'hiver austral, période de repos pour les abeilles. Plus récemment, Jean-François BUTAUD (2020) a réalisé un recensement des plantes à intérêt apicole sur la Polynésie française, pour le compte de la Chambre de l'Agriculture et de la Pêche

² ARRETE n° 979 CM du 24 juillet 2015 portant fixation de la liste des marchandises susceptibles de véhiculer des agents de maladies transmissibles des animaux et de la liste des denrées alimentaires et aliments pour animaux susceptibles de ne pas répondre aux conditions de sécurité sanitaire des aliments.

Lagonaire (CAPL), à partir des études précédentes disponibles et d'observations de botanistes et d'entomologistes. Cette étude, s'étend sur tout le territoire polynésien et recense quelques 240 plantes mellifères présentes dans les cinq archipels de la Polynésie française. Enfin, le mémoire de fin d'études d'Alexia LOMBARD (2021) porte sur la « Caractérisation des pratiques apicoles en vue de la caractérisation des miels de Polynésie française ».

Tableau 1 : Origine géographique des échantillons de miels analysés depuis 2012

	Fert & Paj.	Rogers	CARI	Total
Tuamotu				
Rangiroa	2	1	3	6
Fakarava		2	3	5
Niau		3	1	4
Tureia			4	4
Takapoto		1	1	2
Reao		2		2
Makatea		1		1
Nukutepipi		1		1
Rikitea		1		1
Mangareva			1	1
Kaukura			1	1
Gambier				
Mangareva	2			2
Akamaru	1			1
Marquises				
Hiva Oa	4	4	11	19
Nuku Hiva		4	2	6
Ua Huka		1		1
Iles de la société				
<i>îles du Vent</i>				
Tahiti	4	4	23	31
Moorea	2	4	7	13
Tetiaroa		1	1	2
<i>Îles Sous-le-Vent</i>				
Raiatea	2	1	9	12
Tahaa		2	9	11
Bora Bora			1	1
Huahine	1			1
Australes				
Tubuai	2	6	5	13
Rurutu		3		3
Raivavae		1		1
Total	20	43	82	145

3. CARACTERISATION DES MIELS

Au cours de l'année 2021 et 2022, le CARI s'est vu confier les analyses physico-chimiques, organoleptiques et polliniques de 82 échantillons de miels (34 en 2021 et 48 en 2022) issus de plusieurs archipels de Polynésie française. Ce rapport de synthèse est rédigé sur base des résultats de ces analyses. Il vise à permettre une meilleure interprétation des résultats d'analyse pour le transfert de ceux-ci vers les acteurs de la filière apicole.

Les échantillons ont été rassemblés et expédiés par la DAG via un transporteur privé, après avoir reçu l'autorisation préalable des services vétérinaires compétents³. À la suite de problèmes de coordination avec le transporteur, le colis expédié en 2021 a rencontré quelques difficultés au niveau des inspections à effectuer auprès des services vétérinaires de l'aéroport. Ceci a entraîné un délai de 3 mois avant la réception de ces échantillons par le laboratoire du CARI. Toutefois, ces miels n'ont pas été exposés à des écarts de température ayant pu impacter leurs caractéristiques organoleptiques et/ou physico-chimiques. Dès réception au CARI, les miels ont été conservés à 15°C. Pour les échantillons de 2022, aucun problème de transport n'a été rencontré.

Afin de garantir l'anonymat des résultats, les miels ont été référencés par la DAG selon un code chiffré. La provenance des miels ainsi que les codes utilisés sont repris dans le tableau 2. Pour plus de clarté dans la lecture des résultats, chaque archipel a été associé à une couleur.

Tableau 2 : Provenance et code des miels analysés

Archipels		Iles	Nombre de miels analysés	Code des miels
Iles du Vent	IDV	Tahiti	23	TAHI 01 à 23
		Moorea	7	MO 01 à 07
		Tetiaroa	1	TETIA 01
Iles Sous-le-Vent	ISV	Raiatea	9	RAI 01 à 09
		Bora Bora	1	BOR 01
		Tahaa	9	TAHA 01 à 09
Iles Australes	AUS	Tubuait	5	TUB 01 à 05
Iles Marquises	MQ	Hiva Oa	11	HIV 01 à 11
		Nuku Hiva	2	NUK 01 à 02
Tuamotu Gambier	TG	Rangiroa	3	RANG 01 à 03
		Fakarava	3	FAK 01 à 02 et 011
		Mangareva	1	RIKI 01
		Tatakoto	1	TATA 01
		Tureia	4	TUR 01 à 04
		Niau	1	NIA 01
		Kaukura	1	KAU 01

³ La Polynésie française ne figure pas, à l'heure actuelle, dans la liste de pays autorisés à exporter du miel vers l'Union Européenne. L'envoi d'échantillons de miels pour analyses nécessite une autorisation préalable des services vétérinaires compétents dans le pays destinataire. En l'occurrence, le laboratoire du CARI étant situé en Belgique, il s'agit de l'Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire (AFSCA). L'inspection des documents d'autorisation et du contenu du colis doit être effectuée auprès des services vétérinaires de l'aéroport lors de l'entrée en UE.

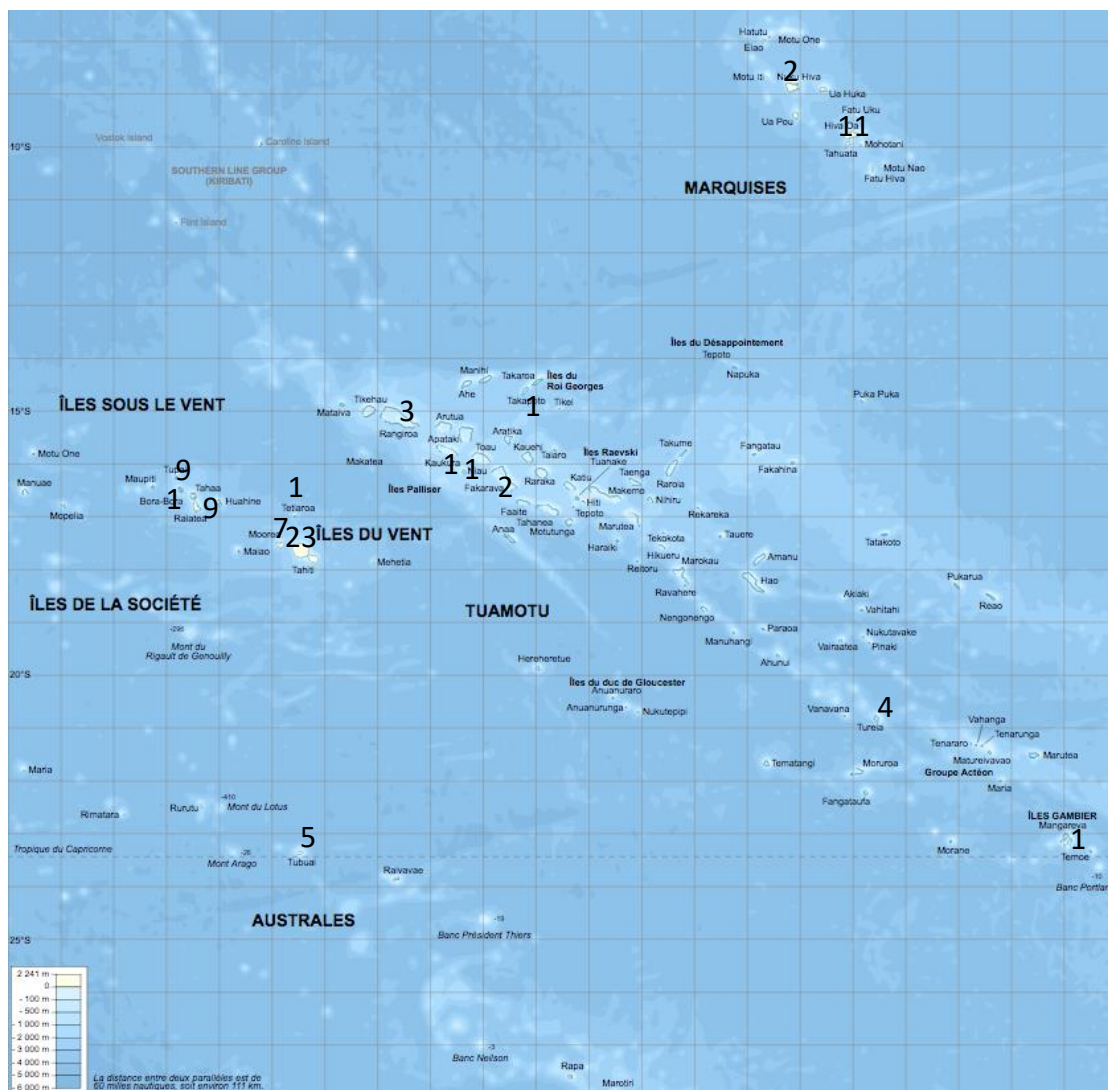


Figure 1 : Localisation des miels analysés par le CARI

La figure 1 permet la localisation des miels reçus par le CARI.

Chaque miel a fait l'objet d'une analyse individuelle ; aucun pool entre miels d'un même archipel n'a été effectué. Les analyses réalisées permettent d'une part d'évaluer la qualité des miels et d'autre part, de réaliser une première approche pour déterminer l'origine florale de ceux-ci et la présence éventuelle de miels monofloraux.

Dans la suite de ce rapport, nous proposons de passer en revue chaque analyse et de mettre en évidence les tendances observées par archipel.

Les analyses ont été menées selon les protocoles recommandés par l'IHC (International Honey Commission) et consultables sur le lien suivant : <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf> Ces méthodes respectent également les standards recommandés par le Codex Alimentarius (<https://www.ihc-platform.net/codex2001.pdf>) et la Directive Miel européenne (<https://www.ihc-platform.net/honeydirective2001.pdf>)

Le laboratoire du CARI est de plus accrédité selon la norme ISO 17025 (certificat n°312-TEST émis par BELAC) pour la plupart des méthodes d'analyses physico-chimiques décrites ci-dessous.

3.1. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Humidité

La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité du nectar mais peut être influencée par de nombreux facteurs, parmi lesquels les conditions climatiques lors de la récolte, le taux d'operculation des rayons, les conditions de stockage, etc. Le miel est en effet un produit très « hygroscopique » : il absorbe l'humidité de l'air avec lequel il est en contact (notamment lors de la récolte, de l'extraction ou du stockage). Les données suivantes présentent l'humidité du miel en équilibre avec l'humidité relative de la pièce :

Tableau 3 : correspondance entre hygrométrie et humidité du miel

Humidité relative de l'air (=hygrométrie)	Humidité du miel (% H ₂ O)
HR 55 %	16,3 %
HR 60 %	18,3 % H ₂ O
HR 65 %	20,9 % H ₂ O

L'**humidité** est une des caractéristiques les plus importantes du miel car elle joue un rôle primordial dans sa conservation, sa texture et sa cristallisation. La Directive Miel européenne ainsi que le Codex Alimentarius⁴ autorisent une teneur maximale allant jusqu'à 20% en eau. En effet, l'humidité favorise le développement de bactéries et levures qui consomment l'eau et les sucres du produit et provoquent sa fermentation, phénomène aggravé dans un environnement chaud. La réduction du taux d'humidité empêchera le développement de ces micro-organismes.

On considère qu'en dessous de 18 % le risque de fermentation du miel est très réduit, idéalement, il sera aux environs de 17% d'eau. Sous 16%, le miel est considéré comme trop sec car il ne libèrera plus ses arômes de manière optimale et assèchera la bouche.

Les résultats d'humidité mesurés sur les 82 miels sont présentés dans le tableau 4 et la figure 2 ci-dessous :

- 48 miels présentent une humidité optimale inférieure à 18% dont 2 sont excessivement secs (13,75 % et 15%)
- 34 miels sur les 82 analysés (41%) présentent une humidité supérieure à 18%, valeur maximale conseillée par notre laboratoire pour une conservation optimale. Une proportion importante des miels présente donc un risque élevé de développer des problèmes de fermentation.
- Parmi les miels les plus humides, 10 miels présentent une teneur en eau supérieure ou égale à 19%
- 2 miels dépassent même la limite légale autorisée des 20%.

⁴ Directive 2001/110/CE du Conseil du 20 décembre 2001 relative au miel – Journal officiel des Communautés européennes

Codex Alimentarius : ensemble de normes, de lignes directrices et de codes d'usages adoptés par la Commission ad hoc créée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) afin de protéger la santé des consommateurs et de promouvoir des pratiques loyales en matière de commerce de denrées alimentaires

Les climats chauds et humides de la Polynésie française offrent des conditions propices au développement des levures. Il est par conséquent très important de mieux maîtriser l'humidité des miels.

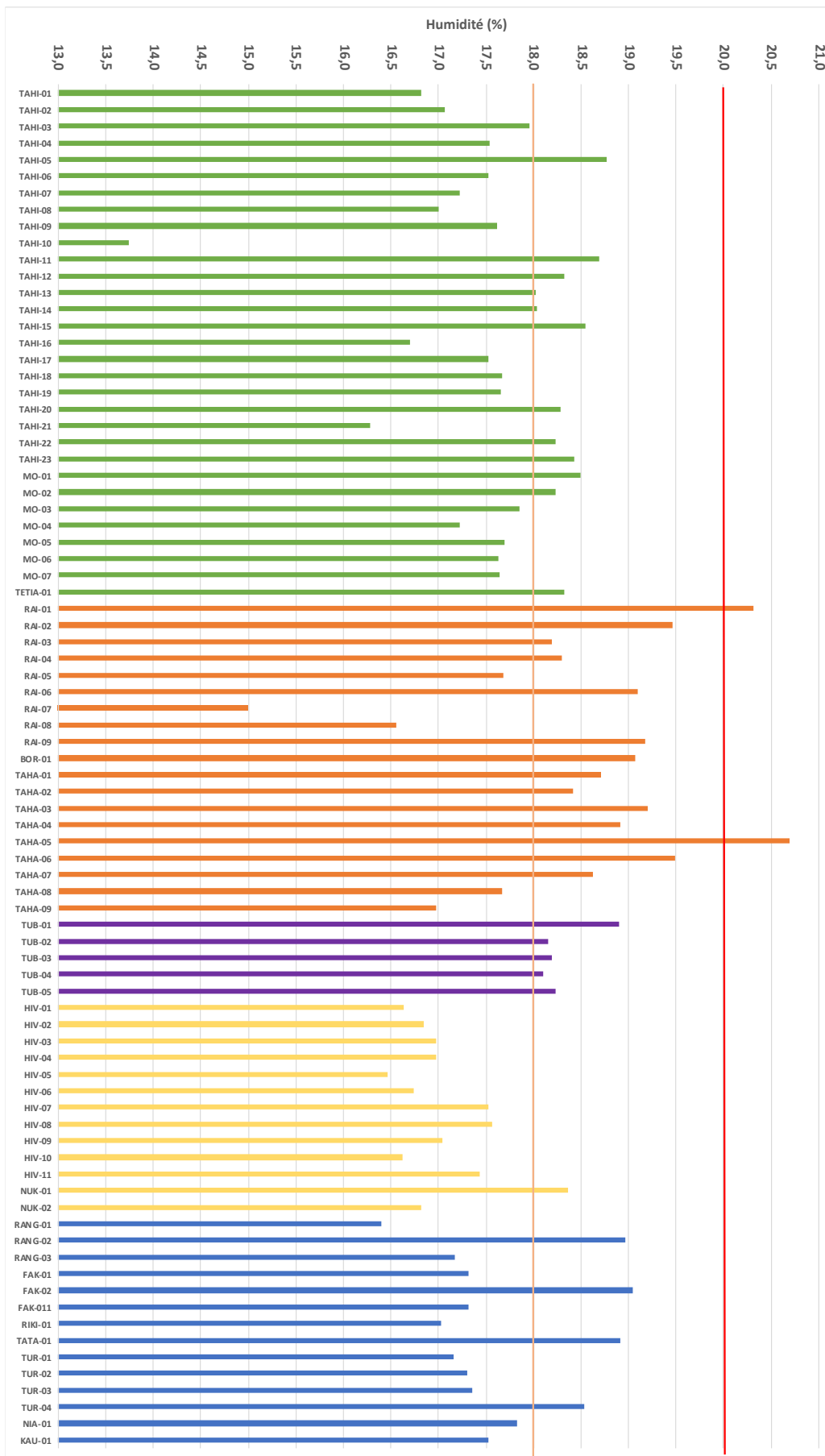


Figure 2: Humidité (%) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.

En fonction des archipels, des différences sont observées :

- 10 des 23 miels provenant des îles du Vent présentent une humidité supérieure à 18%.
- 14 des 19 miels issus des Iles Sous-le-Vent sont trop humides. C'est également parmi ces miels que figurent les 2 miels hors normes légales en raison d'une humidité supérieure à 20%.
- Les 5 miels provenant des Iles australes sont tous trop humides, avec une teneur en eau légèrement supérieure à 18%.
- Tous les miels (13) provenant des Marquises présentent une humidité optimale, comprise en 16,5 et 17,6%, à l'exception d'un seul miel qui a une humidité de 18,4%.
- Seuls 4 miels sur les 14 échantillons provenant des Tuamotu/Gambier présentent une humidité supérieure à 18%.

Tableau 4 : Humidités : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	Pourcentage de miels avec hum. > 18%	Humidité (%) moyenne	Humidité (%) valeurs min.- max.
IDV	31	43%	17,6	13,7 – 18,8
ISV	19	74%	18,5	15,0 – 20,7
AUS	5	100%	18,3	18,1 – 18,9
MQ	13	8%	17,1	16,5 – 18,4
TG	14	29%	17,7	16,4 – 19,1

Par conséquent, les plus importants et fréquents problèmes de maîtrise de l'humidité semblent être rencontrés dans les îles Sous-le-Vent et les îles Australes.

Si ces problèmes d'humidité ne sont pas corrigés, les miels développeront des défauts en cours de conservation (déphasage, développement d'écume ou de mousse, fermentation, ...) défauts dont nous avons effectivement observé l'apparition sur certains miels en cours de stockage au laboratoire du CARI (voir photos ci-dessous).



Figure 3: Défauts se développant à court ou moyen terme en cours de stockage, en raison d'une humidité trop élevée des miels (à gauche : déphasage ; à droite : fermentation)

HMF (Hydroxyméthylfurfural)

L'**HMF** est un composé chimique issu de la dégradation du fructose (un des deux sucres majoritaires du miel). Sa concentration dans un miel frais est nulle. Elle augmente avec le temps en corrélation avec la température de stockage. La concentration en HMF reflète donc l'âge et le passé thermique du miel.

Un miel, récolté depuis peu et sans chauffage particulier, ne contient pas plus de 2 mg d'HMF par kg. Durant le stockage du miel à température ambiante (20 – 25 °C), il est admis que la concentration en HMF augmente d'environ 5 à 10 mg/kg par an pour des miels dont le HMF ne dépasse pas 2 mg/kg de HMF au départ (tableau 5). Cette évolution liée au couple température – durée de chauffage, est cependant exponentielle et sera dès lors de plus en plus rapide. Le réchauffage réalisé lors du défigeage ou de la refonte va générer la production d'HMF. Il faut éviter que la température du miel dépasse 40°C sous peine d'augmenter rapidement sa teneur en HMF et de limiter ainsi sa durée de conservation. Un miel ayant subi une pasteurisation flash (2 à 3 minutes à plus de 70°C) présente une teneur en HMF plus élevée de plusieurs unités qu'un miel non chauffé, malgré le fait que ce chauffage soit très court.

Tableau 5 : Evolution du taux de HMF et de l'activité de la diastase dans les miels en fonction de la température de stockage

Température de stockage	Temps nécessaire à la formation de 40 mg HMF/kg	Temps nécessaire à la réduction de 50% de l'activité de la diastase
10°C	10-20 ans	35 ans
20°C	2-4 ans	4 ans
30°C	0,5-1 ans	200 jours
40°C	1-2 mois	31 jours
50°C	5-10 jours	5,4 jours
60°C	1-2 jours	1 jour
70°C	6-20 heures	5,3 heures

La Directive Miel européenne et le Codex autorisent un maximum de 40 mg/kg d'HMF pour les miels récoltés sous un climat tempéré, et un maximum de 80 mg/kg d'HMF pour les miels récoltés sous un climat tropical. Cependant, une valeur de 80mg/kg signe que le miel a été exposé à des conditions qui lui auront fait perdre beaucoup de ses qualités gustatives et aromatiques.

Les résultats d'HMF mesurés sur les 82 miels sont présentés sur la figure 4 (page suivante) :

- 53 miels présentent une valeur en HMF inférieure à 40 mg/kg
- 16 miels présentent une valeur en HMF inférieure à 80 mg/kg soit un total de 69 miels conformes.
- 13 miels sur les 82 analysés (16%) présentent une teneur en HMF supérieure à 80 mg/kg, dont 4 atteignent des valeurs extrêmement élevées (> 300 mg/kg), indiquant qu'ils ont subi un chauffage prolongé à des températures élevées. Il s'agit des miels RAI-06, HIV-02, RANG-02 et FAK-02 (cf tableau 2).

Selon les archipels, des différences sont observées et sont détaillées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Teneurs en HMF : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	Pourcentage de miels avec HMF > 80 mg/kg (hors norme légale)	HMF (mg/kg) moyen	HMF (mg/kg) valeurs min.- max.
IDV	31	3%	32,4	8,8 – 90,6
ISV	19	16%	52,2	7,6 – 310,0
AUS	5	0%	22,1	18,3 – 31,2
MQ	13	11%	56,3	5,7 – 352,3
TG	14	50%	140,6	17,6 – 730,3

Une forte proportion des miels des Tuamotu présente un taux de HMF élevé signant une dégradation liée à une exposition à des températures trop fortes, essentiellement lors du stockage avant ou après récolte.

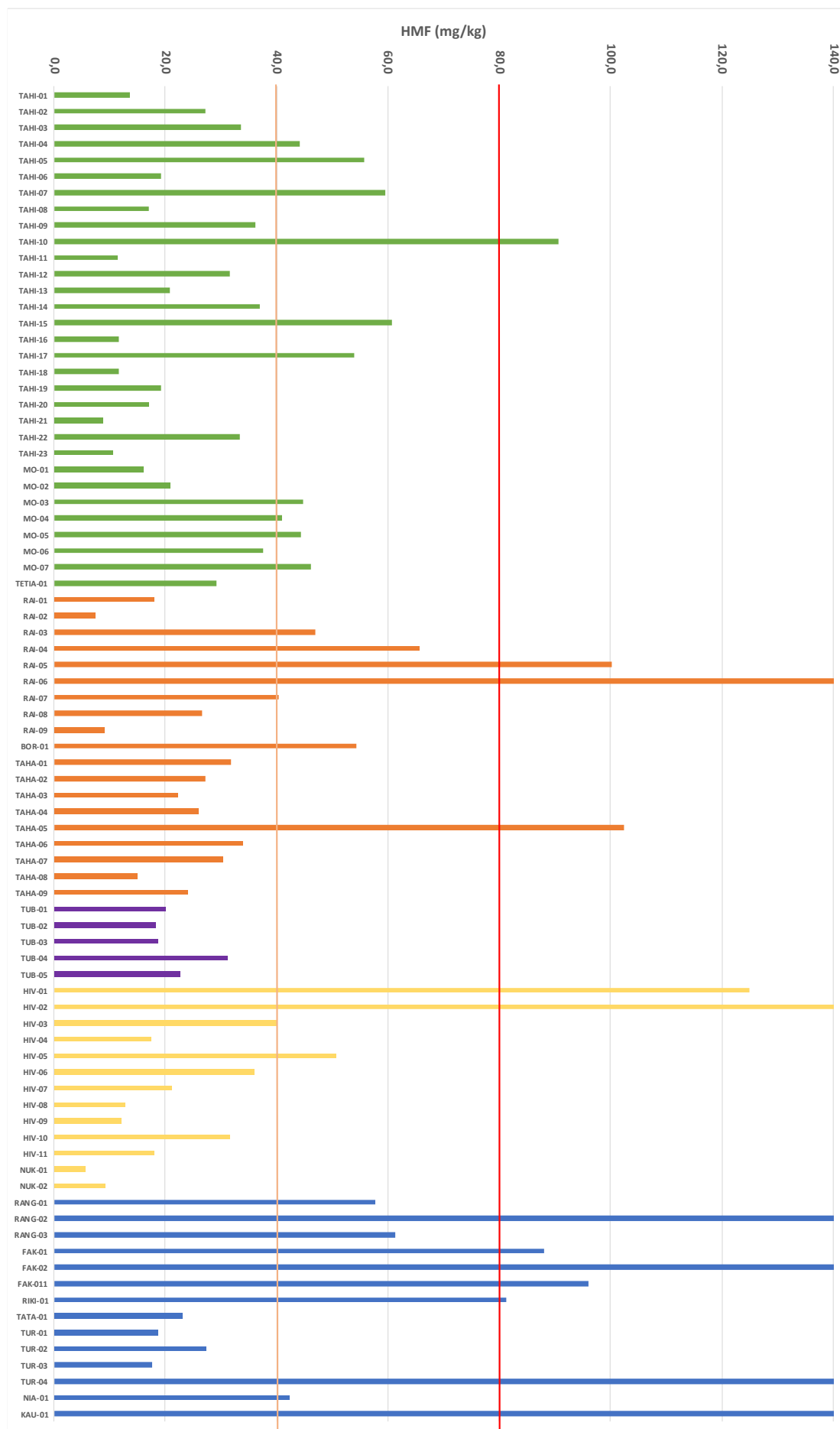


Figure 4: Teneur en HMF (mg/kg) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus

Indice de Saccharase (IS) et Indice de Diastase (ID)

Les enzymes sont des substances protéiques qui jouent un rôle important et bénéfique dans les processus physiologiques (digestion, conduction nerveuse, synthèse d'hormones, etc.). Le miel contient naturellement plusieurs enzymes dont les plus importantes sont : saccharase, alpha-amylase, beta-amylase, alpha-glucosidase et glucose-oxydase. Elles sont soit naturellement présentes dans le nectar soit sécrétées par les abeilles. Toutes ces enzymes sont sensibles à la chaleur à des degrés divers. Pour bénéficier de leur action, il y a donc lieu d'éviter au maximum le chauffage du miel.

La saccharase et la diastase sont sensibles à la chaleur et au vieillissement, leur activité donne une information précise sur la fraîcheur et sur les chocs thermiques subis par le miel. La saccharase est plus sensible encore à la température que la diastase et présente donc une information encore plus fine. Elle est considérée comme le meilleur révélateur d'une exposition à un choc thermique.

Les mesures de l'activité de la saccharase (ou invertase) et la diastase (ou amylase) s'expriment en **indice de saccharase (IS)** et **indice diastasique (ID)**. Généralement, un miel non dégradé a un **IS supérieur à 10 U/kg** (limite de qualité conseillée⁵) et un **ID supérieur à 8 U/kg** (limite légale⁶). Pour certaines espèces, un ID de 3 U/kg est autorisé par la Directive Miel européenne si cette valeur est couplée à un HMF inférieur à 15 mg/kg.

Il faut également noter que la concentration en ces enzymes varie aussi en fonction de l'origine botanique du miel et de l'intensité de la miellée. Plus les abeilles 'travaillent' un nectar pour le transformer en miel, plus celui-ci sera chargé en enzymes. A l'opposé, plus un miel est rapidement récolté et stocké par les butineuses, moins il sera chargé en enzymes. Pour prendre en compte ces variations liées à une miellée intensive, un IS inférieur à 10 est également accepté au CARI si le rapport ID/IS est $\leq 2,5$ pour un miel toutes fleurs et ≤ 5 pour certains miels monofloraux. A l'heure actuelle, ce rapport ID/IS semble cependant difficilement applicable à cette étude. Une connaissance plus poussée des caractéristiques des miels de Polynésie française doit d'abord être acquise afin de pouvoir effectuer une interprétation correcte de cette valeur.

Les résultats d'IS et d'ID mesurés sur les 82 miels sont présentés dans la figure 5.

La grande majorité des miels analysés présentent de faibles teneurs en enzymes.

9 miels sur les 82 analysés (11%) ont un IS supérieur à 10, valeur que nous recommandons au CARI comme critère de qualité. Parmi ceux-ci, 8 miels proviennent de Tahiti et 1 miel est issu de Hiva Oa. A l'exception de ceux-ci, tous les autres présentent un IS très faible.

Concernant l'ID, 31 miels sur les 82 (38%) présentent un ID supérieur à 8 (limite légale européenne). Une partie de ces résultats est à corrélérer avec les teneurs en HMF assez élevées que nous avons mises évidence dans certains de ces miels, confirmant que ceux-ci sont dégradés. Néanmoins, certaines de ces faibles valeurs enzymatiques sont associées à des valeurs de HMF < 20 mg/kg, ce qui démontre qu'il existe probablement en Polynésie française des espèces végétales présentant du nectar naturellement pauvre en enzymes et/ou une floraison massive induisant une miellée intensive. Des études plus poussées, corrélées avec les observations de terrain, sont cependant nécessaires pour permettre d'identifier les espèces végétales présentant ces particularités.

⁵ exprimée en Unité Gotarsky. $Nb_a \text{ U Gontarski} = Nb_b \text{ U Siegenthaler} \times 0,1751 + 1,2082$

⁶ exprimée en Unité Schade

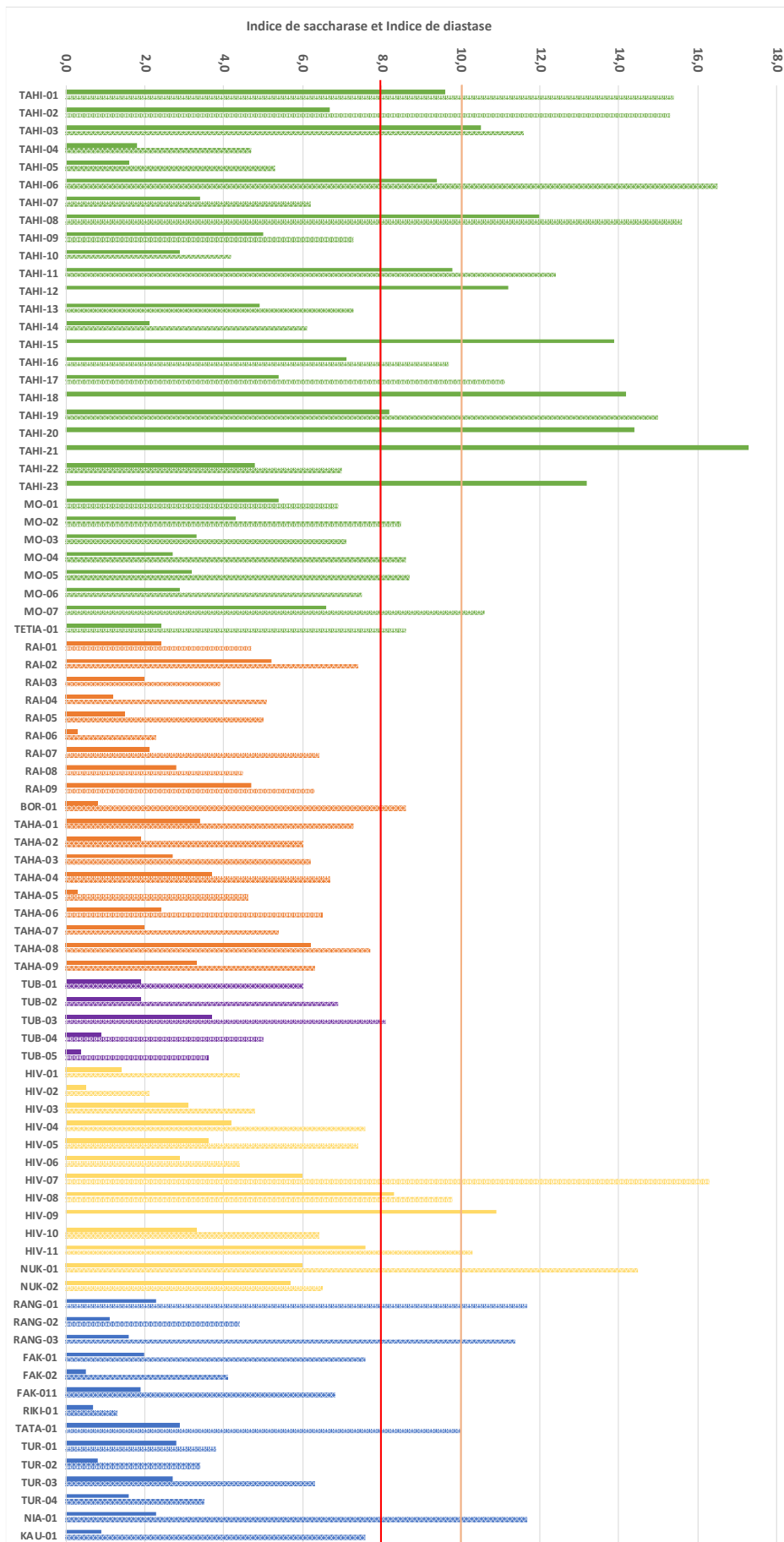


Figure 5 : Indice de saccharase (histogramme plein) et Indice de diastase (histogramme rayé) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.

On peut également constater que malgré des valeurs très basses des enzymes, on observe peu de différences entre les deux enzymes, ce qui est rare. Généralement la saccharase est beaucoup plus dégradée que la diastase plus résistante aux chocs thermiques. Ici, le rapport entre les deux enzymes reste correct ce qui signifie qu'on est confronté à des chauffages longs à très long sans pic de chaleur, qui semble causé par des récoltes tardives dans des ruches exposées au soleil et/ou de mauvaises conditions de stockage du miel après récolte. Cela se traduit par exemple par une réduction de l'ordre de deux-tiers de la diastase et de quatre cinquièmes de l'invertase par rapport à leur valeur initiale. Cela pourrait également correspondre à une élévation du HMF qui reste acceptable (entre 15 à 40 mg/kg).

Les valeurs enzymatiques sont globalement assez faibles. De légères différences sont néanmoins observées en fonction des archipels et sont présentées au tableau 7

Tableau 7: Indice de saccharase et Indice de diastase : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	Pourcentage de miels avec IS et ID ne répondant pas à la norme légale	IS - ID moyen	IS valeurs min.-max.	ID valeurs min.-max.
IDV	31	35%	7,1 - 9,5	1,6 – 17,3	4,2 – 16,5
ISV	19	95%	2,6 - 5,8	0,3 – 6,2	2,3 – 8,6
AUS	5	80%	1,8 - 5,9	0,4 – 3,7	3,6 – 8,1
MQ	13	62%	4,9 - 7,9	0,5 – 10,9	2,1 – 16,3
TG	14	71%	1,7 - 6,7	0,5 – 2,9	1,3 – 11,7

Le pourcentage de miels présentant de faibles teneurs en enzymes est élevé sur tous les archipels, bien qu'un peu moins marqué au niveau des miels issus des îles du Vent.

Il est probable qu'il existe également au niveau de la flore se développant en Polynésie des espèces dont le nectar est naturellement pauvre en enzymes. Peu ou pas de référence bibliographique étant disponible sur le sujet, cette hypothèse nécessite cependant des prélèvements de nectars sur le terrain et des analyses de ceux-ci afin d'être vérifiée. En zone tempérée, il est par exemple bien établi que les miels de *Citrus*, de *Robinia* ou de *Rosmarinus* présentent naturellement une faible teneur en enzymes.

Conductivité électrique

La **conductivité** est la propriété d'un corps à permettre le passage du courant électrique. Sa mesure reflète principalement la teneur en ions minéraux présents dans le miel (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , ... et acides organiques). Selon les références internationales, les miels de conductivité plus élevée sont en général plus riches en éléments minéraux et présentent généralement une couleur plus foncée. Elle donne de précieux renseignements sur l'origine botanique et permet notamment de différencier les miels de fleurs des miels de miellat.

Le miellat est une substance élaborée par les pucerons à partir de la sève des végétaux, qu'ils transforment en liquide sucré. Il peut être collecté par les abeilles et transformé en miel. Le miel de miellat a généralement une conductivité plus élevée ($> 0,8 \text{ mS/cm}$) par rapport à un miel de nectar ($< 0,6 \text{ mS/cm}$). Les miels issus de certaines fleurs possèdent également une conductivité naturellement plus élevée. Sous un climat tropical, c'est le cas notamment de l'eucalyptus et du manuka, mais peu de sources bibliographiques existent et documentent ce paramètre.

Selon la Directive Miel européenne, la conductivité indiquant qu'il s'agit exclusivement d'un miel de miellat doit être supérieure à $0,8 \text{ mS/cm}$.

Rogers (2017) note dans son rapport que les miels récoltés sur de petites îles et des régions côtières peuvent également présenter une conductivité plus grande que le miel provenant de régions continentales. Cette observation s'expliquerait par la salinité de l'air chargé d'embruns, déposée sur les fleurs des régions côtières et transmise à leur nectar, augmentant ainsi leur la teneur en minéraux. Elle pourrait également provenir de la salinité de l'eau prélevée par les racines des arbres situés à proximité de la mer ou sur les atolls.

Les résultats de conductivité mesurés sur les 82 miels sont présentés figure 6. Ils sont assez variables mais des tendances se dégagent clairement en fonction des archipels.

En se basant sur la valeur de $0,8 \text{ mS/cm}$, deux tendances se dégagent nettement :

- les miels provenant des îles du Vent, des Îles Sous-le-Vent ainsi que des Marquises présentent pour la majorité des miels des valeurs de conductivité inférieures ou proches de $0,8 \text{ mS/cm}$, indiquant une majorité de nectar dans le miel.
- les miels provenant des Iles Australes et des Tuamotu/Gambier présentent tous, à l'exception d'un miel (provenant de Mangareva), des valeurs de conductivité supérieures à $0,8 \text{ mS/cm}$. La valeur maximale est de 2 mS/cm , atteinte par un miel des Tuamotu/Gambier provenant de Niau ce qui est exceptionnellement élevé.

Tableau 8 : Conductivité : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	Pourcentage de miels avec une conductivité $> 0,800 \text{ mS/cm}$ (limite miellat)	Conductivité (mS/cm) moyen	Conductivité (mS/cm) valeurs min.- max.
IDV	31	19%	0,627	0,279 – 1,693
ISV	19	0%	0,545	0,367 – 0,745
AUS	5	100%	1,046	0,806 – 1,169
MQ	13	15%	0,347	0,540 – 0,998
TG	14	93%	1,286	0,498 – 2,048

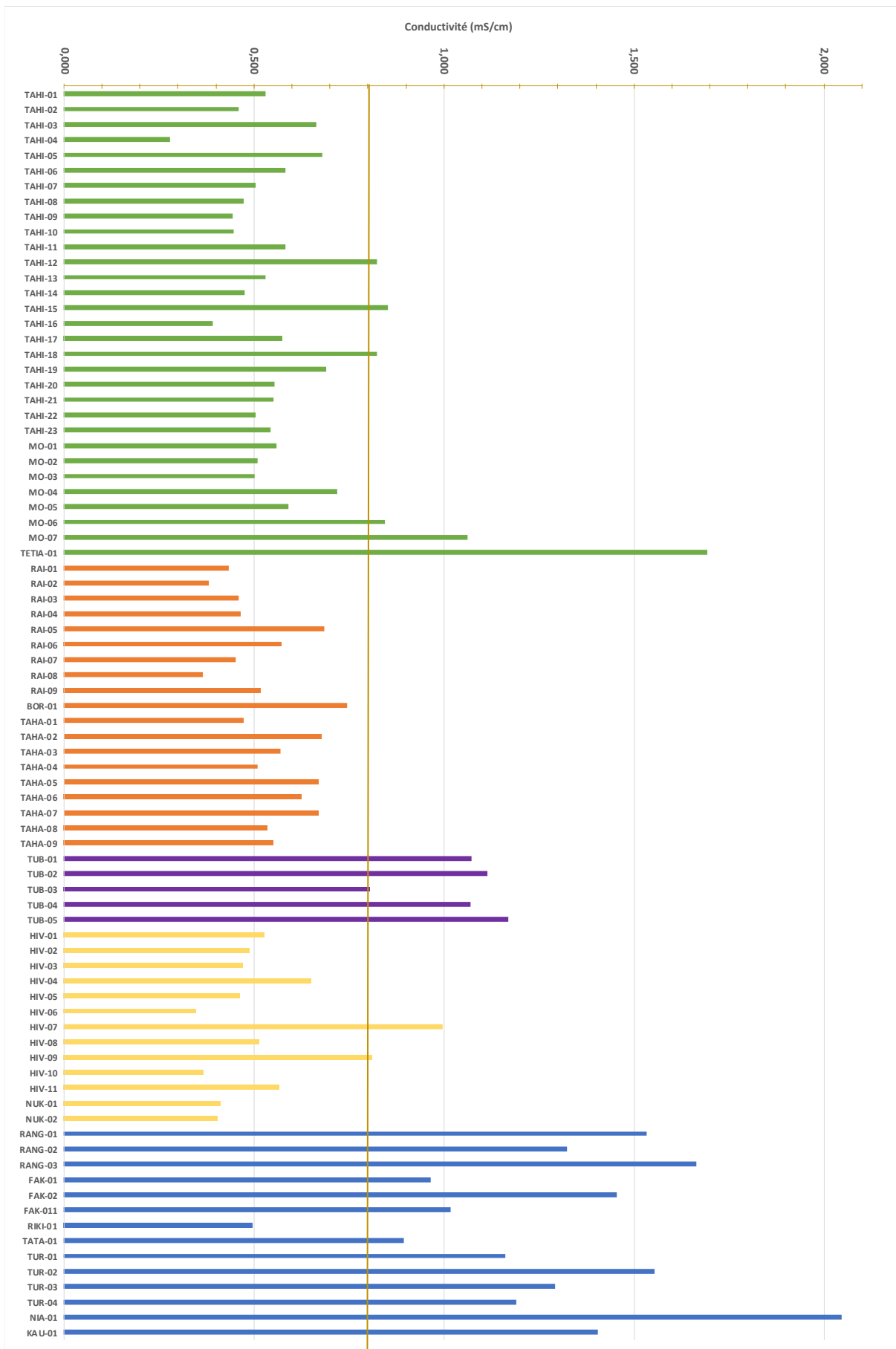


Figure 6 : Conductivité (mS/cm) des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus

Selon les références européennes, ces valeurs indiqueraient la présence de miellat dans la majorité des miels. Cependant, il n'existe pas de références scientifiques sur les caractéristiques des nectars et miellats de Polynésie française, il faut donc rester prudent et s'interroger sur les autres causes qui pourraient expliquer ces conductivités élevées. En effet, d'autres observations nous font remettre en doute la présence importante de miellat dans tous ces miels :

- ⇒ La conductivité de 2 mS/cm atteinte par un miel des Tuamotu/Gambier provenant de Niau est particulièrement élevée et très rarement rencontrée au niveau de miellats.
- ⇒ Un autre marqueur démontrant la présence de miellat dans le miel réside dans la présence de teneurs plus élevées en sucres de type tri-saccharides. Or, l'analyse des sucres ne vient pas corroborer cette hypothèse (voir résultats sur les sucres).
- ⇒ Deux miels en provenance des Australes présentent un profil très particulier (TUB 01 et 02). Ils présentent une coloration très claire et une texture crémeuse et une conductivité de ces 2 miels est cependant de 1,1 mS/cm. Cette valeur élevée de conductivité devrait être associée à une couleur foncée si elle était provoquée par la présence de miellats. Cette observation confirme qu'un autre facteur intervient et fait varier la conductivité de ces miels.
- ⇒ Tout comme le châtaignier de nos régions ou l'eucalyptus, il pourrait également exister en Polynésie française des espèces avec un nectar de conductivité naturellement élevée. Cette (ces) espèce(s), si elle(s) existe(nt), reste(nt) encore à mettre en évidence.
- ⇒ L'ajout de très faibles quantités de sel dans un miel augmente très fortement sa conductivité. De telles quantités pourraient être véhiculées par le vent ou par l'eau du sol et les racines des plantes. L'hypothèse de Rogers (2017) d'une conductivité induite par la salinité du milieu pourrait donc se vérifier.
- ⇒ Une saveur salée est détectable dans certains de ces miels.

Ces exceptions sont importantes et doivent être prises en compte dans l'interprétation de l'origine florale des miels de Polynésie ainsi que dans une éventuelle législation qui serait mise en place par les autorités.

pH et acidité

Tous les miels sont acides et présentent un pH inférieur à 7, c'est une propriété générale.

Le **pH** et l'**acidité libre** vont influencer la stabilité du miel et ses conditions de conservation. Ils communiquent également des informations sur son origine.

L'acidité libre est celle que nous percevons dans la bouche. Le pH caractérise l'acidité ou la basicité d'un produit. Il influence fortement la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes : elle est plus rapide pour un pH faible (3,5-4,0) que pour un pH élevé (4,0-5,0). Les miels plus acides vont souvent se dégrader plus rapidement.

Le pH se situe en général entre 3,5 et 4,5 pour un miel de nectar et entre 4,5 et 5,5 pour un miel de miellat.

Les résultats de pH mesurés sur les 82 miels sont présentés ci-après (figure 7). Ils sont compris dans les fourchettes de valeurs habituellement rencontrées pour les miels de nectar (3,5-4,5). Parmi ceux-ci, on note des valeurs moyennes de pH très similaires entre archipels (tableau 9). Comme dans les résultats présentés par le Dr Karynn Rogers (2017), aucune corrélation entre les valeurs de pH et la zone géographique n'a été mise en évidence. Néanmoins, des résultats de pH un peu plus diversifiés sont observés pour les miels issus des îles du Vent, avec des valeurs allant de 3,65 à 4,4 et pour les Tuamotu/Gambier, avec des valeurs allant de 3,7 à 4,2. Ces variations sont liées à une plus grande diversité des origines florales butinées avec un probable niveau du pH plus diversifié, ainsi qu'au nombre plus élevé d'échantillons analysés pour les îles du Vent.

Tableau 9: valeurs moyennes, minimales et maximales du pH mesurées sur les miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	pH moyen	pH : valeurs min.- max.
IDV	31	4,0	3,7 – 4,4
ISV	19	3,8	3,7 – 4,0
AUS	5	3,9	3,8 – 4,0
MQ	13	3,9	3,7 – 4,1
TG	14	3,9	3,7 – 4,2

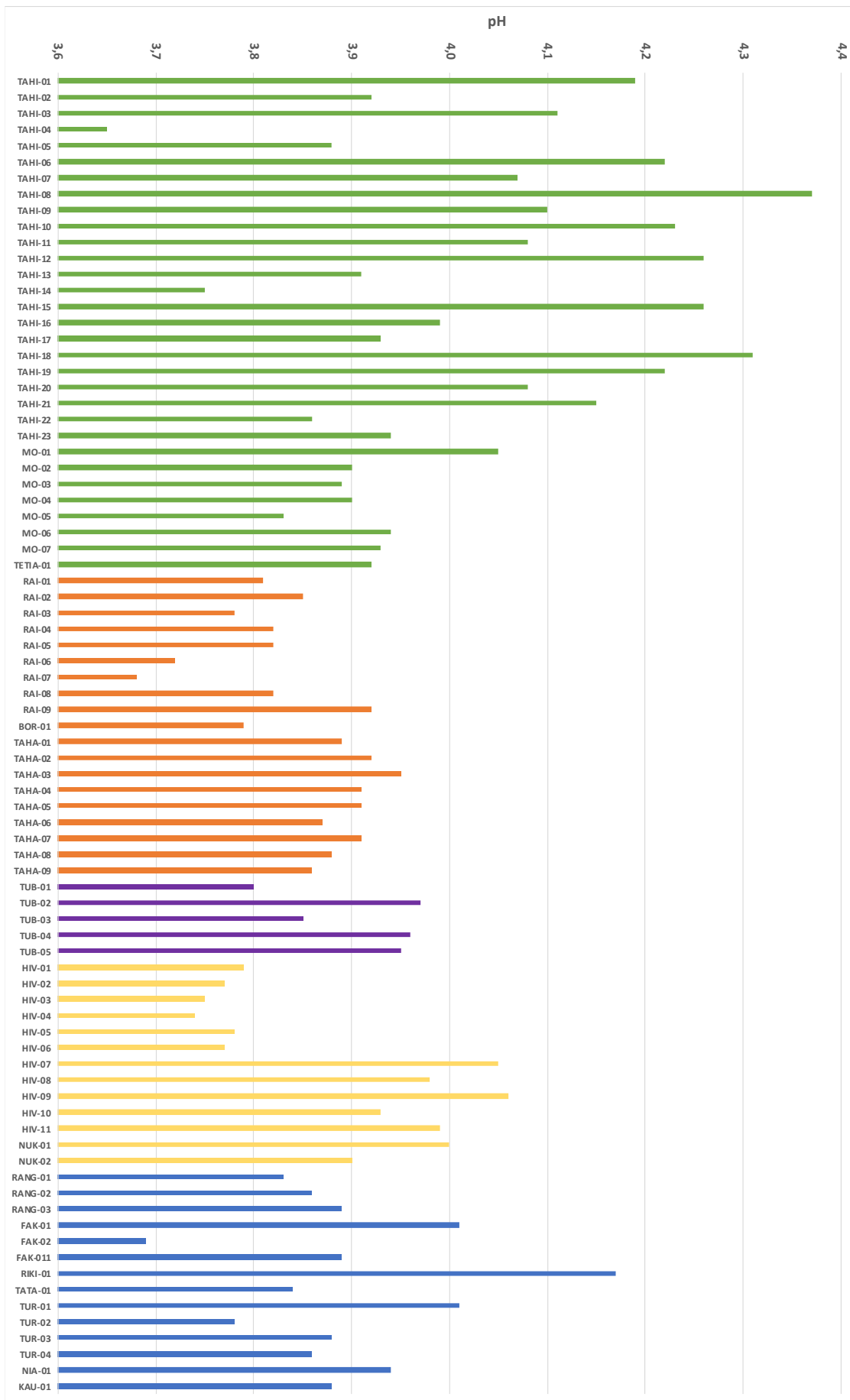
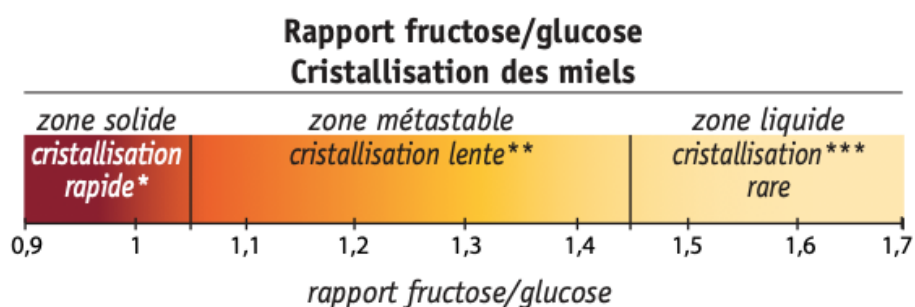


Figure 7: pH des miels classés selon l'archipel dont ils sont issus.

Sucres

Le miel est principalement constitué de sucres (+/- 80 %), dont les deux principaux sont le glucose et le fructose. La répartition entre les différents sucres va donner de précieux renseignements sur la viscosité, l'hygroscopicité et la cristallisation d'un miel. Le fructose est beaucoup plus soluble que le glucose, le rapport fructose/glucose (F/G) va ainsi déterminer la vitesse de cristallisation du miel et sa stabilité. Un miel riche en fructose cristallisera lentement tandis qu'un miel riche en glucose cristallisera plus rapidement. En pratique, à une température inférieure à 20°C, un miel avec un rapport F/G inférieur à 1,05 correspond à des miels fermes tandis qu'un miel ayant un rapport supérieur à 1,45 correspond à des miels liquides. Seuls les miels très riches en fructose (acacia, châtaignier, miellat...) resteront liquides longtemps à ces températures. A partir de 25°C, la cristallisation est fortement ralentie et est pratiquement inexistante au-delà de 30°C.



* cristallisation rapide : complète au bout d'un mois

** cristallisation lente : 1 à 12 mois

*** cristallisation rare : + de 12 mois

Figure 8 : Cristallisation des miels en fonction du rapport fructose/glucose à 20°C

Le rapport fructose/glucose observé sur les miels polynésiens est présenté dans le tableau 10. Il est assez variable, nous constatons cependant que seulement 7 miels sur les 82 (8,5%) ont un rapport F/G supérieur à 1,3. La majorité des miels analysés aura donc tendance à cristalliser plus ou moins rapidement avec le temps à une température de l'ordre de 20°C. Les conditions de stockage vont dès lors influencer fortement la cristallisation de la grande majorité des miels polynésiens. Entre les différents archipels, ce sont les miels provenant des Îles Sous-le-Vent et des Marquises qui présentent la plus grande diversité. La valeur la plus basse (0,93) et la valeur la plus élevée (1,74) de la série sont en effet mesurées sur des miels provenant de Hiva Oa. Il est à noter que cette dernière valeur (1,74) est très élevée et rarement rencontrée dans les miels.

Tableau 10 : rapport Fructose/Glucose : valeurs moyennes, minimales et maximales mesurées sur les miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	Pourcentage de miels avec un rapport F/G > 1,30	F/G moyen	F/G : valeurs min.- max.
IDV	31	10%	1,20	1,07 – 1,37
ISV	19	11%	1,21	1,14 – 1,63
AUS	5	0%	1,02	0,99– 1,06
MQ	13	15%	1,22	0,93 – 1,74
TG	14	0%	1,13	1,06 – 1,24

La répartition entre les différents sucres peut également donner des informations sur l'origine botanique du miel. Il existe une grande diversité de sucres dans le miel qui sont classés en fonction de leur taille : les monosaccharides (glucose et fructose), les disaccharides (maltose, saccharose, turanose, mélibiose, tréhalose, palatinose et gentobiose) et les trisaccharides (raffinose, erlose, mélézitose, maltotriose, panose, isomaltotriose). Le miel de miellat est par exemple moins riche en monosaccharides que le miel de nectar mais sa teneur en di- et trisaccharides est plus élevée. Certains nectars ou miellats présentent aussi des sucres spécifiques propres à leur espèce végétale d'origine, tel que le gentobiose dans le tilleul ou le mélézitose dans le sapin. Ces sucres constituent donc des marqueurs précis permettant de détecter/confirmer la présence de ces nectars ou miellats.

Les normes légales imposent une teneur minimale en glucose+fructose de 60% pour les miels de fleurs et de 45% pour les miels de miellat. Le miel de miellat est en effet moins riche en monosaccharides que le miel de nectar mais sa teneur en di- et trisaccharides est plus élevée. La législation européenne autorise également une teneur maximale de 5% en saccharose pour la majorité des miels. Des teneurs plus élevées en saccharose sont en effet susceptibles d'être le résultat d'une remontée de sirop de sucre dans les hausses ou d'une pratique frauduleuse de dilution du miel avec du sucre. Des valeurs plus élevées sont néanmoins autorisées par la Directive Miel 2001/101 pour des miels spécifiques dont le nectar contient naturellement davantage de saccharose : par exemple 10% pour l'eucalyptus rouge (*Eucalyptus camadulensis*) et les agrumes (*Citrus spp.*). Peu de données sont cependant disponibles à ce sujet concernant la végétation de Polynésie française.

Les résultats des sucres mesurés sur les 82 miels sont présentés au tableau 11. Les valeurs hors normes sont mises en évidence par un fond de couleur plus foncée.

Archipel	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	ISV	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
Ile	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	RAI	TUB	TUB	TUB	TUB	TUB
Ref. Miels	RAI-01	RAI-02	RAI-03	RAI-04	RAI-05	RAI-06	RAI-07	RAI-08	RAI-09	RAI-09	BOB-01	TAHA-01	TAHA-02	TAHA-03	TAHA-04	TAHA-05	TAHA-06	TAHA-07	TAHA-08	TAHA-09	TAHA-09	TUB-01	TUB-02	TUB-03	TUB-04	TUB-05	
Monosacch.	70,31	70,92	68,18	70,87	68,52	71,58	75,93	75,26	68,64	68,92	69,33	68,48	68,20	68,00	63,15	67,49	69,17	71,22	69,07	68,87	68,87	71,27	70,53	72,76	68,45		
Disacch.	4,11	3,09	5,05	5,36	5,24	5,15	5,30	5,61	4,29	4,97	4,72	5,28	4,46	4,43	4,39	4,72	4,93	4,80	5,55	5,09	5,09	6,03	5,40	6,27	9,62		
Trisacch.	0,65	0,72	0,78	0,92	0,84	0,73	0,79	0,91	0,93	0,85	0,82	0,78	0,81	0,77	0,74	0,80	0,85	0,88	0,97	0,74	0,74	0,61	0,92	0,72	0,63		
Rapport F/G	1,24	1,19	1,32	1,16	1,16	1,15	1,14	1,24	1,19	1,17	1,17	1,15	1,16	1,18	1,63	1,17	1,15	1,20	1,21	1,06	1,06	1,01	1,05	0,99	0,99		
Glucose	31,4	32,4	29,4	32,8	31,8	33,4	35,6	33,6	31,4	31,7	32,0	31,8	31,5	31,2	24,0	31,1	32,1	32,4	31,2	33,4	33,4	35,5	35,5	34,4	36,5	34,5	
Fructose	38,9	38,5	38,8	38,0	36,7	38,2	40,4	41,7	37,3	37,2	37,3	36,7	36,7	36,7	36,8	39,1	36,4	37,1	38,9	37,9	35,5	35,5	36,1	36,2	34,0		
Maltose	2,7	2,2	3,3	3,8	3,4	3,6	3,1	3,9	2,6	2,6	3,4	2,3	2,4	2,6	3,0	2,6	2,5	2,7	2,6	2,5	2,5	2,1	3,0	2,3	1,2		
Saccharose	0,3	0,1	0,6	0,4	0,5	0,2	0,9	0,5	0,8	1,3	0,3	2,2	1,1	0,9	0,3	1,1	1,6	1,0	1,9	1,8	1,8	3,4	1,4	3,2	8,0		
Turanose	0,9	0,7	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,9	0,7	0,4		
Meltilose	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		
Trehalose	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Palatitose	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Gentobiose	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Raffinose	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	
Eriose	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4		
Meletriose	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Maltotriose	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Panose	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Isomaltotriose	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

Selon les archipels, quelques résultats sont inattendus et pourraient représenter des marqueurs indiquant la présence de certains nectars ou miellats précis. L'analyse de davantage de miels, mis en relation avec la flore butinée, est cependant nécessaire pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

- Iles du Vent : 10 des 31 miels présentent une teneur en monosaccharides inférieure ou proche à 60%, indiquant la présence probable de miellat dans ces échantillons. Cette présence n'est cependant pas toujours confirmée par une conductivité élevée ou des teneurs en sucres trisaccharides élevées. Par exemple, le miel TAHI-13 présente une faible teneur en mono- et trisaccharides, mais une conductivité inférieure à 0,6 (seuil limite indicateur de miellat). Autre exemple, le miel TAHI-16 présente une faible teneur en monosaccharides et une teneur en trisaccharides plus élevée mais sa conductivité est inférieure à 0,6. Et enfin, le miel TAHI-12 présente une faible teneur en mono- et tri-saccharides, mais une conductivité supérieure à 0,8 (indicateur de miellat). Les relations habituellement bien établies entre ces 3 paramètres indicateurs de miellat ne sont par conséquent pas respectées au sein des miels de Polynésie.

Le seul miel analysé provenant de Tetiaroa qui est l'unique atoll des îles du Vent présente un profil en sucres tout-à-fait particulier : faibles teneurs en fructose et glucose, hautes teneurs en saccharose et erlose. Il s'agit d'être prudent avec ces premiers résultats, qui doivent être confirmés par l'analyse de miels supplémentaires issus de cet atoll. Mais Rogers (2017) mettait également en évidence une teneur en saccharose supérieure à 5% dans le miel de Tetiaroa.

- Îles Sous-le-Vent : le profil en sucres des miels provenant de ces îles est plus conventionnel, à l'exception de l'échantillon TAHA-05 qui présente un rapport F/G très élevé en raison d'une teneur en glucose plus faible. Cette observation pourrait être liée à un nectar/miellat particulier présent dans ce miel, dont l'espèce végétale n'a actuellement pas été mise en évidence par l'analyse pollinique (espèce probablement peu pollinifère) ou la mesure de la conductivité.
- Iles australes : le nombre de miels analysés est assez réduit mais on note que le profil en sucres des échantillons est assez classique, à l'exception du miel TUB-05 qui présente une teneur en saccharose supérieure à la limite légale de 5 %.
- Marquises : le profil en sucres des miels provenant de ces îles est également assez conventionnel, à l'exception de 2 échantillons : HIV-03 et HIV-05 qui présentent un rapport F/G respectivement très élevé et très faible. Ces valeurs sont probablement liées à un nectar/miellat particulier présent dans ces miels ou à des pratiques apicoles mal maîtrisées.
- Tuamotu/Gambier : les résultats de sucres mesurés sur les miels issus de ces îles/atolls suggèrent la présence de miellat : teneurs plus faibles en monosaccharides et plus élevées en di- et trisaccharides, combinées à une conductivité plus élevée. La relation entre ces 3 indicateurs de miellat est respectée de manière plus conventionnelle pour 8 des 14 miels analysés. Les teneurs en saccharose régulièrement supérieure à 5% sont inhabituelles et la cause doit être recherchée sur le terrain dans l'origine botanique ou dans les pratiques apicoles : récolte d'un miel non mature (appuyé par la faible teneur en enzymes de ces miels), nourrissage mal maîtrisé, ... Il semblerait toutefois que les apiculteurs ne pratiquent pas le nourrissage dans ces îles. Rogers (2017) observait également des teneurs en saccharoses supérieures à 5% dans les miels issus de Rangiroa, Takapoto, Niau et Fakarava.

Bilan des analyses physico-chimiques

Si on combine l'ensemble des analyses physico-chimiques et qu'on les compare aux normes définies par la législation internationale, on constate qu'un pourcentage important de miels n'entre pas dans les critères exigés légalement. Le tableau suivant indique les paramètres en défaut avec la législation et détaille les résultats par archipel.

Tableau 12 : Classification des miels analysés sur base de critères du marché européen/international - par archipel

	Total	AUS	IDV	ISV	MQ	TG
Humidité >20%	2	0	0	2	0	0
Humidité >18 %						
HMF >80mg/kg	3	0	1	2	0	0
Indice Diastase <3	10	0	6	1	2	1
ID (3 à 8) et HMF trop élevé	46	4	11	15	7	9
Monosaccharides bas	5	0	5	0	0	0
Saccharose haut	9	1	1	0	0	7
Miels acceptables (Europe/International)	20	1	10	3	4	2
Miels recommandés (Humidité <18%)	13	0	9	0	3	1
Total des miels	82	5	31	19	13	14

On constate que le principal facteur d'exclusion est la faible valeur des enzymes pour 56 miels sur 82, viennent ensuite une teneur en saccharose trop élevée et une teneur en sucres simples trop basse pour des miels qui ne sont pas des miellats. Enfin, on trouve des miels avec un HMF trop élevé ou avec une humidité trop importante. En ce qui concerne la teneur en saccharose trop élevée, elle vient principalement des atolls et c'est probablement lié à une flore spécifique. Les monosaccharides bas proviennent tous de Tahiti ce qui laisse également supposer un contexte environnemental spécifique.

Comme aucun miel n'est pasteurisé et que l'on doit s'assurer qu'aucune fermentation ne vienne perturber la commercialisation, il est recommandé d'adopter une valeur d'humidité inférieure ou égale à 18 %.

Il ne reste plus que 13 miels (16 %) provenant principalement de Tahiti qui sont commercialisables sur les marchés internationaux. L'apiculture polynésienne est dès lors confrontée à un énorme défi si elle veut accéder à ces marchés.

3.2. ANALYSES ORGANOLEPTIQUES

Derrière ce terme se cache le critère principal qui détermine le choix de la majorité des consommateurs. L'examen organoleptique d'un aliment étudie toutes les composantes qui affectent les organes des sens (vue, goût, odorat, toucher). Il donne une **appréciation qualitative** du miel : aspect, propreté, couleur, consistance, finesse de la cristallisation, odeur et goût. L'ensemble des critères organoleptiques évalués sur les 82 miels analysés est repris de manière complète dans le fichier excel situé en annexe de ce rapport.

Présentation du miel :

L'**aspect** du miel est le plus souvent homogène, mais il peut présenter des défauts comme un déphasage, la présence d'impuretés, d'écume en surface, de marbrures ou encore un décollement de la paroi ...

La **consistance** peut être fluide, semi-fluide, onctueuse, tartinable ou à l'extrême ferme suivant l'origine florale du miel, son mode de stockage et sa cristallisation plus ou moins avancée.

La **cristallisation** est évaluée par l'impression initiale du miel sur la langue : les cristaux sont imperceptibles, très fins, fins ou grossiers. On peut également détecter un **sablage**, c'est-à-dire l'impression laissée sur la langue par la présence de cristaux plus importants dans la masse du miel.

La **couleur** varie d'abord en fonction de l'origine botanique du miel, mais également en fonction des dégradations thermiques subies par celui-ci, qui seront à l'origine d'une coloration plus foncée.

Jaune, ocre, roux, marron, brun voire presque noir, les miels polynésiens présentent une diversité de couleur aussi grande que celle des territoires dont ils sont issus.

Selon les archipels, des tendances se dégagent pour ces critères d'évaluation visuelle :

- Sur les 31 miels provenant des îles du Vent, nous relevons 5 miels dont l'aspect présente des défauts visuels (gros cristaux apparents ou écume en surface). La consistance de ces miels est onctueuse à tartinable pour la moitié de ceux-ci et fluide à semi-fluide pour l'autre moitié. La couleur de ces miels est variable mais la partie claire de la palette, de l'ocre jaune au marron, est majoritairement représentée, à l'exception du miel de Tetiaroa qui est marron foncé.
- Parmi les 19 miels issus des Îles Sous-le-Vent, 5 miels présentent également des défauts visuels (gros cristaux apparents ou écume en surface). La consistance de ces miels est en majorité fluide à semi-fluide (68%). La couleur de ces miels est variable mais c'est également la partie claire de la palette, de l'ocre jaune au marron qui est la plus représentée.
- Les 5 miels provenant des Australes (TUB) sont tous de consistance tartinable et de couleur claire. Nous n'avons pas relevé de défauts visuels à la réception de ces miels.
- Sur les 13 miels issus des Marquises, un miel présente de l'écume en surface. La consistance de ces miels est onctueuse à tartinable pour 8 miels et fluide à semi-fluide pour 5 miels. La couleur de ces miels est très variable et s'étend sur toute la palette de couleur, du jaune au marron foncé.
- Concernant les 14 miels issus des Tuamotu/Gambiers, 4 miels présentent des défauts visuels (impuretés ou écume en surface). Leur consistance est légèrement à l'avantage des miels fluides à semi-fluides (57%) et leur couleur tend davantage vers la partie plus foncée de la palette : marron clair à noir.

Pour les miels cristallisés, nous ne notons pas de différence significative entre archipels. Les cristaux sont parfois imperceptibles, parfois fins ou très grossiers. Cette caractéristique est liée à la flore

butinée et à un éventuel malaxage appliqué par l'apiculteur pour accélérer la cristallisation et dès lors la finesse des cristaux.

Tableau 13: caractéristiques visuelles et de texture des miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	Miels avec défauts visuels	Miels onctueux à tartinables	Palette de couleur
IDV	31	16%	48%	ocre jaune au marron (except TETIA : marron foncé)
ISV	19	26%	32%	ocre jaune au marron
AUS	5	0%	100%	ocre jaune
MQ	13	8%	62%	jaune cru à marron foncé
TG	14	29%	43%	marron clair à noir

Dégustation du miel : arômes et saveurs

Les **arômes** présents dans les miels sont complexes et diversifiés. En collaboration avec l'IHC (International Honey Commission), le CARI a élaboré une roue des arômes reconnue aujourd'hui sur le plan international (Figure 9). Celle-ci reprend les nombreux arômes perçus lors de la dégustation des miels. Ils sont répartis en 8 classes : chaud, floral, fruité, végétal, épicé, frais, chimique et altéré. Des sous-classes sont également définies. Les notes chimiques ou altérées proviennent naturellement du nectar ou du miellat, et ne sont pas considérées comme des défauts. A l'opposé, la présence d'arômes exogènes tels que ceux de cendres froides, fumée, fermentation, métal, ... sont induits par de mauvaises pratiques apicoles. Ils sont considérés comme des défauts à éviter.

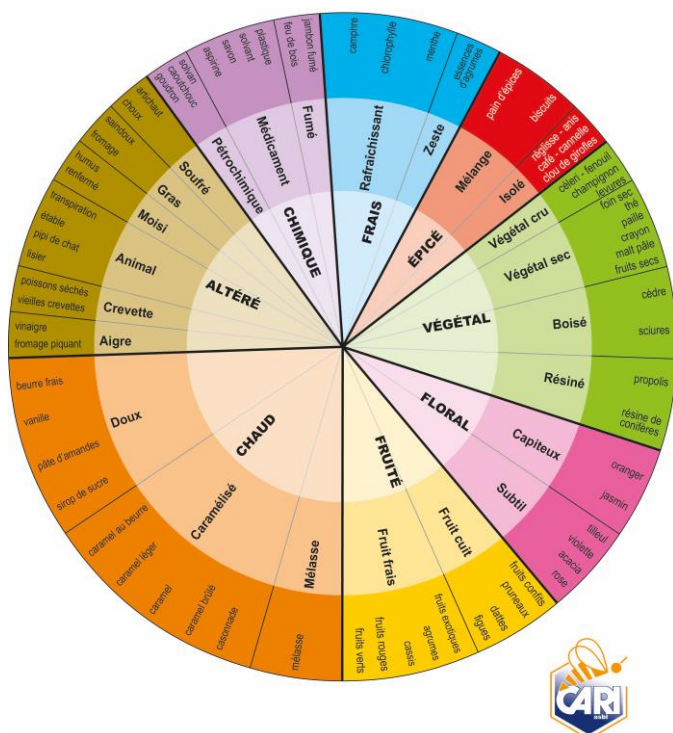


Figure 9 : Roue des arômes, éditée par le CARI en collaboration avec l'IHC (International Honey Commission)

Les arômes les plus subtils, qui sont souvent liés à l'appellation du miel et représentatifs de son origine botanique, sont plus sensibles à la chaleur. Un miel ayant subi un chauffage poussé ne développera donc plus d'arômes fins mais davantage d'arômes caramélisés.

Les arômes des miels sont également associés à différentes saveurs plus ou moins présentes selon l'origine florale du miel : sucrosité, acidité, astringence, amertume, ...

Un résumé des principaux profils aromatiques développés par les miels en fonction des archipels dont ils sont issus est présenté en tableau 14.

Tableau 14 : arômes et saveurs caractéristiques des miels par archipel

Archipels	Nombre (n)	Principaux profils aromatiques et saveurs particulières
IDV	31	<ul style="list-style-type: none"> • Profil A : Doux, floral-fruité et végétal • Profil B : Caramélisé léger, fruité cerise et amande amère • Profil C : Caramélisé, fruité, boisé et épicé, avec ou sans chimique Présence d'amertume et de piquant pour quelques miels
ISV	19	<ul style="list-style-type: none"> • Profil A : Doux, floral-fruité et végétal • Profil C : Caramélisé, fruité, boisé et épicé • Profil D : Caramélisé, fruité, boisé et animal Un seul miel avec un peu d'amertume, aucun piquant Arômes de fermentation détecté dans 3 miels
AUS	5	<ul style="list-style-type: none"> • Profil C : Caramélisé, fruité, boisé et épicé • Profil E : Doux, fruité exotique et végétal Miel sans amertume et sans piquant Arômes de fermentation détecté dans 3 miels
MQ	13	<ul style="list-style-type: none"> • Profil C : Caramélisé, fruité, boisé et épicé • Profil F : Sucre brun, boisé et épicé (parfois café) • Profil G : Caramélisé, fruité, végétal cru/boisé et chimique • Profil H : Caramel léger, fruité et végétal, avec ou sans floral Présence d'amertume et de piquant pour quelques miels Arômes de fermentation détecté dans 2 miels
TG	14	<ul style="list-style-type: none"> • Profil C : Caramélisé, fruité, boisé et épicé avec ou sans chimique • Profil I : Caramélisé, floral, boisé, épicé et chimique Présence d'amertume et de piquant pour quelques miels Arômes de fermentation détecté dans 3 miels

Les caractéristiques organoleptiques sont directement liées à l'origine botanique du miel. Afin de mettre en évidence de manière précise les arômes et saveurs associés au nectar d'une espèce végétale en particulier, il est cependant nécessaire de récolter sur le terrain des miels monofloraux.

La dégustation des miels polynésiens a mis en évidence :

- Une grande diversité des saveurs et arômes présents, avec une dominance des notes caramélisées, fruitées, boisées et épicées ;
- L'absence de miels monofloraux et par conséquent la difficulté de faire le lien avec le nectar ou miellat responsable de l'arôme détecté ;
- Le petit nombre de miels présentant des arômes légers et subtils (floraux et frais) ;
- Le niveau de dégradation élevé (miels cuits) de certains miels (arômes très lourds et brûlés).

Ces 2 derniers problèmes peuvent être corrigés en informant les apiculteurs de l'impact de la chaleur sur les arômes du miel et de l'importance de proposer des miels frais et bien conservés.

3.3. ANALYSES POLLINIQUES

Cette analyse est particulièrement intéressante, car elle permet d'identifier un certain nombre de fleurs butinées par les abeilles, et donc indirectement l'origine botanique du nectar qui compose le miel et/ou sa localisation géographique. En effet, quand l'abeille butine pour prélever le nectar d'une fleur, elle entraîne avec elle du pollen qui se retrouve également dans le nectar, en quantité plus ou moins importante selon que la fleur est peu ou très pollinifère. Cette analyse est cependant rarement suffisante pour déterminer l'origine florale d'un miel avec certitude. La nature est en effet complexe et ce n'est pas parce qu'une forte proportion d'un type de pollen est trouvée dans un miel qu'il pourra porter l'appellation botanique correspondante.

Références utilisées pour la flore mellifère

La flore mellifère en Polynésie française a fait l'objet de plusieurs études qui se sont principalement basées sur l'observation de visites de fleurs lors de butinage par des insectes pollinisateurs. De tous temps, ce sont les apiculteurs qui ont été les premiers à apporter les informations de base sur la flore butinée par les abeilles mais avec certains biais liés entre autres aux difficultés d'identification correcte de la flore et à la difficulté d'observation du butinage sur certaines plantes. Dès 1958, Maclet a réalisé une étude mentionnée et utilisée par Fert et Pajuelo en 2012. Plus récemment (2015), Oudart a identifié, sur un site très précis de l'île de Tahiti, 56 espèces mellifères se répartissant en 27 familles et 50 genres. Rogers (2017) a travaillé sur base de 67 échantillons de référence récoltés par des apiculteurs et a mis en évidence 100 types de pollens dans 44 échantillons provenant de 130 miels. Aucun travail de terrain n'avait cependant été réalisé pour vérifier les apports et plusieurs erreurs de détermination ont été relevées par la suite. Aujourd'hui (2020), c'est le travail de Jean-François Butaud (commandité par la CAPL) regroupant 240 espèces et plus particulièrement son fichier informatique qui constitue la nouvelle base de travail. Cette base de données a été complétée par les observations de butinage effectuées sur le terrain par Kathleen Grignet dans le cadre du projet PROTEGE, en parallèle du travail de caractérisation des miels.

Méthode d'analyse

L'analyse palynologique (ou pollinique) s'est basée sur l'observation et l'identification, dans la mesure des connaissances disponibles, d'un minimum de 500 grains de pollens par échantillon. Dans ce cas, la préparation des miels s'est faite sur base de la méthode décrite par Louveaux et al. (1978), qui permet de détecter d'éventuels éléments figurés comme des lichens ou autres indicateurs de miellats. Nous n'avons pas utilisé l'acétolyse (méthode qui permet une meilleure discrimination des pollens) car les lames de références n'avaient pas été acétolysées. Dans certains cas, nous ne disposons que de photos numérisées prises au départ de lames de pollens de références.

Lames de référence

La qualité de l'analyse pollinique est non seulement liée à la facilité d'observation des différents éléments qui vont permettre d'identifier un pollen mais également à la capacité d'identification des pollens qu'on peut retrouver dans les miels. Cela nécessite un travail préalable d'élaboration de collections de pollens de référence, récoltés sur les fleurs lorsque l'anthère est déhissante et le pollen peut être collecté par les pollinisateurs. De nombreuses espèces présentes en Polynésie française ne se retrouvent pas dans les bases de données internationales et seuls des prélèvements réalisés sur site au moment opportun peuvent combler ce déficit. Heureusement, les études précédentes ont permis d'identifier plusieurs de ces pollens mais ce nombre ne couvre pas encore l'ensemble des pollens collectés par les abeilles.

Afin d'aider à identifier les pollens présents dans les miels, un travail de recherche et de prélèvement de plantes mellifère sur le terrain a été effectué par Kathleen Grignet, ingénieure référente de la filière apicole à la DAG (Polynésie française). Un total de 100 références polliniques ont été réalisées

sous forme de lames microscopiques, dont 94 ont été transmises au CARI, ainsi qu'en version numérisée. Le laboratoire du CARI disposait aussi de lames de références liées à la flore de Nouvelle Calédonie, de Guadeloupe et de l'île de La Réunion.

Présentation et lecture des résultats des analyses palynologiques

Le tableau général des résultats des analyses polliniques est présenté dans un tableau en annexe (feuille de calcul : Pol Flo)

Ce tableau reprend la plupart des éléments venant du calendrier annuel des floraisons mellifères (Butaud 2020) :

- Nom scientifique, taxon concernés, synonyme, famille botanique, nom français (classement alphabétique par famille et par espèce au sein de chaque famille)
- Type biologique, statut biogéographique, degré de naturalisation, écologie,
- Abondance dans les archipels (10 groupes d'îles) transformé en code numérique (5 = très commun, 4 = Commun, 3 = Peu commun, 2 = Rare, 1 = Très rare)
- Intérêt pour l'abeille : nectar, pollen, miellat
- Mois de floraison qui ont été globalisés en un nombre total de mois
- Auteurs ayant identifié la plante comme d'intérêt pour les abeilles
- Description
- Sources

Nous y avons ajouté les données suivantes :

- Pour chaque miel, les données d'identification des pollens par un « X » ou par un nombre si le pollen de l'espèce ou de la famille (dans le cas où l'espèce n'était pas identifiable par l'opérateur) était présent à plus de 6 % dans l'échantillon.
- Les analyses ont été réalisées sur deux lots de miels. Il manquait cependant des références polliniques pour le premier lot reçu. Pour différencier les 2 lots, les miels du premier lot sont représentés sur un fond coloré et les résultats du second lot sur un fond blanc. Certains pollens identifiés comme inconnus dans le premier lot ont pu être caractérisés dans le second lot (par ex. *Casuarinaceae* et *Cecropiaceae*).
- Chaque espèce ou famille présente dans un miel, quel que soit son pourcentage, est reprise comme présente dans un miel. Le nombre de présence de l'espèce ou de la famille dans les miels a été totalisé pour les 82 miels analysés et pour chaque archipel individuellement (13 miels aux Marquise (MQ), 5 aux Australes (AUS), 14 aux Tuamotu – Gambier (TG), 31 aux îles du Vent (IDV), et 19 aux îles Sous-le-Vent (ISV)).
- Une globalisation du nombre de présence par famille (résultats de la famille + différentes espèces identifiées) a été réalisée pour chaque famille.
- Les observations (origine botanique suspectée) réalisées par les apiculteurs sont reprises en bas du tableau avec une coloration spécifique du signe retenu pour le pollen et un « O » s'il ne correspondait pas à un pollen identifié.
- La référence palynologique des lames ainsi que le statut d'envoi au CARI.
- Un indice d'abondance moyen sur l'ensemble des archipels et ceci pour chacun des 5 groupes d'îles (MQ, AUS, TG, IDV, ISV).

Résultats des analyses palynologiques

Les analyses ont recherché la présence de 70 familles et de 225 espèces appartenant à ces différentes familles dont 200 proviennent du calendrier annuel de floraison des plantes mellifères polynésiennes.

Seules 38 familles ont pu être identifiées et parmi celles-ci, 17 espèces ont pu faire l'objet d'une détermination spécifique.

Pour les 82 miels, 846 identifications ont été réalisées avec le calcul du pourcentage spécifique de chaque pollen identifié par miel. Cela nous donne une moyenne de 10,3 pollens identifiés par échantillon. On observe relativement peu de différences entre les archipels : 10,1 aux MQ, 12,4 aux AUS, 9,9 pour TG, 11,3 aux IDV et 8,5 aux ISV. Cependant, les différences peuvent être plus importantes entre les échantillons de miels provenant d'une même zone : MQ : 8 – 16, AUS : 8 – 20, TG : 6 – 19, IDV : 4- 19, ISV : 5 – 13.

Pour les échantillons reçus, on observe de grandes différences par rapport au nombre de miels peu diversifiés (≤ 7 pollens identifiés) avec 43 % pour TG, 26 % pour ISV, 16 % pour IDV et aucun pour MQ et AUS. Le nombre d'échantillons restant cependant limités pour ces deux derniers archipels, on peut difficilement en tirer des conclusions définitives.

Parmi les 107 lames de références créées par la DAG et transmises au CARI, seule une minorité ont permis une identification. Cela laisse entendre que les abeilles visitent un nombre de fleurs beaucoup plus important que ce que l'on peut trouver dans les analyses polliniques des miels.

Voici les 22 familles signalées pour les miels analysés (figure 10) : acanthacées, anacardiées, apocynacées, arécacées (cocoitier), astéracées, caricacées, cécropiacées, combrétacées, cunoniacées, élaeocarpacees, euphorbiacées, fabacées, lythracées, monimiées, myrthacées (dont le jamelionier), pandanacées (pandanus), passifloracée (passiflore), rhamnacées, rhizophoracées, rutacées, sapodacées, sapindacée.

Sur les 229 sources nectarifères signalées par les apiculteurs dans la fiche accompagnant leur échantillon (total de chaque signalement miel par miel), 222 ont été identifiées dans les échantillons de miel. La famille des monimiées cependant n'a pas été reprise dans le tableau des plantes mellifères.

Il est étonnant de constater que des apiculteurs signalent des familles qui ne sont pas nectarifères mais uniquement pollinifères. Cela peut être lié à des observations de butinage pas forcément corrélées aux miellées, ou à la réception de bulletins d'analyses par le passé qui mentionnent ces pollens dans les miels.

La fréquence d'identification générale des pollens identifiés (famille et/ou espèce) est illustrée dans la figure 10. Voici par ordre d'importance les 10 espèces ou familles dont les pollens ont été les plus souvent retrouvés dans les échantillons de miels analysés :

- *Cocos nucifera* (95,1 %) : cette espèce n'est présente que sur le littoral et domine dans les atolls. On la retrouve dans une moindre mesure dans les MQ, ce qui est normal vu le relief de ces îles. Ce pollen est cependant très présent et indique qu'il s'agit probablement d'une espèce surdominante. Avant de pouvoir considérer un miel comme étant au moins partiellement caractérisé par ce nectar, il faut qu'on puisse y trouver un pourcentage pollinique important (au moins comme pollen dominant $> 45\%$) : MQ = 1, AUS = 0, TG = 5, ISV = 7, IDV = 1,
- *Pandanus tectorius* (76,8 %) est une plante pollinifère visitée par les abeilles pour le pollen mais non pour le nectar,
- Astéracées (73,2 %), famille dont 8 espèces ont été signalées comme nectarifères. Les pollens sont souvent sous représentés dans cette famille. C'est probablement la raison pour laquelle on ne retrouve que deux miels avec plus de 20 % de pollen de cette famille.

- Anacardiacées (68,3 %), famille comportant au moins 5 espèces nectarifères mentionnées par les apiculteurs dont le manguier, le mombin et l'apape. On retrouve ici de grosses différences entre archipels pour les pollens $\geq 40\%$: MQ = 0, AUS = 0, TG = 2, ISV = 0, IDV = 11,
- Myrtacées (68,3 %), famille avec diverses espèces nectarifères dont le pistachier, le goyavier, l'eucalyptus ... Pollens cependant présents en grande quantité dans peu de miels : MQ 2 et IDV 1. Probablement sous représenté.
- *Mimosa pudica* (68,3 %), ce dernier pollen est internationalement connu pour être la signature de l'origine géographique d'un grand nombre de miels produits sous les tropiques. Ce pollen est très surdominant et n'est pas facile à relier à la présence de nectar hormis si la densité pollinique dans l'échantillon est forte et que le pourcentage de ce pollen est important. Dans les miels analysés, cette situation ne semble pas se présenter.
- Fabacées (59,8 %), famille très diversifiée et très présente avec une vingtaine d'espèces nectarifères citées dont les acacias, les mimosas (espèces invasives), l'albizia chinois, le flamboyant de Madagascar, le leucaena (espèce invasive), le bois noir d'Haïti... Les pollens sont très souvent sous-représentés, ce qui se confirme par le fait que seul deux miels aux MQ et IDV dépassent le seuil de 40 %.
- Poacées (48,8 %), espèces pollinifères dont les pollens sont surtout présents avec un pourcentage plus élevé dans les échantillons de miels issus des MQ.
- *Cecropia peltata* (36,6 %), espèce invasive et pollinifère qui doit plutôt être considérée comme une contamination (pollen anémophile)
- Euphorbiacées (30,5 %) avec 6 espèces nectarifères mentionnées. Ce pollen est surtout présent dans les miels des TG et très peu présent aux MQ. Il est lié aux zones littorales.

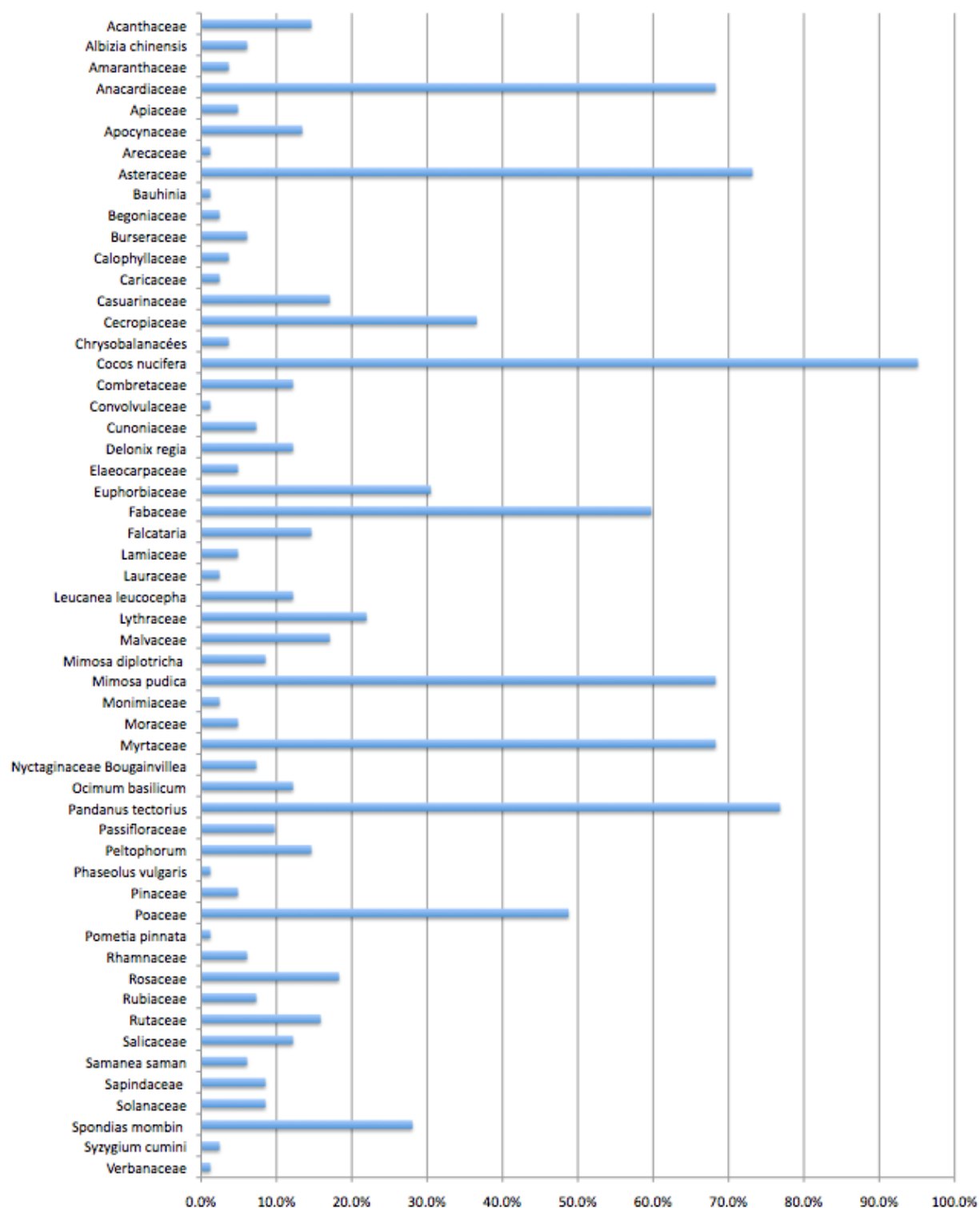


Figure 10 : Fréquence d'identification générale des pollens identifiés (famille et/ou espèce)

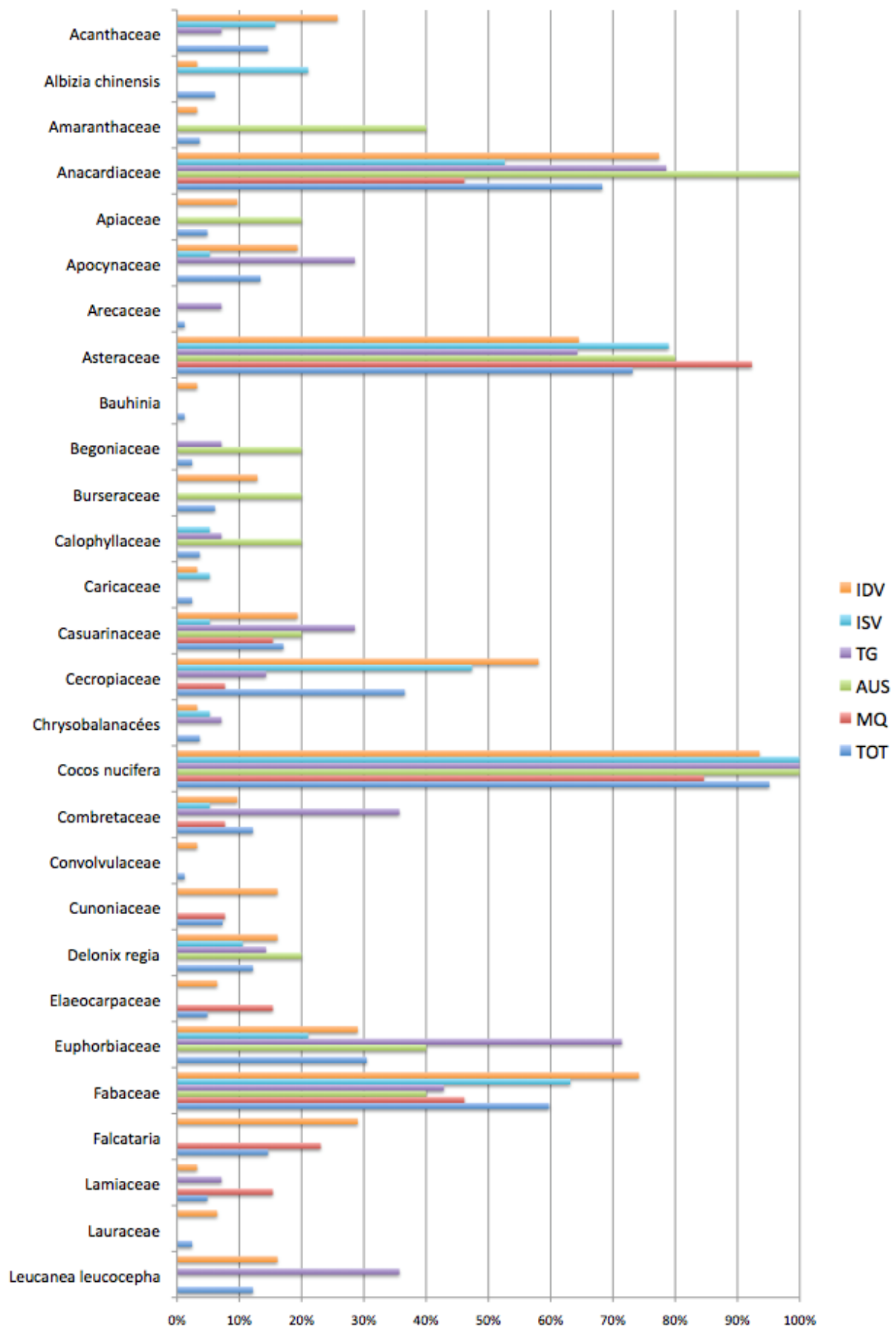


Figure 11 : Fréquence d'identification générale des pollens identifiés (famille et/ou espèce) par groupe d'îles

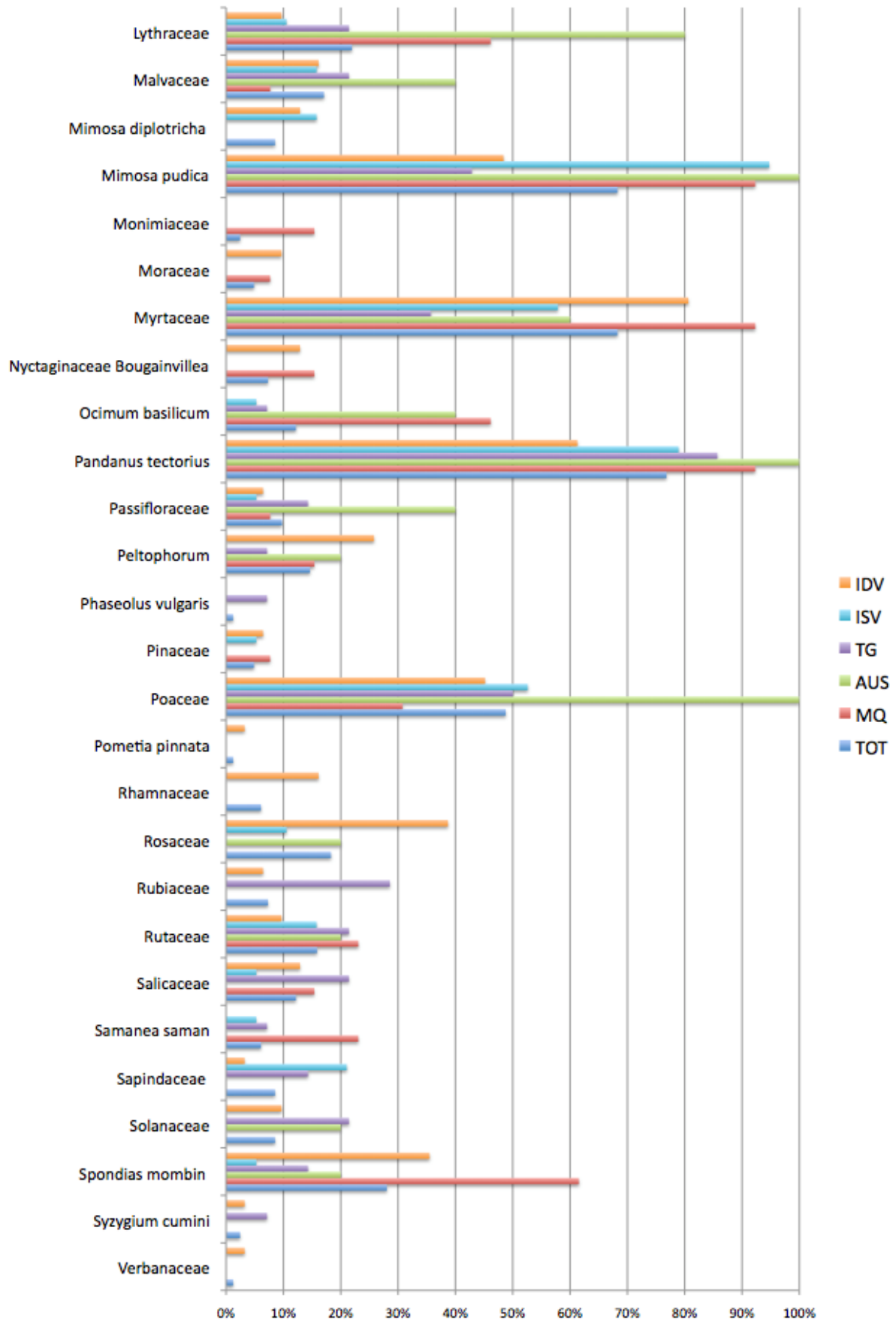


Figure 12 : Fréquence d'identification générale des pollens identifiés (famille et/ou espèce) par groupe d'îles (suite)

Le tableau suivant, illustré par les figures 11 et 12, permet de visualiser les différences entre les 5 groupes d'îles (MQ, AUS, TG, IDV, ISV).

Les différences les plus importantes (> 50%) entre archipels sont les suivantes :

- Anacardiées (Δ 53,8 %) omniprésentes dans les AUS et 46,2 % dans les MQ. Moyenne = 68,3 %
- Cécropiacées (Δ 58,1 %). Comme certains archipels n'ont présenté que très peu d'échantillons dans le second envoi, les données ne peuvent cependant pas être comparées.
- Euphorbiacées (Δ 71,4 %) surtout présentes dans les TG (71,4 %) et dans une moindre mesure dans les Australes (40 %) mais absente aux MQ. Moyenne = 30,5 %
- Lytracées (Δ 70,3 %) surtout présentes dans les AUS (80 %) et très peu dans les IDV (9,7 %) ou ISV (10,5 %). Moyenne = 22 %
- *Mimosa pudica* (Δ 57,1 %) omniprésent dans les AUS et peu présent dans les TG (42,9 %). Moyenne = 68,3 %
- Myrthacées (Δ 56,6 %) très représentées dans les échantillons des MQ (92,3 %) et beaucoup moins dans ceux des TG (35,7 %). Moyenne = 68,3 %
- Poacées (Δ 69,2 %) omniprésentes aux AUS et moins ailleurs et surtout aux MQ (30,8 %) Moyenne = 48,8 %
- *Spondias cf mombin* (Δ 56,3 %) avec 61 % dans les échantillons des MQ et 14,3 % dans les ISV. Moyenne = 28 %

Toutes ces observations vont dans le même sens que celles déjà réalisées dans les études précédentes.

Nous avons également vérifié l'absence d'autres espèces ou familles dans les échantillons reçus provenant de certains archipels malgré une présence de plus de 20 % dans d'autres archipels.

Le falcata (*Falcataria moluccana*) est très bien représenté dans les îles de la Société (ISV et IDV) et identifié comme très mellifère. Sa floraison et les observations de butinage concordent avec les principales miellées dans ces îles. Pourtant, il n'est pas retrouvé au niveau des pollens identifiés dans les miels produits aux ISV et aux IDV. C'est une espèce qui rend très probablement peu de pollens, car il est peu probable qu'aucun nectar de cet arbre n'ait été récolté par les abeilles dans au moins un de ces miels. Ce cas de figure peut également se présenter pour d'autres espèces nectarifères et bien représentées dans les milieux environnant les ruchers, et pour lesquelles on ne retrouve pourtant pas de pollen dans les miels.

On peut également signaler qu'*Ocimum basilicum* est présent dans près de la moitié des miels des MQ alors qu'il est absent ou n'est présent que dans très peu de miels ailleurs.

Une comparaison des conclusions du Dr Rogers avec nos résultats est intéressante car elle permet de confirmer certaines conclusions, mais en remet en question d'autres.

- Au niveau des **Marquises**, les pollens dominants sont identiques et on peut confirmer le fait que le basilic (*Ocimum basilicum*) est le mieux représenté dans cet archipel. Les euphorbiacées n'ont pas été retrouvées dans nos échantillons. Il en va de même des espèces et familles suivantes : Acanthacées, *Albizia chinensis*, Apocynacées, Bégogniacées, Burseracées, Calophiliacées, *Delonix regia*, *Leucaena leucocephala*, Rubiacées, Sapindacées, *Syzygium cumini*. Les espèces littorales sont peu présentes dans nos échantillons, ce qui peut s'expliquer par la topographie de ces îles qui est fort différente de celle des autres archipels. Toutefois, le faux acacias (*Leucaena leucocephala*) est une espèce envahissante très présente sur les falaises des îles Marquises. Elle est donc probablement relativement peu mellifère et/ou sous-représentée dans nos échantillons.
- Pour les **Australes**, malgré un très faible échantillonnage, on ne peut pas confirmer la famille des casuarinacées comme un indicateur. Par ailleurs, l'étude du Dr Rogers ne mentionnait pas les

anacardiées pourtant très bien représentées dans nos miels. De même, les lythracées sont souvent présentes dans les échantillons, en comparaison aux autres archipels. On peut également signaler que parmi les échantillons que nous avons analysés, les AUS présentaient la présence de combrétacées. Le *Mimosa pudica* était également très représenté.

- Les îles des **Tuamotu** sont certainement celles qui se différencient le plus. Le fait que l'on n'y retrouve que des atolls est probablement à l'origine de cela. Les espèces typiquement forestières y sont normalement rares. Nous pouvons aussi souligner que le *Mimosa pudica* et les Anacardiées sont nettement moins représentées dans les miels issus des TG que dans ceux des autres archipels.
- L'archipel de La Société comprend les **îles Sous-le-Vent et les îles du Vent**, qui sont assez proches en termes d'analyses polliniques, avec cependant une plus grande diversité observée dans les miels des IDV. Ceci est probablement lié à la présence de l'île de Tahiti qui présente une plus grande biodiversité relative, et au fait que la proportion d'échantillons analysés provenant des IDV est plus importante. Pour nos échantillons, de légères différences sont observées entre ces deux groupes d'îles : principalement avec *Spondias mombin* (IDV > ISV), Les sapindacées (ISV > IDV), les rosacées (ISV < IDV), *Albizia chinensis* (ISV > IDV), le *Peltophorum*, *Leucanea leucocephala*, les Cunoniacées, les Burséracées et les Rhamnacées absents dans les échantillons des ISV.

On constate que certaines plantes considérées comme mellifères par les apiculteurs ne se retrouvent pas dans la liste des familles identifiées dans nos échantillons de miels. On peut ainsi citer : les asparagacées, les musacées, les boraginacées, les commélinacées, les goodéniacées, les cucurbitacées, les broméliacées, les polygonacées... et la faible présence de familles pourtant très bien représentées parmi les espèces végétales polynésiennes spontanées ou cultivées : les Caricacées, les Verbénacées, les Moracées, les Lauracées...

L'origine de ces absences peut être liée à l'échantillonnage mais également aux périodes de récoltes, et à la caractéristique des espèces qui peuvent ne pas produire de pollen durant la miellée ou dont le pollen n'est pas en contact étroit avec les nectaires. Certaines plantes visitées par des insectes pollinisateurs autres que les abeilles peuvent faire partie des listes sans pour autant être visitées abondamment par les abeilles mellifères.

3.4. INTERPRETATIONS RELATIVES AUX ANALYSES

Les analyses physico-chimiques, polliniques et organoleptiques réalisées sur les 82 miels provenant des cinq archipels montrent la grande diversité de ces miels. Les analyses réalisées n'ont cependant pas permis de mettre en évidence un profil spécifique en fonction des archipels. Le territoire polynésien est très étendu, engendrant une situation géographique et climatique assez variable entre archipel mais également au sein d'un même archipel. Les résultats doivent de plus être considérés avec prudence. Le nombre de miels analysés par archipel est en effet parfois trop faible et ne peut pas être considéré comme représentatif de l'ensemble des miels de cet archipel.

Les caractéristiques d'un miel dépendent de nombreux facteurs liés au contexte botanique et environnemental mais également aux pratiques des apiculteurs. Concernant la qualité des miels, les résultats physico-chimiques ont mis en évidence un pourcentage assez important de miels présentant une humidité ou une teneur en HMF trop élevée ; ce qui a pour conséquence que ces miels ne répondent pas aux limites légales imposées par le Codex Alimentarius et la Directive européenne et présenteront rapidement des défauts de conservation. L'exposition des miels à des températures relativement élevées pendant une trop longue durée influence naturellement les caractéristiques organoleptiques de ces miels. Cela réduit le spectre d'arômes présents, avec des pertes probables au niveau des arômes plus volatils, effectivement absents dans la plupart des miels analysés. On y retrouve en revanche de nombreux arômes beaucoup plus lourds comme les notes marquées de caramel, les notes boisées et épicées qui sont beaucoup plus stables et résistantes à la chaleur. Ces problèmes peuvent cependant être résolus par l'information des apiculteurs sur le terrain, en ciblant les pratiques apicoles à appliquer d'une part pour une meilleure maîtrise de l'humidité des miels, et d'autre part pour éviter les problèmes de dégradation engendrés par une exposition trop longue des miels à des températures trop élevées (> 35°C). Heureusement, on ne retrouve pas de miels qui ont été exposés à des chocs de température à plus de 50°C.

Des particularités ont été mises en évidence au niveau de la conductivité, du profil en sucres, des pollens ou de la dégustation de certains miels.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence de miels monofloraux dans les échantillons reçus, ce qui ne facilite pas le travail qui consiste à lier une source botanique avec un profil pollinique, organoleptique, une conductivité, un spectre en sucres et des acides (y compris le pH). Tout un travail de recherche serait à mener dans ce cadre.

4. Mission du CARI en Polynésie française

Du 24 septembre au 8 octobre 2022, le CARI a réalisé une mission d'expertise et de formation à destination des apiculteurs sur le territoire polynésien, en collaboration avec le Centre apicole de Nouvelle-Calédonie (CPA) et la Direction de l'Agriculture de Polynésie française. Les nombreux échanges avec les apiculteurs et les acteurs de la filière apicole ont permis une première analyse de la situation spécifique en Polynésie française par rapport à d'autres régions du monde. Nous reprendrons ci-après les principaux éléments qui nous semblent favoriser l'apiculture en Polynésie française, suivi de ceux qui apparaissent comme étant des freins à son développement.

4.1. BILAN RELATIF À L'APICULTURE POLYNÉSIEENNE

Éléments favorisant l'apiculture

Environnement - ruchers

Climat permettant un butinage toute l'année.

Flore très diversifiée sur la plupart des archipels.

La majorité de la flore a une floraison étalée sur toute l'année.

Présence de plusieurs ouvrages présentant la flore mellifère polynésienne.

Importance des zones naturelles.

Zones d'agriculture intensive très limitées

Peu d'exposition aux produits phytosanitaires

Économie

Statut d'apiculteur professionnel à partir de 20 ruches (pourquoi ne pas parler d'apiculteurs à profil économique plutôt que de professionnel car ce terme a une connotation différente dans la majorité des autres pays ?).

Image très positive de la Polynésie (pays de rêve, « paradis » indemne de pollution) auprès des consommateurs.

Présence d'un grand nombre d'hôtels et de touristes aisés, consommateurs potentiels de miels et d'autres produits de l'artisanat local.

Prix de vente très élevé du miel (2500 – 3500 F) par rapport au marché mondial.

Formation - information

Formation de base officielle organisée pour les apiculteurs désirant développer une activité économique liée à l'apiculture.

Présence d'un(e) responsable de filière et d'agents de la DAG sur le terrain bénéficiant d'une certaine connaissance de l'apiculture.

Présence de deux associations apicoles qui offrent de façon bénévole une assistance aux apiculteurs et certains services (achat groupés, cire...).

Sanitaire

Absence d'acariens prédateurs : *Varroa destructor*, *Tropilaelaps clareae*, *Acarapis woodi*

Absence du petit coléoptère des ruches (*Aetina tumida*)

Interdiction d'importation de produits apicoles non traités contre la loque américaine.

Freins au développement de l'apiculture

Environnement et ruchers

Méconnaissance des miellées et des paramètres qui les influencent.

La flore tropicale présente en Polynésie, hormis quelques exceptions, ne permet pas d'avoir des productions très intenses de miel et dès lors la production de miels monofloraux.

Forte urbanisation de zones littorales principalement sur Tahiti (problèmes de voisinage).

Densité de ruches déjà importante dans certaines zones (en particulier à Tahiti).

Zones d'implantation des ruchers concentrée sur la bande côtière dans les îles hautes, très limitées dans le centre des terres (difficulté d'accès).

Hormis sur quelques îles, les ruchers déclarés ne sont pas géolocalisés.

Les abeilles

L'abeille mellifère n'est pas indigène et on connaît mal son impact sur les pollinisateurs indigènes.

Il y a eu de nombreux apports de matériel génétique et aucun suivi de ceux-ci.

Certaines abeilles présentes depuis de nombreuses années dans les Australes semblaient présenter des caractéristiques intéressantes (douceur). Cependant sensibles à la loque américaine, elles ont été fortement hybridées avec des abeilles plus tolérantes à cette maladie.

Formation - information

Le principal développement de l'apiculture est récent (une vingtaine d'années) et plus encore depuis 2011.

L'essentiel de connaissances apicoles proviennent des zones tempérées ou méditerranéennes et ne peuvent pas s'adapter directement sous les tropiques.

Il n'existe pas d'ouvrage apicole qui s'adresse spécifiquement à l'apiculture tropicale dans les îles.

Il n'existe pas de revue ou de média vraiment spécifique pour l'apiculture polynésienne.

Les rencontres entre apiculteurs et les visites d'exploitations sont très difficiles à organiser.

Certains apiculteurs sont très isolés avec des difficultés d'accès à l'information.

Beaucoup d'apiculteurs amateurs n'ont aucune formation apicole reconnue.

Les apiculteurs de loisir n'ont pas accès à des formations officielles. Les formations proposées ne prennent pas en compte la complexité du métier. Il est impossible d'apprendre à gérer une ruche en trois jours.

Très peu d'apiculteurs ont bénéficié d'une formation de longue durée ou ont eu la chance de travailler plusieurs mois avec des professionnels.

Il n'y a pas de statut officiel de formateur.

Économie

Les coûts de production sont élevés et dépendent beaucoup de produits d'importation.

L'isolement complique la commercialisation des produits.

Beaucoup d'apiculteurs ne sont pas déclarés, ce qui les rend inaccessibles.

Il n'existe pour l'instant aucun outil fiable de suivi de la production en apiculture.

Le miel ne dispose pas d'une législation spécifique en Polynésie française.

Transports

Déplacements difficiles et très limités vers l'intérieur des terres dans les îles hautes.

Difficulté d'accès de certaines îles – transport par bateau.

Difficulté d'approvisionnement en matériel apicole (ruches, cires, matériel de miellerie...)

Difficulté d'échanges entre certaines îles (statut de protection lié à la loque américaine sur certaines îles).

Produits de la ruche

Les températures de production et de conservation des produits de la ruche ne sont pas optimales. La grande majorité des apiculteurs négligent totalement des produits comme la cire ou la propolis. Ils les jettent car ils ne savent pas qu'en faire.

L'information véhiculée sur la production de miel et d'autres produits de la ruche n'est pas actualisée.

La tradition valorise encore en certains endroits des miels assez dégradés.

Sanitaire

Il n'existe pas de réseau d'épidémiologie-surveillance sur l'ensemble de la Polynésie.

On ne connaît pas la prévalence des spores de loque américaine dans les différentes îles.

Il est difficile d'exercer un réel contrôle aux frontières et entre îles (importations de reines...) et les risques d'introduction de nouveaux agents pathogènes sont dès lors très importants.

5. Liste de recommandations préalables à la valorisation des miels polynésiens

Suite aux analyses des miels de Polynésie française, aux questionnaires remplis par les apiculteurs et aux rencontres sur le terrain, plusieurs constats ont été réalisés dont on peut tirer certaines recommandations. C'est sur la base de ces remarques que sont élaborées les fiches présentées au point 5.

Les récoltes

Le profil des miellées sous les tropiques est fondamentalement différent de ce qu'on peut observer en zone tempérée. Ici la floraison est continue tout au long de la saison pour la plupart des espèces mellifères. L'importance des floraisons est principalement liée à l'humidité des sols. En milieu et fin de saison sèche, hormis pour certaines espèces comme les litchis dans les Australes, les floraisons sont trop réduites et ne permettent pas de générer une miellée. Ce phénomène est moins marqué sur les atolls ou le long de la bande côtière vu l'humidité continue apportée par la proximité de la mer.

Les fleurs offrent un maximum de nectar dans les semaines qui suivent le retour de la pluie. Là, en fonction de la rapidité de réponse des différentes espèces, on va pouvoir observer une série de miellées dont les pics pourront en fonction des années être plus ou moins rapprochés.

On doit également tenir compte de l'intensité et de la fréquence des intempéries qui peuvent « lessiver » le nectar produit par les plantes. Si elles sont trop importantes, les miellées seront réduites.

Certaines plantes comme le falcata pourront, lors de leurs pics de floraisons, produire des quantités très significatives de nectar. En dehors de ces pics de miellées, les apports générés par d'autres espèces mellifères peuvent être réguliers mais plus limités. Les récoltes les plus intenses se placent généralement durant les premiers mois de la saison humide.

Quelques espèces mellifères - le cocotier (*Cocos nucifera*), le falcata (*Falcataria moluccana*), le mape (*Inocarpus fagifer*), l'apape (*Rhus taitensis*- anacardiacee donnant un miel aux reflets verdâtres et au goût légèrement amer d'après observations des apiculteurs), le mombin (*Spondias mombin*), les myrtacées telles que le goyavier (*Psidium guajava*), le faux pistachier (*Syzygium cumini*), les jambosiers (*Syzygium jambos*, *Syzygium malaccense*), l'eucalyptus (*Eucalyptus sp.*), le goyavier de Chine (*Psidium cattleianum*)... les arbres fruitiers tels que le ramboutan (*Nephelium lappaceum*), le kava (*Pometia pinnata*), les agrumes (famille des rutacées), le café (*Coffea sp.*), ... - peuvent avoir un recouvrement important à certains endroits et peuvent de ce fait générer une miellée localisée à

elles seules. D'autres espèces, si elles sont seules à fleurir, ne pourront donner qu'un apport permettant aux colonies de préserver leur population mais pas de générer une miellée. L'assemblage de ces espèces permettra néanmoins aux abeilles de stocker l'excédent de miel.

Gestion des miellées

La période calme sur le plan apicole se situe habituellement en juillet, août et septembre. Cependant, une période de pluies précoces que l'on peut attribuer au changement climatique peut entraîner un démarrage inattendu de la saison apicole dès le mois de septembre, comme ce fut le cas cette année (2022) en certains endroits.

En règle générale, la pose des premières hausses se situe vers le début du mois d'octobre et un premier retrait de celles-ci a lieu vers les mois de décembre-janvier. Ces hausses seront reposées directement pour bénéficier des floraisons continues et ce jusqu'au mois d'avril, mai ou juin en fonction des endroits. Il faut savoir qu'environ 15 % des apiculteurs laissent leurs hausses toute l'année sur leurs ruches et effectuent leurs récoltes par cadres. Cette pratique est observée dans tous les archipels.

Tableau 15: Période de pose et de retrait des hausses

		Pose	Retrait
Octobre	SS6	14%	
Novembre	SH1	7%	1%
Décembre	SH2	7%	3%
Janvier	SH3	48%	15%
Février	SH4	7%	15%
Mars	SH5	14%	22%
Avril	SH6	3%	14%
Mai	SS1		22%
Juin	SS2		8%

Si certains apiculteurs assurent un suivi précis des miellées et retirent rapidement les cadres qui peuvent être récoltés (en hausse ou individuellement), ceux-ci ne constituent cependant qu'une minorité. Généralement, les hausses sont laissées sur les ruches jusqu'à ce que l'ensemble des cadres soient operculés (au moins à 80 %). Cette pratique correspond à ce qui est conseillé dans les ouvrages apicoles européens. Toutefois, vu la faiblesse de la majorité des miellées observées en Polynésie française, les hausses peuvent parfois rester plus de six mois sur les ruches. Cela peut générer des problèmes au niveau des miels (voir plus loin).

Idéalement, il est conseillé de retirer le miel des hausses après avoir contrôlé que l'humidité du miel présent dans les cadres est proche du seuil conseillé (inférieur à 18 %, ce qui correspond souvent à un miel qui ne s'écoule pas lorsqu'on donne un petit choc sur les cadres) sans pour autant attendre une operculation importante des cadres. Cela va permettre de récolter un miel frais et de stimuler les abeilles à récolter davantage.

La mise en place un réseau de balances connectées permettrait de suivre l'évolution des rentrées de miel en temps réel. Les apiculteurs prendraient ainsi mieux conscience des réelles périodes de miellées.

Les indicateurs de dégradation des miels

Comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, pour évaluer l'état de dégradation d'un miel les laboratoires disposent de plusieurs indicateurs qui sont le HMF (hydroxyméthylfurfural) et les enzymes diastase (alpha et beta amylase) et invertase (saccharase). Les deux premiers indicateurs (HMF et indice diastasique) ont des limites fixées par la législation européenne et par le Codex alimentarius. Dans les tropiques, le HMF ne peut dépasser 80mg/kg et l'indice diastasique doit être supérieur à 8 et éventuellement à 3 pour les miels pauvres en enzymes mais dans ce cas le HMF ne peut dépasser 15 mg/kg. L'invertase est reprise comme indicateur de dégradation plus sensible dans certains labels de qualité. À la suite d'un choc thermique important, celle-ci se dégrade beaucoup plus rapidement que la diastase.

Le HMF d'un miel frais sortant d'une hausse est généralement inférieur à 2 mg/kg. **Ici, les quelques miels récoltés directement dans les hausses étaient déjà au-delà de 15 mg/kg.** Ceci peut expliquer que 90 % des échantillons de miels ont un HMF supérieur à 15 mg/kg et que 19 % dépassent les normes internationales de 80 mg/kg.

La dégradation thermique se marque également au niveau de la diastase car 63 % des miels présentent un indice diastasique inférieur à 8 et 4 % inférieur à 3. Parmi les 44 miels dont la valeur est comprise entre 3 et 8, seuls 2 ont un HMF inférieur à 15 mg/kg. Ces 42 miels sont en dehors des règles internationales.

Les valeurs de l'invertase sont également très faibles lorsqu'on les compare à des valeurs obtenues pour des miels produits en zone tempérée (zone tempérée : moyenne 30 (de 6 à 56) ; Polynésie française : moyenne 4,5 (de 0,3 à 17, 3)).

D'autre part, on sait que les deux enzymes citées sont présentes dans une même proportion dans les miels frais (rapport ID/IS < 2,5). Ce rapport est respecté dans 56 % des cas et seuls 13 % des miels ont subi un choc thermique important.

Au vu des éléments ci-dessus, peu de miels ont été exposés à des températures qui dépassent les 50 à 60 °C. Par contre, ils semblent avoir été exposés à des températures déjà trop importantes (30 à 40°C) pendant des périodes de temps longues. **Cette exposition à de fortes température peut naturellement provenir d'un transport long et dans de mauvaises conditions. Mais on pourrait également observer une telle dégradation suite à un séjour prolongé dans des colonies qui sont mal isolées et/ou exposées au soleil.** Une part des dégradations pourrait être liée au fait que beaucoup d'apiculteurs ne récoltent pas rapidement leurs hausses et attendent l'operculation. Une autre peut venir d'un stockage dans des conditions trop chaudes.

L'humidité des miels

Généralement, sous les tropiques, l'humidité constitue un élément qu'il faut pouvoir gérer. En Polynésie, très peu de miels ne correspondent pas aux normes internationales du Codex qui fixe le maximum à 20 %. Cependant, comme les miels ne sont pas traités thermiquement pour détruire les ferments, l'humidité ne devrait pas dépasser les 18 % pour éviter tout risque de fermentation. Parmi les échantillons que nous avons analysés, 54 % des miels dépassent ce seuil.

De nombreux apiculteurs sont pourtant équipés d'un réfractomètre et même pour certains d'un déshumidificateur.

On a pu relever plusieurs problèmes sur le terrain liés à l'utilisation de ce matériel.

Les réfractomètres que nous avons vus sont des **réfractomètres Brix utilisés pour les sirops de saccharose et non pour les miels.** Il existe une table de conversion, mais les apiculteurs n'étaient pas conscients du fait que les données lues sur l'appareil devaient être corrigées. Il en va de même de la correction de température qui n'était pas toujours appliquée. Tout cela peut mener à des erreurs de l'ordre de plus d'1 %.

Un second problème vient du fait que dans certaines informations parvenues aux apiculteurs, il était conseillé de fixer le seuil à risque à 19 % et non à 18 %. Une information rectificatrice devrait être donnée dans ce sens.

Un troisième problème vient du mauvais usage du déshumidificateur. Les apiculteurs ne semblent pas tous être conscients qu'il faille **limiter le volume de la pièce à déshumidifier** si l'on ne veut pas investir dans une machine de trop forte capacité. Il faut **également sécher le local pendant plusieurs jours lors des premières utilisations** pour sécher murs, sol et plafond. Lorsque la machine ne tire plus d'eau, le local peut être utilisé. Si on n'y parvient pas, il faut revoir l'isolation de la pièce.

La conductivité

La conductivité de nombreux miel correspond à celle de miellat (> 0,8 mS/cm). Pourtant, il ne semble pas y avoir présence d'insectes piqueurs suceurs dans la plupart des cas. Suite à une petite expérimentation, le laboratoire du CARI a pu mettre en évidence que la présence en très faible quantité de sel marin (NaCl) pouvait avoir une forte influence sur la conductivité des miels. Sur le terrain, on observe de fait que les miels récoltés sur la bande côtière présentent une conductivité plus forte.

Ce sont donc les embruns et/ou l'eau puisée par les racines des plantes qui pourraient expliquer cette conductivité. Les miels récoltés sur cocotiers en sont un bon exemple. Sur le plan organoleptique, il est possible d'identifier une saveur salée sur certains miels.

Le paramètre conductivité doit donc être considéré ensemble avec d'autres indicateurs de miellats afin de déterminer l'origine des miels, en tenant compte de l'emplacement des ruchers par rapport au bord de mer.

Teneur en saccharose trop élevée

Quelques échantillons récoltés sur les atolls présentent des teneurs en saccharose très élevées. Après investigation, il apparaît que ces miels semblent avoir été prélevés directement dans les ruches. Il est dès lors possible que le nectar n'ait pas eu le temps de subir une transformation suffisante par la saccharase présente naturellement dans les miels. Après un ou deux mois, la teneur en saccharose devrait revenir à une normale. La lenteur de ce phénomène de transformation peut également être liée aux faibles teneurs en saccharase de ces miels (moyenne 1,65 (de 0,4 à 6)).

Les pollens présents dans les miels

L'analyse pollinique constitue une des bases de l'identification de l'origine botanique des miels. Elle a cependant des limites liées au fait que **la production de nectar n'est pas forcément liée à la production de pollen par la plante** et que les anthères peuvent être distantes des cellules productrices de nectar. De même, la production de miellat est totalement indépendante des pollens. En fonction des espèces botaniques présentes et de leur environnement, le spectre pollinique va varier (% respectif des différents pollens) et la densité pollinique va également varier et pourra être liée à l'humidité de l'air. Tous ces éléments font que l'on retrouve des pollens en grand nombre même s'ils ne sont pas liés à une importante production de nectar. Il en est ainsi des pollens de *Pandanus* et de *Mimosa pudica*. Cette dernière espèce peut être considérée comme un indicateur géographique, **cependant peu précis car c'est un pollen sur-représenté dans de nombreux miels tropicaux**. La taille du pollen et son ornementation sont également importantes. Les gros pollens fortement ornementés seront beaucoup moins présents que de petits pollens plus lisses. Tout ceci peut expliquer le fait que très peu de pollens provenant de plantes sur lesquelles un butinage a été observé se retrouvent dans les miels, ainsi que le fait **qu'on retrouve des pollens de *Pandanus* et de *Mimosa pudica* dans de nombreux miels**.

La biodiversité est extrêmement importante sur les différents archipels si on la compare avec celle d'une flore de zone tempérée. Pour pouvoir appréhender cette diversité, il faudrait pouvoir disposer d'échantillons de miels bien répartis sur l'ensemble du territoire (issus de plusieurs colonies ou ruchers situés dans un même biotope) et provenant de périodes de récolte mieux identifiées

(maximum 2 mois) et avec une bonne couverture dans le temps (± 4 échantillons par site). Cela représente cependant un travail considérable qui demande du temps. Le couplage de ces sites de récoltes avec des balances connectées serait d'un grand intérêt.

Les modes de production

Pour l'instant, pratiquement tous les apiculteurs travaillent avec des ruches importées. Ils semblent penser qu'il faut tout acheter à un autre apiculteur ou importer de nouvelles ruches de l'extérieur pour développer une activité apicole.

Il est pourtant possible d'utiliser des matériaux locaux pour fabriquer le matériel et de travailler avec très peu de cire (cadres à barrette ou en bâtisse libre). Quelques essais réalisés par un apiculteur de Rangiroa montrent que des modèles plus simples comme la ruche kényane pourraient être bien adaptés au démarrage d'une exploitation apicole polynésienne de petite envergure avec peu de moyens. Ce modèle de ruche ne consomme pratiquement pas de cire et permet un suivi des miellées plus régulier (on ne doit pas attendre que l'ensemble des cadres d'une hausse soient operculés). **Les cadres entièrement bâtis par les abeilles permettent la production de cire, produit recherché sur les marchés internationaux et de plus grande valeur que le miel**, surtout si aucun produit de traitement contre la varroase n'est utilisé.

Au niveau des abeilles, il faudrait préconiser l'utilisation de souches présentes sur le territoire si elles conviennent bien à la production. L'importation de matériel génétique serait même à éviter entre îles, afin de réduire le risque sanitaire. Au sein d'une exploitation apicole, une ou plusieurs colonies peuvent être affectée à la production d'abeilles. Davantage de formations et communications devraient être mises en place en ce sens.

Une apiculture plus proche de la nature renforcerait l'image positive et naturelle des productions réalisées dans ce cadre et serait facilement valorisable sur les marchés touristiques locaux (notions de développement durable, de circuit court, de bien être des abeilles, de maintien de la flore locale par la pollinisation...). Il faudrait naturellement aussi tenir compte du maintien d'un bon équilibre avec les autres pollinisateurs locaux. Dans ce cadre, après étude des mécanismes de cohabitation, des densités maximales en fonction de la qualité mellifère de l'environnement pourraient être suggérées.

6. CONSEILS POUR AMELIORER LA QUALITE DES MIELS

Vous trouverez ci-après des textes qui peuvent servir de base à la rédaction de fiches techniques pour les apiculteurs. Ils reprennent de ce fait certains éléments déjà présentés dans les parties précédentes du rapport.

6.1. UN MIEL DE QUALITÉ

Point de vue du consommateur

Le miel est un produit qui a une très bonne image au niveau des consommateurs qui recherchent un sucre naturel. Beaucoup accordent aux miels des propriétés thérapeutiques et en font usage comme un aliment avec une certaine bioactivité. Il est vrai que contrairement au sucre de cuisine et vu la présence d'enzymes et d'autres éléments, le miel évolue dans le temps et il aura tendance à se dégrader.

Les consommateurs vont chercher un produit bien présenté, bien étiqueté, propre et naturellement sans résidus. Les indicateurs de dégradation comme de la fermentation ou la présence d'un déphasage (présence d'une couche de cristaux en bas et de liquide plus sombre en haut du pot) seront rejetés. Ils rechercheront le plus souvent des miels qui correspondent à ce qu'ils connaissent déjà que ce soit au niveau de la couleur, des arômes ou de la cristallisation.

Certains consommateurs accorderont également de l'importance au fait que le produit soit local et que les abeilles contribuent au maintien de la biodiversité dans leur environnement par la pollinisation. Ils recherchent un producteur qu'ils connaissent et à ce que celui-ci reçoive un prix équitable pour son miel.

Côté législation

Le miel est clairement défini au niveau international (Codex Alimentarius et Directive miel 2001/110) comme étant un produit naturel dans lequel on ne peut rien ajouter.

Ces législations fixent également des seuils qui interdisent des dégradations trop importantes. Le législateur a ainsi défini une limite claire pour l'hydroxy-méthyl-furfural (HMF), un produit de dégradation d'un des deux sucres simples présents dans le miel, à savoir le fructose. Sa valeur ne peut dépasser 80 mg/kg sous les tropiques. Un second indicateur officiel de dégradation est la diastase, une des enzymes présente dans les miels et qui permet de dégrader l'amidon. Sa valeur doit être supérieure à 8 avec certaines exceptions qui réduisent cette valeur à 3.

Afin de limiter les risques de fermentation des miels (même s'ils ont été traités thermiquement) la législation n'autorise que des miels dont la teneur en eau est inférieure à 20 %. Au-delà, les miels même avec très peu de ferments peuvent commencer à fermenter.

A côté de cette législation internationale, certaines appellations (AOP, IGP...) sont plus strictes et prennent en considération une enzyme plus thermosensible (qui se dégrade à la chaleur), la saccharase ou invertase qui coupe la molécule de saccharose (sucre de cuisine) en glucose et fructose. Les seuils permis pour le HMF sont réduits. Comme les ferments n'ont pas été détruits par des traitements thermiques, la teneur en eau maximale ne peut dépasser 18 %. Plus les miels seront humides et plus ils fermenteront facilement et rapidement.

Sur certains marchés (USA, Brésil...), on parle de « Raw honey » qu'on peut traduire comme un miel frais ou vierge. Ce sont des miels qui n'ont pas été chauffés (pasteurisation flash) lors du processus de conditionnement. Ils correspondent le plus souvent à des miels produits par les apiculteurs. Dans ces cas, les deux indicateurs enzymatiques ne peuvent pas être dégradés et le HMF doit rester sous un seuil plus bas que celui défini pour l'ensemble des miels (par ex. 40 mg/kg sous les tropiques). L'humidité sera naturellement limitée à 18 %.

Il est interdit d'ajouter des sirops ou autres éléments dans du miel. Ces pratiques sont punissables et les apiculteurs devront ainsi être très attentif à n'apporter aucun apport sucré sous forme solide ou liquide qui puisse se retrouver dans les hausses. Aujourd'hui les techniques analytiques permettent de détecter certains sucres ou éléments liés à ces sucres à des doses inférieures au pourcent. Vu la très forte proportion de miels adultérés sur le marché international, les contrôles seront très probablement de plus en plus présents et sophistiqués.

Et pour l'apiculteur

Si tous les nectar et miellats récoltés dans un environnement non ou peu pollué et transformés par les abeilles en miel, sont à la base des produits de très haute qualité, les opérations réalisées par les apiculteurs peuvent malheureusement réduire ce niveau de qualité. Les principales étapes du travail de l'apiculteur feront d'ailleurs l'objet d'un développement spécifique (5.2. Miellée et récolte des hausses, 5.3. Travail du miel jusqu'à la mise en pot, 5.4. Stockage et vente)

Voici les points d'attention les plus importants.

L'humidité

- Le miel doit être mûri par les abeilles
→ Il est interdit de récolter un miel non mûri. La déshumidification avec des techniques d'évaporation (extraction de l'humidité sous vide d'air) est interdite.
- Le miel est très hygroscopique
→ Il faut éviter d'exposer le miel à un air humide (HR > 55%) sans quoi, il va s'humidifier. Il faut ainsi veiller à l'humidité des locaux et /ou à ce que les récipients utilisés soient hermétiques.

La chaleur

- Les abeilles savent thermoréguler leur colonie pour maintenir leur couvain à 35-36°C. Cela leur demande cependant un effort énergétique que ce soit pour réchauffer la colonie ou pour la refroidir. Dans ce dernier cas, l'énergie demandée sera 1,4 fois plus importante.
→ L'isolation de la ruche et son exposition au soleil seront importantes et les possibilités offertes aux abeilles pour gérer les flux d'air devront être prises en compte par l'apiculteur.
- Le miel se trouve dans la ruche à des températures qui se situent habituellement entre 24 et un peu plus de 30°C.
→ Pour garder les arômes et la bioactivité des miels, il faut rester à des températures ne dépassant pas celles de la ruche (max 40°C)
- C'est le couple température et temps qui génère des dégradations.
→ Plus le miel sera exposé à des températures élevées et plus court devra être le temps d'exposition. Des expositions longues à des températures moyennes peuvent aussi générer des dégradations importantes. Il faut éviter d'exposer le miel à des températures supérieures à 35 °C durant de longues périodes (plusieurs semaines) et à 50°C plusieurs minutes.

Les contaminations

- Éviter la contamination du miel par le matériel utilisé au rucher
→ Tout le matériel utilisé au niveau des ruches (ruches, cadres, nourrisseur, lève-cadres, ...) sera ainsi de qualité alimentaire (matériaux, peintures...).
- La qualité des cires est essentielle
→ Les cires utilisées si elles ne proviennent pas de l'exploitation devront être contrôlées pour vérifier l'absence de résidus de produits indésirables. L'idéal est de travailler au départ de cadres produits directement par les abeilles.
- La fumée peut être toxique

→ Le combustible utilisé dans l'enfumeur ne devra pas contenir de colles (cartons...) ou de produits résineux mais plutôt des végétaux secs. La fumée sera très peu ou pas dans les hausses.

- L'environnement peut être pollué

→ Éviter les sites à risques (incinérateurs, zones avec un usage intensif de pesticides...)

- Les locaux de l'exploitation

→ Éviter de stocker le matériel dans des locaux exposés à des fumées, trop humides, avec des sources de poussières (scie circulaire, ...) ou en présence de produits toxiques ou encore avec des animaux. Tout cela est encore beaucoup plus important pour les locaux utilisés pour le travail du miel.

- Le matériel en contact avec le miel doit être alimentaire, résistant aux acides et facile à nettoyer

→ Avant toute utilisation, il faut vérifier l'état de propreté du matériel et le nettoyer après chaque utilisation. Le matériel doit également être stocké dans un environnement correct sans contaminants.

- Les pots utilisés pour la vente

→ Il faut s'assurer que les pots (bouteilles) utilisé(e)s soient parfaitement propres et sans odeur avant leur utilisation. De même il faudra veiller à ce que les couvercles soient propres et assurent une parfaite herméticité des pots.

6.2. LA RUCHE ET LE RUCHER

La majorité des ruches présentes en Polynésie sont des ruches Langstroth. Le modèle va principalement influencer le volume mis à disposition des abeilles et va influencer la conduite principalement dans la gestion de l'essaimage. Par contre, pour la gestion du miel, le modèle a moins d'importance. Trois éléments sont cependant importants et cela quel que soit le type de ruches : l'isolation des ruches, la possibilité offerte aux abeilles de pouvoir gérer correctement les flux d'air au sein de la ruche et la densité de ruches en fonction de l'environnement.

L'isolation des ruches

La majorité des ruches sont réalisées en bois de 24 mm d'épaisseur mais on peut trouver des parois plus fine (15 mm) ou en d'autres matériaux que le bois. Il faut savoir que le bois présente une certaine inertie thermique qui va permettre de réguler les variations rapides de la température. Les matériaux isolants vont réduire davantage les échanges de température mais ne présenteront pas vraiment d'inertie thermique.

La présence de cadres chargés de réserves va fortement réguler les variations de température gommant pratiquement si elles sont nombreuses les variations thermiques du jour et de la nuit. Sans ces cadres de réserves, le travail de thermorégulation des abeilles sera beaucoup plus important. En Polynésie, la chaleur est présente toute l'année et les colonies ne connaissent pas vraiment de périodes de froid comme dans la métropole. Il faut savoir que la température extérieure de 25 °C correspond à la température pour laquelle les abeilles doivent fournir l'effort de thermorégulation le plus faible pour maintenir leur couvain à bonne température.

Les abeilles réchauffent facilement la ruche que ce soit par la vibration de leurs muscles allaires ou par le resserrement de la grappe d'abeilles. Par contre le mécanisme de refroidissement demande beaucoup plus d'énergie car elles doivent aller chercher de l'eau et l'évaporer dans la ruche, processus qu'on peut assimiler à notre transpiration. Cela leur demande 40 % d'énergie en plus que de réchauffer.

Il faut donc veiller à réduire l'exposition des ruches à des températures trop élevées. Il faut ainsi veiller à ce qu'elles ne soient pas exposées au soleil surtout durant les heures chaudes de la journée. La prise de température se fera surtout par les parois latérales de la ruche (près des deux tiers) et le restant par le toit et le plancher. L'isolation des parois pourra être complétée par des panneaux d'isolants (par ex. 2cm) et que la couleur soit claire et réfléchissante. Pour le toit, il faut qu'il soit réfléchissant et qu'il y ait si possible un coussin d'air qui fasse tampon entre la colonie et la paroi extérieure. Le trou de vol sur le plancher doit rester modulable par les abeilles.

L'orientation est également importante comme la nature du sol (idéalement non réfléchissant avec de la végétation).

La ventilation

Dans les cavités naturelles, les ouvertures vers l'extérieur sont généralement assez limitées et les parois sont très isolées. Les abeilles introduisent un flux d'air et le réchauffe ou le refroidissent en fonction des besoins thermiques. La colonie travaille vraiment comme un conditionnement d'air. Sachant cela, on comprend que des ouvertures trop importantes ne permettent plus aux abeilles de travailler correctement et génèrent des consommations plus importantes des réserves. L'utilisation de planchers totalement ouverts ne correspond pas aux besoins réels des abeilles.

Il faut également se dire que plus les abeilles vont devoir refroidir leur habitat et plus les apports d'eau à l'intérieur de la ruche seront importants et vont de ce fait humidifier le miel récolté.

Normalement l'humidité relative au sein de la hausse ne devrait pas dépasser 55 %. Cela n'est plus possible en cas de besoin de refroidissement de la ruche.

Afin de faciliter le travail de ventilation dans la ruche, certains apiculteurs préconisent de laisser de petites ouvertures ou l'utilisation de matériaux perméables au niveau du couvre cadres pour générer un effet de cheminée assez lent dont le flux est géré par les abeilles. En cas de besoin, elles utilisent de la propolis pour refermer les ouvertures.

La densité des ruches

Le potentiel mellifère des îles de Polynésie n'est pas très bien connu. Mais il semble assez évident qu'hormis certaines miellées les apports peuvent être continus mais ne sont pas très importants, du moins sur les zones moins diversifiées comme les atolls. Dans ce dernier cas, la présence d'un rucher d'une dizaine de colonies de production tous les kilomètres semble être un maximum si le bras de terre est large.

Plusieurs informations semblent indiquer une densité de ruches très élevée sur l'île de Tahiti : quantité de sirop de nourrissage administrées aux colonies, taille des colonies et productivité à la ruche. Environ 5000 ruches sont déclarées sur cette île, pour une surface totale de 1045km² dont une surface utile à l'apiculture de l'ordre de 300km² (bande moyenne de 3km autour du littoral). Ce qui conduit à une densité de ruches moyenne de 17 ruches/km². En règle générale, on peut considérer que le nombre de colonies de production ne devrait pas excéder une vingtaine de colonies sédentaires par site (éventuellement avec plusieurs petits ruchers) et que les distances entre ruchers ne devraient pas être inférieures à 1 km (densité de 10 (max 15) colonies/km²). Ces chiffres ne sont qu'indicatifs et devraient être revus avec de réelles études de production sur plusieurs années et des expérimentations in situ.

6.3. MIELLÉE ET RÉCOLTE DES HAUSSES

La saison apicole

En Polynésie, le climat est tropical avec la présence d'une saison sèche et d'une saison humide. Cela va définir la saison apicole. La saison sèche est considérée comme la période plus calme au niveau de l'apiculture. Comme son nom l'indique, la sécheresse va réduire assez fortement les apports de nectar et même de pollen. Certaines espèces continueront cependant à fleurir. A ce niveau, on peut observer certaines différences entre les archipels. Ainsi, dans le Sud, aux Australes, des plantes comme le litchi vont produire du nectar en saison sèche. Par ailleurs, les atolls et les bandes côtières avec leur proximité de la mer vont être beaucoup moins sensibles à l'impact de la sécheresse car des plantes comme le coco auront leurs racines dans un sol toujours humide et les miellées pourront pratiquement s'étalonner toute l'année. C'est la pluviosité et le vent qui seront les principaux obstacles au butinage des abeilles dans ces zones.

Les miellées

En Polynésie, les miellées sont difficilement comparables à ce qu'on peut observer en métropole. En Europe, les saisons sont bien marquées et les floraisons s'étalent au plus sur une à trois semaines. On peut ainsi observer un étalement des floraisons avec une séquence bien définie peu variable d'une année à l'autre. En Polynésie, la grande majorité des plantes peuvent fleurir pratiquement toute l'année et les floraisons sont échelonnées avec des pics de floraisons qui se produisent normalement après l'arrivée des premières pluies en fin de saison sèche, surtout pour les espèces de forêt. Chaque espèce va répondre plus ou moins rapidement à cet apport d'humidité, ce qui explique qu'on est plutôt dans un modèle de combinaison de miellées. Vu du haut, on a l'impression d'être en face d'un immense patchwork. Certaines plantes très abondantes dans certaines zones et très attractives pour les abeilles mellifères vont pouvoir prendre le dessus, comme le falcata dont la floraison est abondante en début de saison des pluies. Dans un tel cas, on peut récolter des miels dominés par l'espèce florale. En dehors de ces périodes, les miellées en forêt vont donc être générées par des patchs différents occupés par des espèces qui génèrent un nombre de fleurs important, les entrées de miel pourront être régulières mais moins importantes et seront surtout ponctuées par les périodes de pluies qui interrompent le butinage et nettoient le nectar des fleurs pour quelques heures. Il est très difficile pour l'instant d'évaluer le nombre d'espèces réellement impliquées dans ces apports. La bande côtière sera moins sensible aux périodes sèches.

Pose et retrait des hausses

Dans un tel contexte, on constate qu'en fonction des emplacements les hausses seront présentes principalement pendant la saison des pluies et certaines resteront même un à deux mois de plus (cf tableau 15). Il faut signaler que plusieurs apiculteurs laissent leurs hausses durant toute l'année. Si ce n'est par l'observation et les visites, les outils d'identification des miellées sont pratiquement inexistant. Peu semblent réaliser un suivi précis des apports de nectar et il est dès lors très difficile de pouvoir faire des connections entre l'intensité des floraisons et le remplissage des hausses. Voici

Le retrait des hausses se fait plus sur base d'habitudes ou de périodes. C'est en janvier qu'on observe le plus de renouvellement de hausses. Les hausses peuvent ainsi rester sur les ruches pendant plusieurs mois (de deux à six mois). Le conseil donné aux apiculteurs d'attendre d'avoir au moins 80 % de la surface des cadres operculée a favorisé le maintien de hausses sur de longues durées. Pourtant, du nectar rentré en petite quantité (moins de 2 kg d'apport journalier) dans une hausse bien occupée par les abeilles sera suffisamment séché pour avoir une humidité correcte dans les 24 à 48 h. Lors de miellées très intenses avec des apports de 5 à 10 kg de nectar par jour que les abeilles vont mettre près d'une semaine pour tout remettre à une humidité acceptable. Ces miellées intenses semblent très rares en Polynésie. Il faut également signaler les périodes chaudes qui nécessitent un refroidissement de la ruche par l'apport d'eau extérieure. L'humidité relative dans la colonie sera alors supérieure à 55 %. De plus durant ces périodes chaudes, il peut n'y avoir que de très faibles différences de températures entre le jour et la nuit, ce qui empêche l'assèchement de l'air par les abeilles et dès lors le séchage du miel. Dans ce cas, seul un air sec extérieur aidera les abeilles dans leur travail de séchage. Il ne faut jamais récolter durant les périodes trop chaudes et humides si l'on n'a pas de déshumidificateur. **Idéalement, les récoltes de hausses devraient se réaliser plus fréquemment** car même en dehors des pics de floraison un apport significatif de miel peut avoir lieu et être suffisamment mûr en quelques jours. Très rares sont les apiculteurs qui travaillent ainsi. L'utilisation d'un réfractomètre bien calibré au rucher est très utile pour vérifier l'humidité du miel. **L'état d'operculation n'est pas un indicateur fiable en Polynésie.**

Le fait de récolter le miel plus fréquemment va limiter le risque d'exposition à des températures trop élevées et dès lors la production de HMF et la dégradation d'enzymes même avant la récolte. Les outils de suivi des miellées seraient très utiles afin d'aider les apiculteurs à mieux baliser leurs périodes de récolte. Naturellement cela représente un travail plus, à beaucoup plus important. Ce

n'est pas toujours envisageable surtout si les ruches sont situées dans des emplacements situés à plus d'une heure de route et/ou dont les conditions de miellées sont différentes. Il faut également tenir compte du fait que le miel stocké par les abeilles leur sert avant tout de réserve énergétique lors de périodes pluvieuses et/ou venteuses prolongées. Il faut donc toujours veiller à ce que les colonies disposent de réserves en suffisance afin d'éviter les problèmes de famine.

6.4. TRAVAIL DU MIEL JUSQU'À LA MISE EN POT

La production d'un miel de qualité requiert un minimum de matériel et dans la mesure du possible un local qui peut y être dédié, même temporairement. Ce local peut éventuellement être collectif.

Déshumidification du local

Vu l'humidité souvent excessive en saison des pluies, l'utilisation d'un déshumidificateur dans le local peut au moins éviter que le miel ne reprenne de l'humidité pendant son extraction et son conditionnement. Idéalement, l'humidité du local devrait être de l'ordre de 45 à 50 %. Il ne faut pas oublier de déshumidifier le local avant son utilisation. Cela peut prendre une semaine. Si l'on ne parvient pas à stabiliser l'humidité, il faut revoir son isolation. Il est conseillé de ne pas travailler dans un local trop grand et d'avoir un sas à l'entrée qui limite la réhumidification du local lorsqu'on y entre. La puissance du déshumidificateur doit être adaptée au volume du local à sécher et à la quantité de miel qui y sera stocké.

Les hausses

Les hausses sont apportées dans le local et l'humidité du miel est contrôlée. Si nécessaire, on peut laisser les hausses un à plusieurs jours dans cette ambiance plus sèche jusqu'à ce que le miel à extraire présente 18 % d'humidité au maximum. Des espaces seront laissés entre les hausses mises en piles pour faciliter le passage d'air et un brassage d'air sera installé dans la pièce. Le miel non-operculé se met rapidement en équilibre avec l'humidité de la pièce (environ 24 h) mais cela prend plusieurs jours pour le miel operculé.

L'extraction du miel

La désoperculation peut se faire de façon assez simple avec une fourchette ou un couteau conçu à cette fin. Pour les apiculteurs ayant de grandes exploitations et d'importantes récoltes à gérer, les fabricants de matériel proposent une série de variantes qui permettent de simplifier et éventuellement d'automatiser ce travail. Que l'on travaille avec un couteau ou avec du matériel automatique, il est conseillé d'utiliser un nombre de cadres réduit dans les hausses afin de disposer d'opercules qui dépassent les lattes de cadre.

Généralement, on travaille avec des extracteurs centrifuges ou tangentiels. Ces derniers sont surtout utilisés lorsqu'il y a peu de cadres à extraire ou lorsque la viscosité du miel est trop importante (cas non rencontré dans notre étude).

Chez les apiculteurs qui travaillent avec des cadres en bâtisse libre, les extracteurs sont rares et ils utilisent plus fréquemment des presses pour séparer le miel de la cire. Il existe également des déchiqueteuses qui améliorent le rendement lors du pressage. Ce type de matériel (assez rare) peut être utilisé par des personnes qui pratiquent une apiculture de cueillette.

Maturation et filtration

A la sortie de l'extracteur, on place un filtre grossier pour enlever les plus gros débris de cire. A partir de cette étape, on peut soit filtrer le miel avec des tamis de plus en plus fin mis en série ou on peut plus simplement laisser mûrir le miel dans un maturateur. Les particules lourdes vont descendre dans le fut et les bulles et particules de cire vont remonter en surface. Si la température ambiante est de plus de 25°C et que le volume du maturateur n'est pas trop grand (± 100 kg), en une journée, tout devrait être décanté. Il faut alors enlever l'écume en surface (éponger avec un sopalin propre) en veillant à ne pas en réintroduire l'écume dans le miel et veiller à ce que le premier miel qui sort de l'extracteur soit sans impureté (surtout si l'on n'a pas utilisé de filtre fin). N'oublions pas que toutes ces opérations doivent se faire dans un local dont l'humidité ne permet pas de réhumidification du

miel. De plus, il faut que tous les contenants du miel soient parfaitement hermétiques pour éviter une réhumidification ou l'arrivée de poussières ou d'insectes.

6.5. STOCKAGE ET COMMERCIALISATION

Liquide ou cristallisé

L'analyse des miels nous indique que **la majorité des miels récoltés en Polynésie devraient cristalliser**. Pourtant, on ne trouve que très peu de ces miels dans les commerces. La température ambiante explique cette situation. La température optimale de cristallisation est de 14°C, ce qu'on ne trouve que très rarement en Polynésie. Au-delà de 25°C, la vitesse de cristallisation est très lente et s'arrête vers 30°C. Il faut savoir que plus la cristallisation est rapide et plus les cristaux sont fins. Les conditions de travail ne permettent que rarement d'être dans cette situation.

On peut donc comprendre les apiculteurs qui préfèrent commercialiser un miel liquide. Le problème est que conserver du miel à 30°C ou plus va aggraver la dégradation enzymatique et le niveau de HMF. Une solution plus couteuse est de conserver le miel à une température froide qui ne permet pas la cristallisation (par ex. 6°C). La dégradation s'arrête pratiquement à de basses températures et vu la viscosité du miel, la cristallisation est très fortement ralentie. Aucun apiculteur ne travaille cependant de cette façon.

Sans précaution de stockage, la date optimale de conservation ne peut certainement pas dépasser un an.

La législation

En Polynésie française, le miel ne fait actuellement pas l'objet d'une législation spécifique. Sur le marché international, c'est le Codex Alimentarius qui règle les échanges, tandis qu'au niveau européen c'est la directive 2001/110 qui régleme les normes et l'étiquetage des miels. Dans ces deux références réglementaires, les critères retenus pour dégradation du miel sont identiques : un taux de HMF maximum de 80 mg/kg et un indicateur enzymatique (diastase) supérieur à 8. L'indice diastasique peut descendre à 3 mais dans ce cas, le HMF ne peut dépasser 15 mg/kg et cela quel que soit l'endroit de production.

En Polynésie française, de trop nombreux miels ont un niveau enzymatique bas (entre 3 et 8) mais également un HMF supérieur à 15 mg/kg. Officiellement, ils ne peuvent pas être étiquetés « miel » et le marché international leur est fermé.

Pour commercialiser un miel à l'étranger, l'apiculteur doit introduire une demande auprès des autorités qui vont s'assurer que ses installations répondent aux normes d'hygiène établies pour les produits alimentaires. Cette démarche peut décourager certains apiculteurs et n'est intéressante que si un volume déjà important de miel peut être commercialisé par cette voie.

Un marché de niche

La Polynésie bénéficie d'une image très favorable auprès des consommateurs et lorsqu'on a la chance de pouvoir s'implanter dans certains hôtels, les ventes sont pratiquement assurées. L'image d'une végétation assez préservée, d'un climat très favorable et d'une pollution très limitée renforce l'image véhiculée par les touristes, celle d'un miel produit au naturel, reflet de la flore locale. **Le principal marché d'export se fait donc avec les touristes qui rentreront avec le miel à leur domicile, à l'étranger.** C'est cette image qui fait voyager les personnes qui consomment ce miel. Ce miel doit absolument être différencié des miels d'export classiques qui s'échangent à des tarifs variant d'1,5 € à 3,5 €. A cela, il faut ajouter le fait que rares sont les conditionneurs qui achètent de petits lots (moins de 20 tonnes) vu les coûts d'analyses qui dépassent souvent le prix d'un fut de miel. Reste donc la relation personnelle et de confiance qui peut limiter ces frais mais cela ne s'adresse qu'à de petits commerces qui commercialisent des produits de niche.

A ce jour, il n'existe pas vraiment en Polynésie française de structure de commercialisation commune (coopérative ou autre) qui puisse aborder des marchés plus importants. **Cela ne peut avoir de sens que si l'on est confronté dans les années futures à une surproduction récurrente dans ce territoire.** Mais en priorité, il faut régler les problèmes d'humidité et de dégradation thermique des miels.

7. TYPOLOGIE DES MIELS POLYNESIENS

Vous trouverez ci-après une synthèse des résultats présentés par archipel qui peut servir de base à la rédaction de fiches descriptives sur les miels à destination des apiculteurs. Le premier paragraphe rappelle les éléments importants à prendre en considération pour une interprétation correcte des résultats d'analyses physico-chimiques et polliniques.

Éléments de base pour une interprétation correcte des résultats repris sur les fiches Miels par archipel

Les analyses d'humidité et d'HMF fournissent des résultats permettant d'évaluer la **qualité** du miel. Les teneurs en enzymes (saccharase et diastase) sont également des indicateurs de qualité. Cependant, ces teneurs en enzymes peuvent aussi varier en fonction de l'origine botanique du miel et de l'intensité de la miellée.

Les résultats de pH, conductivité, analyses polliniques et organoleptiques sont des indicateurs de l'**origine botanique** du miel. Le profil en sucres fournit également des informations sur les nectars et miellats prélevés, mais ce résultat peut aussi être influencé par de mauvaises pratiques apicoles menant à l'addition de sucres dans le miel.

Rappel des limites légales et conseillées par le CARI :

Paramètres	Seuil légal (Directive Miel 2001/110/CE)	Seuil conseillé par le CARI
Humidité	≤ 20%	≤ 18%
HMF	≤ 40 mg/kg (climat tempéré) ≤ 80 mg/kg (climat tropical)	≤ 10 mg/kg
IS	-	≥ 10
ID	≥ 8 ≥ 3 (si HMF ≤ 15 mg/kg, pour certaines espèces dont le nectar est naturellement faible en enzymes)	idem seuil légal
Sucres	Miel de nectar : fructose+glucose ≥ 60% Miel de miellat : fructose+glucose ≥ 45% Saccharose ≤ 5% (excepté pour quelques espèces citées)	idem seuil légal
Conductivité	Miel de nectar : ≤ 0,6 mS/cm Miel de miellat : ≥ 0,8 mS/cm	idem seuil légal

Tableau 16 : Limites légales et limites conseillées par le CARI

L'analyse pollinique est très intéressante car elle permet d'identifier les fleurs qui ont été visitées par les abeilles. Quand l'abeille butine une fleur pour prélever son nectar, elle entraîne aussi du pollen qui tombe dans le nectar, c'est pourquoi on retrouve des pollens dans le miel. Certains pollens véhiculés dans la ruche comme des pollens récoltés sous forme de pelote vont également se retrouver en plus faible quantité dans certaines alvéoles et dès lors dans le miel. Il convient de plus d'être prudent pour l'interprétation de l'analyse pollinique. Ce n'est pas parce qu'un pourcentage élevé d'un type de pollens est retrouvé dans un miel que celui-ci pourra porter l'appellation botanique correspondante. La nature est complexe ; il existe des espèces végétales qui sont très pauvres en pollens et riches en nectar, et inversement des espèces riches en pollens et pauvres en

nectar. La proportion de pollens n'est donc pas toujours proportionnelle à la proportion de nectar présent dans le miel. Les miellats et certaines fleurs ne contiennent même pas de pollen ; mais dans les miellats et les nectaires extrafloraux, nous retrouverons davantage de pollens anémophiles.

Sur base de nos observations et de la littérature que nous avons consultée, nous avons pu mettre en évidence 4 catégories pour aider à l'interprétation de l'analyse pollinique :

Espèces très pollinifères, donnant beaucoup de pollens et donc sur-représentées :

- *Mimosa pudica* : espèce connue et identifiée comme extrêmement pollinifère,
- *Cocos nucifera* : espèce probablement très pollinifère (à confirmer),

Espèces nectarifères :

- *Anacardiaceae* : famille comprenant au moins 4 espèces nectarifères dont l'apape et les baies roses

Espèces nectarifères mais probablement peu pollinifères et donc sous-représentées :

- *Rutaceae* : les *Citrus* sont connus et identifiés comme nectarifères mais très peu pollinifères
- *Myrtaceae* : famille comprenant au moins 7 espèces nectarifères dont le pistachier et le goyavier...
- *Fabaceae* : famille très diversifiée et très présente avec au moins 21 espèces nectarifères identifiées dont les mimosas, l'albizia chinois, le flamboyant de Madagascar, le faux acacia, le bois noir d'Haïti, le falcata...
- *Asteraceae* : espèces probablement peu pollinifères,
- *Euphorbiaceae* : famille comprenant 6 espèces nectarifères, mais probablement peu pollinifères

Espèces pollinifères mais non nectarifères :

- *Pandanus tectorius* : plante pollinifère visitée pour le pollen mais non pour le nectar
- *Cecropiaceae* et *Poaceae* : familles pollinifères, à considérer comme un apport extérieur non lié au nectar car il s'agit de pollens anémophiles

7.1. Miels des îles du Vent

31 miels analysés : Tahiti (23), Moorea (7) et Tetiaroa (1)

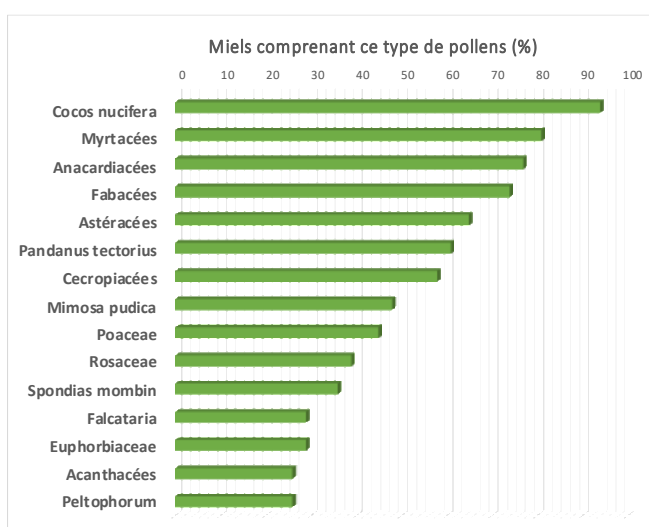
Iles hautes volcaniques et calcaires présentant différentes formations végétales depuis la mer vers le centre de l'île, à l'exception de **Tetiaroa** qui est un atoll, avec très peu de relief et donc plus venteux.

Climat tropical humide, caractérisé par 2 saisons principales et avec présence de vent. Plusieurs micro-climats, allant du plus sec au plus humide, sont observés sur certaines îles, telle que Tahiti (grande superficie et altitude élevée).

Caractéristiques polliniques des miels :

Les miels produits se composent de nectars provenant de plusieurs variétés de fleurs et sont de type polyfloraux. Les pollens présents dans les échantillons de miels de manière dominante sont les suivants :

- 94% *Cocos nucifera*
- 81% Myrtacées
- 77% Anacardiacees
- 74% Fabacées
- 65% Astéracées
- 61% *Pandanus tectorius*
- 58% Cecropiacées
- 48% *Mimosa pudica*
- 45% Poaceae
- 39% Rosaceae
- 36% *Spondias mombin*
- 29% *Falcataria moluccana*
- 29% Euphorbiaceae
- 26% Acanthacées
- 26% *Peltophorum peltatum*



(seuls sont repris les pollens retrouvés dans plus de 20% des miels analysés)

Ces pollens peuvent être considérés comme représentatifs de l'origine géographique du miel mais non de son origine botanique.

Périodes de forte miellée : septembre/octobre à janvier (*Falcataria moluccana*, *Spondias mombin* et *Inocarpus fagifer*) et mars à mai (*Rhus taitensis*)

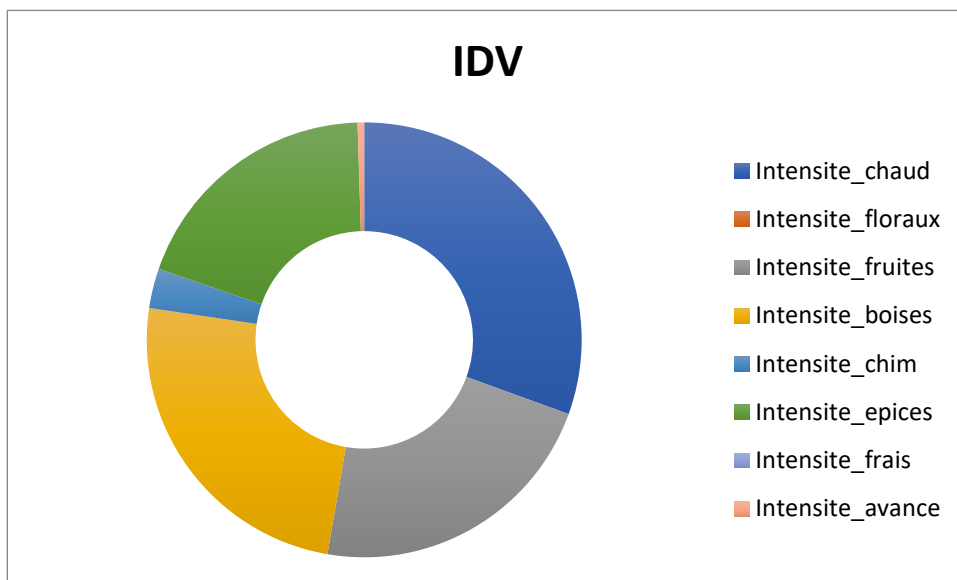
Période de récolte : décembre à janvier et avril-mai (source : Alexia LOMBARD, 2021)

Caractéristiques physico-chimiques des miels :

Caractéristiques	Plage de valeurs observées	Moyenne
Humidité	13,7 à 18,8%	17,6%
Teneur en HMF	8,8 à 90,6 mg/kg	32,4 mg/kg
Indice de saccharase	1,6 à 17,3 UE	7,1 UE
Indice de diastase	4,2 à 16,5	9,5
Conductivité	0,279 à 1,693 mS/cm	0,627 mS/cm
pH	3,7 à 4,4	4,0
Rapport Fructose/Glucose	1,07-1,37	1,20

Caractéristiques organoleptiques des miels :

- Couleur des miels allant de l'ocre jaune au marron à l'exception du miel de TETIAROA qui est marron foncé
- Consistance variable, de fluide à tartinable
- 3 principaux profils aromatiques :
 - ⇒ Doux, floral-fruité et végétal
 - ⇒ Caramélisé léger, fruité cerise et amande amère
 - ⇒ Caramélisé, fruité, boisé et épicé, avec ou sans chimique
- Saveurs amères ou piquantes détectées dans quelques miels, principalement de Tahiti



Particularités observées au niveau des miels :

- plusieurs miels issus de Tahiti (39%) présentent une teneur en monosaccharides (glucose + fructose) inférieure ou proche à 60%, indiquant la présence probable de miellat dans ces échantillons
- le miel de Tetiaroa présente une conductivité très élevée et un profil en sucres tout-à-fait particulier : faibles teneurs en fructose et glucose, et hautes teneurs en erlose et saccharose (supérieure à 5%, limite légale). L'île de Tetiaroa est un atoll, et ce profil est en effet similaire aux miels des TG.

7.2. Miels des Iles Sous-le-Vent

19 miels analysés : Raiatea (9), Bora Bora (1) et Tahaa (9)

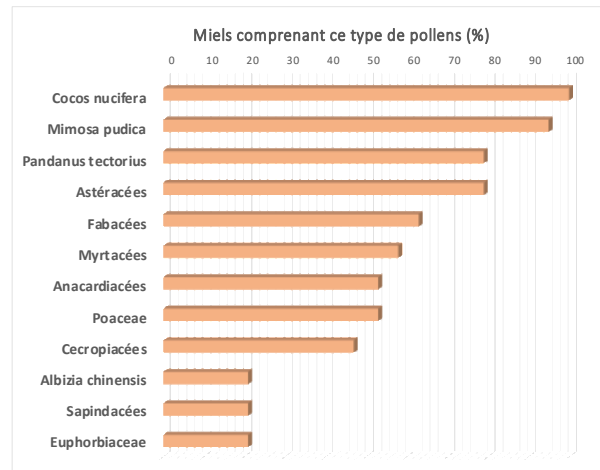
Iles hautes volcaniques et calcaires présentant différentes formations végétales depuis la mer vers le centre de l'île, à l'exception de Bora Bora qualifiée de « presque atoll ».

Climat tropical humide, caractérisé par 2 saisons principales et avec présence de vent.

Caractéristiques polliniques des miels :

Les miels produits se composent de nectars provenant de plusieurs variétés de fleurs et sont de type polyfloraux. Les pollens présents dans les échantillons de miels de manière dominante sont les suivants :

- 100% *Cocos nucifera*
- 95% *Mimosa pudica*
- 79% *Pandanus tectorius*
- 79% Astéracées
- 63% Fabacées
- 58% Myrtacées
- 53% Anacardiacees
- 53% Poaceae
- 47% Cecropiacées
- 21% *Albizia chinensis*
- 21% Sapindacées
- 21% Euphorbiaceae



(seuls sont repris les pollens retrouvés dans plus de 20% des miels analysés)

Ces pollens peuvent être considérés comme représentatifs de l'origine géographique du miel mais non de son origine botanique.

Périodes de forte miellée : septembre/octobre à janvier (*Falcataria moluccana*) et février-mars (*Citrus* spp.)

Période de récolte : octobre à décembre et mars-avril (source : Alexia LOMBARD, 2021)

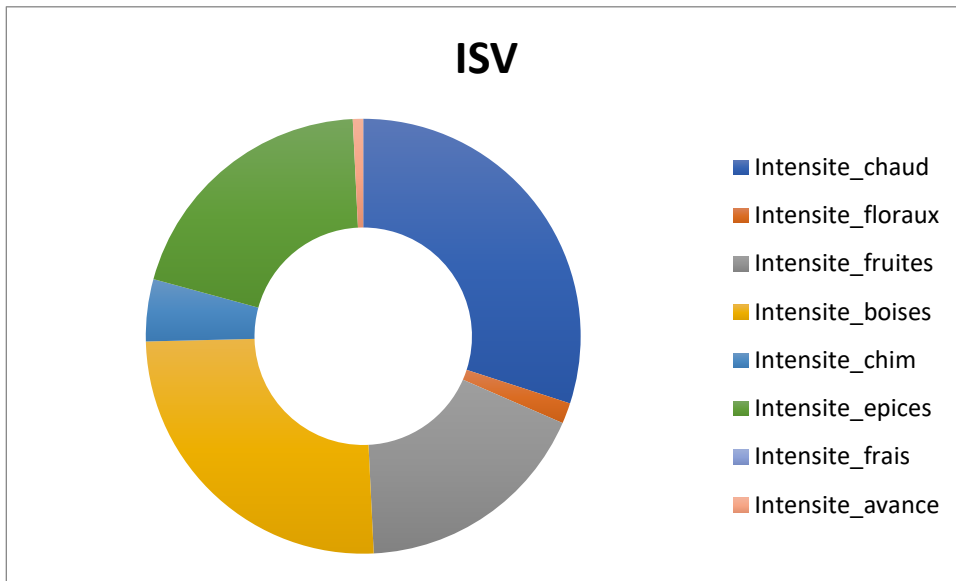
Caractéristiques physico-chimiques des miels :

Caractéristiques	Plage de valeurs observées	Moyenne
Humidité	15,0 à 20,7%	18,5%
Teneur en HMF	7,6 à 310,0 mg/kg	52,2 mg/kg
Indice de saccharase	0,3 à 6,2 UE	2,6 UE
Indice de diastase	2,3 à 8,6	5,8
Conductivité	0,367 à 0,745 mS/cm	0,545 mS/cm
pH	3,7 à 4,0	3,8
Rapport Fructose/Glucose	1,14-1,63	1,21

Caractéristiques organoleptiques des miels :

- Couleur des miels allant de l'ocre jaune au marron
- Consistance en majorité fluide à semi-fluide (68%) mais également tartirable
- 3 principaux profils aromatiques :
 - ⇒ Doux, floral-fruité et végétal
 - ⇒ Caramélisé, fruité, boisé et épicé
 - ⇒ Caramélisé, fruité, boisé et animal

- Légères saveurs amères détectées un miel de Tahaa et acidité très prononcée ressentie dans un miel de Raiatea



Particularités observées au niveau des miels :

- un miel de Tahaa présente un rapport F/G très élevé en raison d'une teneur en glucose plus faible
- teneurs en enzymes (saccharase et diastase) probablement faibles à l'origine dans les nectars (et non liées à une dégradation par chauffage)

7.3. Miels des Iles australes

5 miels analysés (tous de Tubuai)

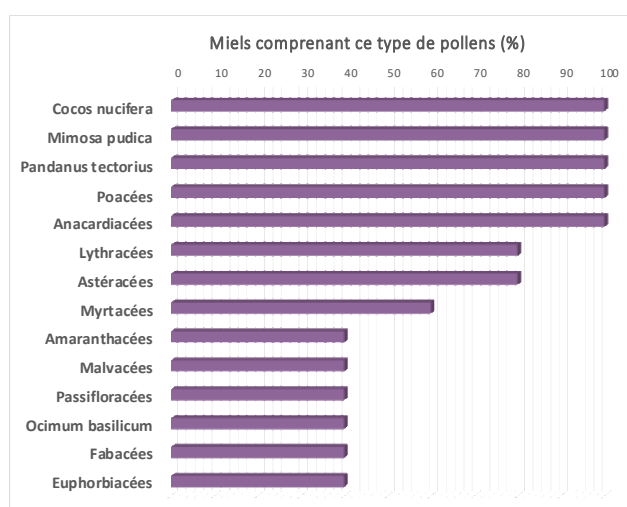
Iles hautes volcaniques et calcaires présentant différentes formations végétales depuis la mer vers le centre de l'île.

Climat subtropical à tempéré (le plus frais de la Polynésie française) : pluies réparties sur l'année et températures moyennes inférieures à 25°C

Caractéristiques polliniques des miels :

Les miels produits se composent de nectars provenant de plusieurs variétés de fleurs et sont de type polyfloraux. Les pollens présents dans les échantillons de miels de manière dominante sont les suivants :

- 100% Cocos nucifera
- 100% Mimosa pudica
- 100% Pandanus tectorius
- 100% Poacées
- 100% Anacardiacees
- 80% Lythracées
- 80% Astéracées
- 60% Myrtacées
- 40% Amaranthacées
- 40% Malvacées
- 40% Passifloracées
- 40% Ocimum basilicum
- 40% Fabacées
- 40% Euphorbiacées



(seuls sont repris les pollens retrouvés dans plus de 20% des miels analysés)

Ces pollens peuvent être considérés comme représentatifs de l'origine géographique du miel mais non de son origine botanique.

Périodes de forte miellée : décembre à février (*Falcataria moluccana*, *Hibiscus tiliaceus* et plantes de *faapu*) et août à octobre (*Litchi chinensis*)

Période de récolte : mars à mai et octobre à décembre (source : Alexia LOMBARD, 2021)

Caractéristiques physico-chimiques des miels :

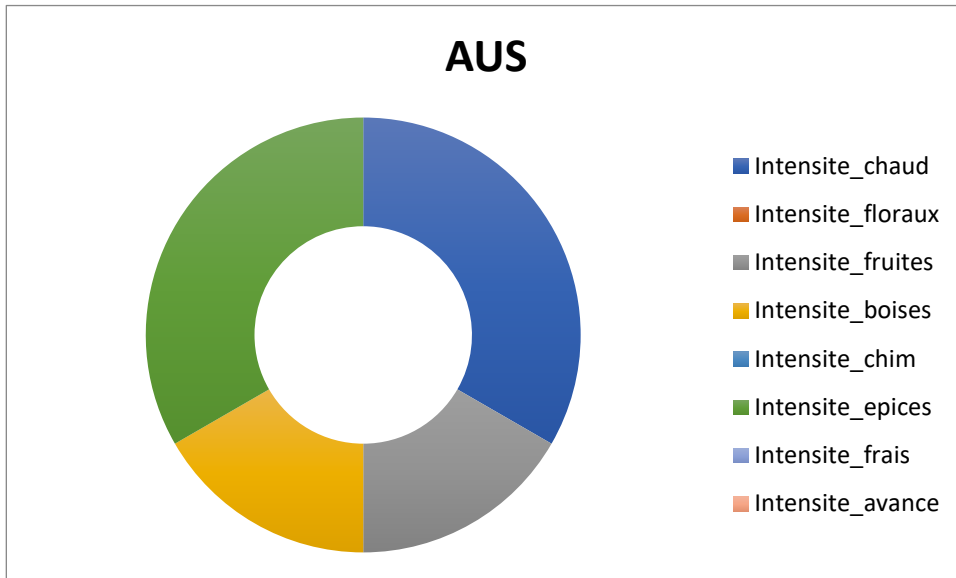
Caractéristiques	Plage de valeurs observées	Moyenne
Humidité	18,1 à 18,9%	18,3%
Teneur en HMF	18,3 à 31,2 mg/kg	22,1 mg/kg
Indice de saccharase	0,4 à 3,7 UE	1,8 UE
Indice de diastase	3,6 à 8,1	5,9
Conductivité	0,806 à 1,169 mS/cm	1,046 mS/cm
pH	3,8 à 4,0	3,9
Rapport Fructose/Glucose	0,99-1,06	1,02

Caractéristiques organoleptiques des miels :

- Couleur claire des miels
- Consistance tartifiable
- 2 principaux profils aromatiques :
 - ⇒ Caramélisé, fruité, boisé et épicé

⇒ Doux, fruité exotique et végétal

- Aucune saveur amère ou piquante détectée dans les 5 miels de Tubuai



Particularités observées au niveau des miels :

- un miel de Tubuai présente une teneur en saccharose supérieure à 5% (seuil de la norme internationale)
- teneurs en enzymes (saccharase et diastase) assez faibles à l'origine dans le nectar (et non liées à une dégradation par chauffage)
- Conductivité élevée et supérieure à 0,8 mS/cm (limite miellat) pour tous les miels – probable effet côtier induisant une salinité de l'air et augmentant la charge des miels en minéraux

7.4. Miels des Iles Marquises

13 miels analysés : Hiva Oa (11) et Nuku Hiva (2)

Iles hautes volcaniques et calcaires présentant différentes formations végétales depuis la mer vers le centre de l'île.

Climat tropical humide, caractérisé par 2 saisons principales : une saison plus chaude de novembre à avril, avec des températures allant de 25 à 35°C et de fortes pluies, et une saison plus sèche de mai à octobre avec des températures variant de 21 à 27°C et des pluies plus faibles.

Caractéristiques polliniques des miels :

Les miels produits se composent de nectars provenant de plusieurs variétés de fleurs et sont de type polyfloraux. Les pollens présents dans les échantillons de miels de manière dominante sont les suivants :

92% *Pandanus tectorius*

92% Myrtacées

92% *Mimosa pudica*

92% Astéracées

85% *Cocos nucifera*

62% *Spondias mombin*

46% *Ocimum basilicum*

46% Lythracées

46% Fabacées

46% Anacardiées

31% Poacées

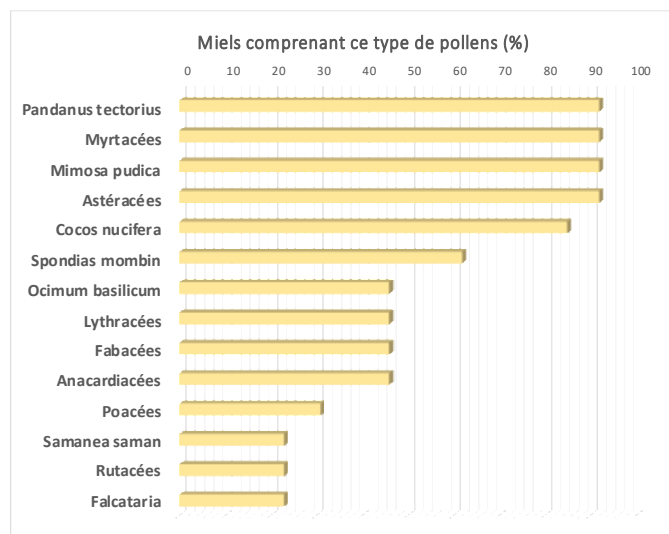
23% *Samanea saman*

23% Rutacées

23% *Falcataria moluccana*

(seuls sont repris les pollens retrouvés dans plus de 20% des miels analysés)

Ces pollens peuvent être considérés comme représentatifs de l'origine géographique du miel mais non de son origine botanique.



Périodes de forte miellée : décembre à février (*Falcataria moluccana*, *Citrus* spp. et plantes de fa'a'apu) et mai-juin (*Pandanus tectorius*, plantes de fa'a'apu)

Période de récolte : décembre à janvier et mai à juillet (source : Alexia LOMBARD, 2021)

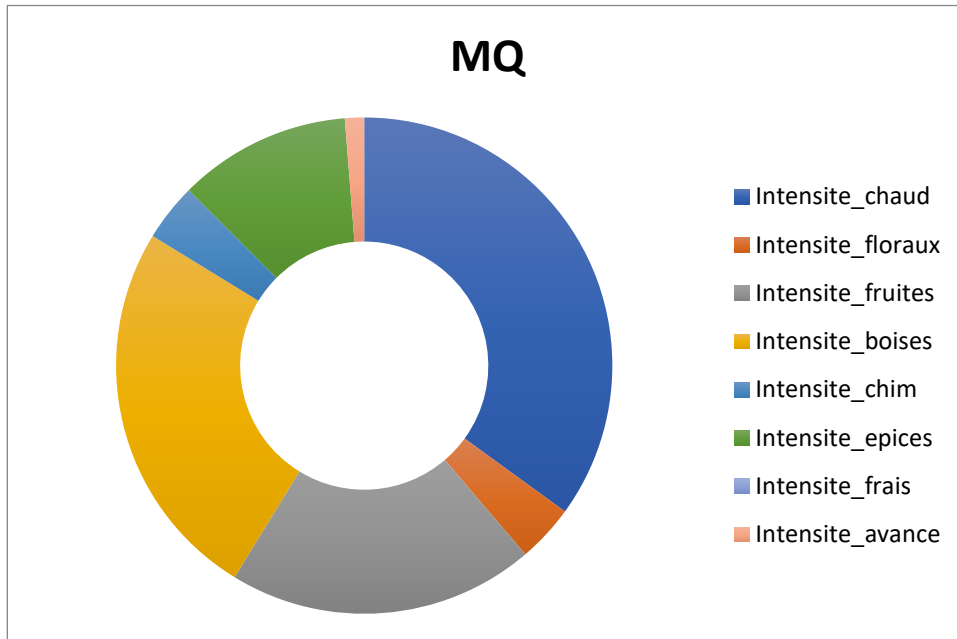
Caractéristiques physico-chimiques des miels :

Caractéristiques	Plage de valeurs observées	Moyenne
Humidité	16,5 à 18,4%	17,1%
Teneur en HMF	5,7 à 352,3 mg/kg	56,3 mg/kg
Indice de saccharase	0,5 à 10,9 UE	4,9 UE
Indice de diastase	2,1 à 16,3	7,9
Conductivité	0,347 à 0,998 mS/cm	0,540 mS/cm
pH	3,7 à 4,1	3,9
Rapport Fructose/Glucose	0,93-1,74	1,22

Caractéristiques organoleptiques des miels :

- Couleur très variable des miels allant du jaune clair au marron foncé
- Consistance variable, de fluide à tartirable
- 4 principaux profils aromatiques :

- ⇒ Caramélisé, fruité, boisé et épicé
 - ⇒ Sucre brun, boisé et épicé (parfois café)
 - ⇒ Caramélisé, fruité, végétal cru/boisé et chimique
 - ⇒ Caramel léger, fruité et végétal, avec ou sans floral
- Saveurs légèrement amères et/ou piquantes détectées dans quelques miels de Hiva Oa



Particularités observées au niveau des miels :

- deux miels de Hiva Oa présentent des rapports F/G hors norme : l'un très élevé (1,74) et l'autre très faible (0,93)
- un miel de Nuku Hiva présente une teneur en saccharose élevée juste sous le seuil international de 5%

7.5. Miels des Iles Tuamotu/Gambier

14 miels analysés : Rangiroa (3), Fakarava (3), Tatakoto (1), Tureia (4), Niau (1), Kaukura (1) et Mangareva (1)

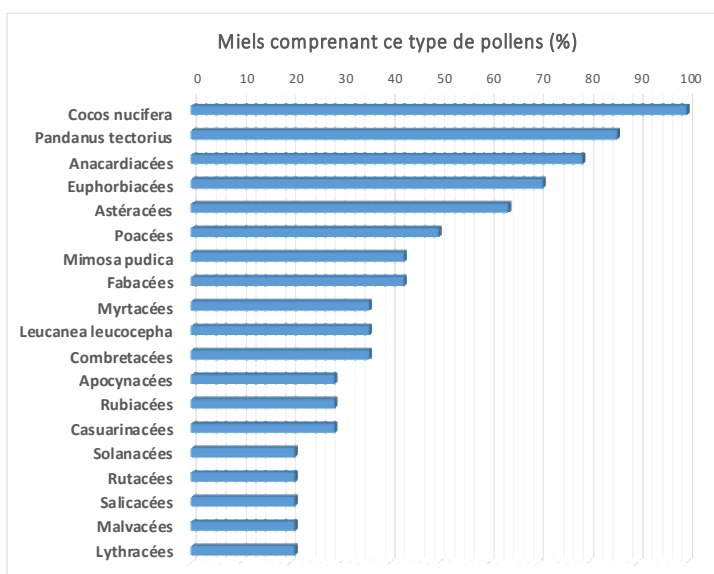
Tuamotu : Iles basses ou atolls, avec très peu de relief et donc plus venteuses
Climat tropical humide avec, comme les marquises, l'apparition de deux saisons.

Gambier (Mangareva) : similaire aux Iles Australes

Caractéristiques polliniques des miels :

Les miels produits se composent de nectars provenant de plusieurs variétés de fleurs et sont de type polyfloraux. Les pollens présents dans les échantillons de miels de manière dominante sont les suivants :

- 100% *Cocos nucifera*
- 86% *Pandanus tectorius*
- 79% Anacardiacées
- 71% Euphorbiacées
- 64% Astéracées
- 50% Poacées
- 43% *Mimosa pudica*
- 43% Fabacées
- 36% Myrtacées
- 36% *Leucanea leucocephala*
- 36% Combretacées
- 29% Apocynacées
- 29% Rubiacées
- 29% Casuarinacées
- 21% Solanacées
- 21% Rutacées
- 21% Salicacées
- 21% Malvacées
- 21% Lythracées



(seuls sont repris les pollens retrouvés dans plus de 20% des miels analysés)

Ces pollens peuvent être considérés comme représentatifs de l'origine géographique du miel mais non de son origine botanique.

Tuamotu :

Périodes de forte miellée : septembre à mai (*Cocos nucifera* et plantes de fa'a'apu), la plus longue de Polynésie française

Période de récolte : toute l'année, jusqu'à 6 récoltes par an, de septembre à juin (source : Alexia LOMBARD, 2021)

Gambier (Mangareva) : similaire aux îles Australes

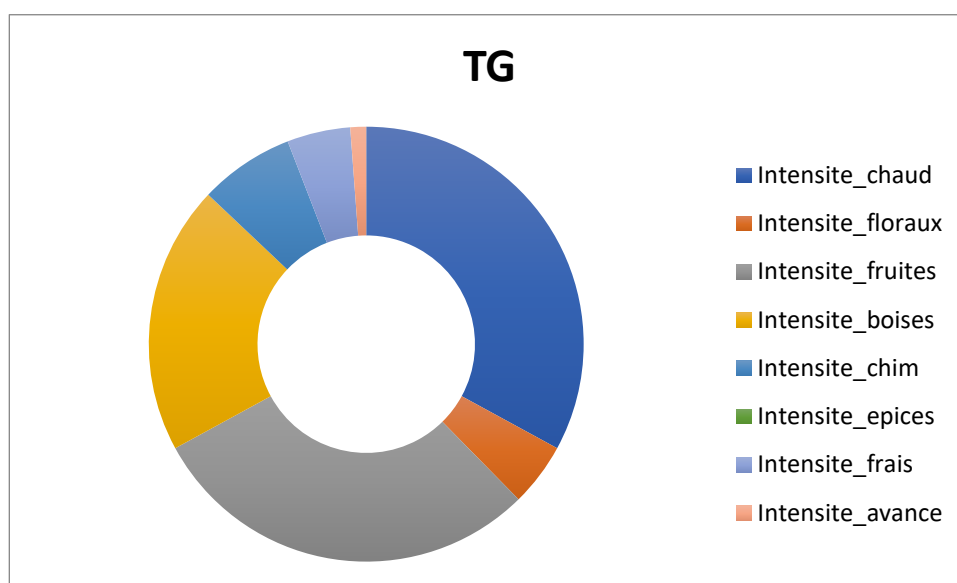
Caractéristiques physico-chimiques des miels :

Caractéristiques	Plage de valeurs observées	Moyenne
Humidité	16,4 à 19,1%	17,7%
Teneur en HMF	17,6 à 730,3 mg/kg	140,6 mg/kg
Indice de saccharase	0,5 à 2,9 UE	1,7 UE
Indice de diastase	1,3 à 11,7	6,7
Conductivité	0,498 à 2,048 mS/cm	1,286 mS/cm
pH	3,7 à 4,2	3,9

Rapport Fructose/Glucose	1,06-1,24	1,13
--------------------------	-----------	------

Caractéristiques organoleptiques des miels :

- Couleur assez foncée des miels allant du marron clair au noir, ces colorations plus foncées sont en partie causées par les dégradations thermiques observées sur ces miels
- Consistance variable, de fluide à tartinable
- 2 principaux profils aromatiques :
 - ⇒ Caramélisé, fruité, boisé et épicé avec ou sans chimique
 - ⇒ Caramélisé, floral, boisé, épicé et chimique
- Saveurs amères régulièrement présentes et saveur légèrement piquante détectée dans 2 miels de Tureia



Particularités observées au niveau des miels :

- les miels provenant de Tureia, Niau et Kaukura et partiellement de Rangiroa présentent une teneur en monosaccharides (glucose + fructose) inférieure ou proche à 60%, indiquant la présence probable de miellat dans ces échantillons. La plupart présente aussi une teneur en saccharose supérieure à 5%, limite légale internationale, et une teneur en erlose plus élevée que la moyenne
- Conductivité élevée et supérieure à 0,8 mS/cm (limite miellat) pour la grande majorité de ces miels (93%) – probable effet côtier induisant une salinité de l'air et augmentant la charge des miels en minéraux. La conductivité supérieure à 2 mS/cm mesurée sur un miel provenant de Niau est excessivement élevée et très rare.

8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET RECOMMANDATIONS

L'apiculture polynésienne a connu un développement assez remarquable ces dernières années et est passée d'une apiculture très traditionnelle et assez anecdotique à une activité qui constitue aujourd'hui une réelle source de revenus pour de nombreux apiculteurs polynésiens. D'une auto-production de 20 % avant 2010, elle arrive aujourd'hui à couvrir pratiquement l'ensemble de la consommation locale en miel. Une évolution aussi rapide est rarement rencontrée dans le secteur agricole. Aujourd'hui, il est avant tout question de consolider ce secteur en lui offrant les bases nécessaires au développement d'une apiculture durable qui s'inscrit dans une politique de qualité des produits et de respect de l'environnement et des pollinisateurs, tout en offrant des sources de revenus complémentaires permettant le maintien et même le développement raisonné de cette activité. Cette convention nous a permis de mettre en évidence plusieurs leviers de développement que nous suggérons d'activer en parallèle.

8.1. LA LÉGISLATION

Un cadre de travail et de développement de produits est indispensable pour assurer une protection des personnes qui produisent des produits de qualité. Sans cela, ils risquent d'être confrontés à une concurrence déloyale qui réduit leurs marges bénéficiaires et la pérennité de leur activité. Il faut dès lors fixer un cadre juridique et se donner les moyens humains et financiers de son contrôle. La Polynésie française est un des rares pays au monde où le miel ne dispose pas d'un texte de loi fixant les limites de ce que peut recouvrir ce mot et l'utilisation commerciale qui peut en être faite. Il serait conseillé de s'inspirer fortement des textes déjà existants que ce soit le texte du *Codex Alimentarius* ou de la Directive Miel 2001/110 de l'UE. Cependant vu le profil particulier des miels analysés, **certaines adaptations nous semblent nécessaire**. Plusieurs classes de miels pourraient être définies. Idéalement, il faut que la grande majorité des miels produits aujourd'hui avec une volonté réelle de l'apiculteur de ne pas frauder (aucun ajout et aucun retrait actif de constituants essentiels du miel avec une interdiction d'utiliser des techniques d'évaporation de l'eau ou d'arômes volatils) et de veiller à conserver au produit ses qualités alimentaires en travaillant dans des conditions d'hygiène acceptable puissent être reconnus au niveau de la Polynésie. Les appellations sont proposées ici à titre indicatif :

- Miel vierge : miel n'ayant pas subi de chauffage à plus de 40°C et récolté rapidement en période de miellée afin d'éviter une perte des enzymes et arômes dans les hausses (indicateurs enzymatiques ID > 8 et IS > 7 HMF < 40 mg/kg lors de la mise en vente).
- Miel : miel répondant aux normes du *Codex alimentarius*
- Miel sauvage : miel avec un HMF < 80 mg/kg et un ID > 8 et IS > 7 et si ID > 3 et IS > 2 le HMF doit être < 40 mg/kg lors de la mise en vente.

Il faudrait que la législation puisse prendre en compte (après examen approfondi) des cas particuliers liés à la flore locale qui génère une teneur en saccharose trop élevée ou une teneur en sucres simple trop faible. De même la conductivité des miels ne devrait pas être utilisée ici comme seul critère pour définir la présence de miellat dans un miel. Le spectre des sucres nous semble beaucoup plus adapté pour identifier une telle origine botanique.

8.2. ENCADREMENT DE LA FILIÈRE

Par encadrement de la filière, nous entendons ici la formation, l'information et l'assistance technique. Comme nous l'avons constaté, l'apiculture présente une bonne attractivité pour des personnes à la recherche de revenus et de ce fait de nouvelles personnes sans aucune connaissance des abeilles se lancent en apiculture. Vu la complexité de cette activité, cela génère de nombreux problèmes et peut avoir dans certains cas des effets très négatifs (incapacité de gérer l'aspect sanitaire ou même son cheptel). Si une formation existe pour les professionnels, les jeunes

apiculteurs doivent le plus souvent se tourner vers des bénévoles qui les accueillent dans la mesure du possible ou vers des ouvrages non adaptés. Contrairement aux autres filières d'élevage, il est dangereux de débiter à large échelle directement, car conduire des colonies est aussi difficile si pas plus que de conduire une voiture. C'est comme si on vous mettait dans une voiture de course sans avoir jamais conduit. Les premiers pas sont essentiels pour faire les bons choix et une aide compétente est souvent nécessaire (choix des matériaux, de la ruche, des abeilles, de la conduite...). Si les agents de la DAG peuvent participer à cela, ils ne peuvent pas être partout et tous ne disposent pas de la formation et du temps suffisants. **Il serait utile d'avoir un pôle apicole par archipel** auquel on puisse faire appel.

Le contenu des informations à communiquer aux apiculteurs est également très important et doit être réellement adapté à leur situation locale (flore, environnement, climat...). Il doit être actualisé régulièrement. Des programmes de formation permanente doivent être mis en place.

8.3. SUIVI TECHNIQUE DE L'APICULTURE

Ce projet a mis clairement en évidence le manque de données en relation avec les miellées présentes sur les différentes îles. Hormis le travail de fin d'étude d'Alexia Lombard qui a déterminé les périodes de récoltes dans les différents archipels sur base d'enquêtes et les informations recueillies auprès des apiculteurs qui ont remis des échantillons, il n'existe que des données très partielles et pratiquement aucune concernant l'intensité des miellées. Il serait dès lors utile afin d'aider les apiculteurs à mieux cerner les réelles périodes de miellée de **mettre en place un réseau de balances connectées et consultable facilement**. Celles-ci devraient être réparties dans les zones où l'apiculture est la plus présente afin que chacun puisse consulter l'évolution des prises de poids dans différentes zones. Cela devrait permettre de mieux cerner les périodes de pose des hausses et limiter de ce fait les séjours trop longs, non productifs et qui génèrent une dégradation des miels. Dans la mesure du possible, on pourrait coupler à la prise de poids d'autres capteurs donnant une indication de l'activité des abeilles, de l'humidité relative et de la température dans les zones de stockage du miel. L'idéal est de pouvoir compter sur plusieurs balances sur un même site afin de neutraliser dans la mesure du possible l'effet colonie.

8.4. Amélioration de la connaissance des plantes mellifères

Cette étude nous a permis de nous rendre compte que comme à de nombreux endroits dans le monde, seule une partie de la flore laisse des pollens dans les nectars récoltés de façon interprétable. Pour les autres espèces (sans pollen ou avec des pollens peu représentés), il est très difficile d'identifier leur contribution réelle dans les miels produits. Vu qu'aucun miel monofloral n'a été proposé à l'analyse, les caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques et mêmes polliniques (densité d'un pollen pour un miel monofloral) n'ont pas pu être reliées avec le nectar responsable. Si la poursuite de cette étude est envisagée, il nous paraît très important d'essayer de **réaliser sur le terrain des miellées ciblées sur des espèces typiques de Polynésie, que l'on sait visitées fréquemment pour leur nectar**, telles que *Cocos nucifera*, *Mangifera indica*, *Spondias mombin*, *Falcataria moluccana*, *Delonix regia*, *Albizia chinensis*, *Ocimum basilicum*, *Passiflores* etc. La récolte d'un nectar provenant d'une seule espèce permettra en effet d'établir avec certitude une carte d'identité pour les plantes les plus mellifères. Il est également important de continuer à développer la palynothèque de références de pollens, déjà bien étendue au cours de cette étude, en ciblant très précisément sur le terrain les plantes visitées par les abeilles et dont l'identification botanique est connue avec certitude.

8.5. Pistes de valorisation – apiculture naturelle – produits locaux – potentiel touristique

Vu la situation très particulière de la Polynésie française et l'image très positive qu'elle véhicule dans l'esprit des consommateurs, il semblerait intéressant de mettre en place un programme de **développement d'une apiculture durable et respectueuse de son environnement**. Celle-ci pourrait s'établir sur plusieurs éléments ou volets.

- L'utilisation optimale des ressources locales (bois...) pour la production de matériel apicole et plus particulièrement les ruches est un élément de base. Ces ruches devraient être adaptées au climat polynésien avec une bonne isolation et une possibilité de petites récoltes mais régulières. Il faudrait voir si le plus gros matériel pourrait également être produit localement.
- La pratique apicole devrait tant que possible limiter l'introduction d'intrants venant de l'étranger et même d'autres îles. Il est possible aujourd'hui de partir avec très peu d'intrants (abeilles, cires...). Pour cela, il faut développer une croissance progressive des ruchers afin d'éviter de devoir faire appel à du matériel biologique venant de l'extérieur. Il faut jouer sur la reproduction naturelle des abeilles pour multiplier son cheptel. On peut enrichir son patrimoine par des apports ciblés et ponctuels de matériel génétique adapté. Il en va de même de la cire. On peut très bien se passer d'achats de cire gaufrée venant de l'extérieur en faisant construire les abeilles au départ de petites languettes de cire. Ce produit est de grande valeur surtout si l'environnement est naturel. **La cire peut constituer une source de revenus secondaires non négligeable**. On peut ainsi produire localement de la propolis, de la gelée royale et du pollen.
- Il faudrait veiller au respect des autres pollinisateurs présents en respectant des densités maximales de ruches. Le nombre de ruches de production dans un rucher serait limité et des distances correctes entre ceux-ci seraient définies en fonction de la richesse de l'environnement local et des phénomènes de cohabitation avec les autres pollinisateurs présents. Des études pourraient être conduites sur les îles ne disposant pas de ruches pour l'instant afin d'évaluer l'impact réel de l'apport de colonies dans ces milieux tropicaux.
- **Les circuits de commercialisation courts doivent être préconisés** ainsi que la circulation de produits nouvellement récoltés. Il vaut mieux vendre le miel polynésien aux touristes de passage que de devoir l'envoyer chez eux dans une recherche plus écologique de limitation des déplacements.
- Il est également possible de **combiner les produits locaux avec le miel**. Ainsi plusieurs apiculteurs n'hésitent pas à commercialiser par exemple des miels à la vanille ou aux épices locales. Ces produits peuvent être très bons et peuvent remporter un beau succès auprès des touristes. Cela permet également d'écouler des miels qui sont trop dégradés thermiquement car en mélange, un miel qualifié « d'industriel » par la directive miel européenne (par ex. trop humide ou avec trop de HMF) est simplement signalé comme miel dans la liste des ingrédients d'un produit composite.
- Les apiculteurs qui respectent un cahier des charges spécifique basé sur ces différents éléments pourraient recevoir un signe de valorisation qui renforcerait encore l'attractivité de leurs produits.

9. Bibliographie

BUTAUD J.-F. 2020. Calendrier annuel de floraison des plantes mellifères polynésiennes. Papeete, Tahiti, Polynésie française, 210 p.

DIRECTION DE L'AGRICULTURE (DAG), CFPPA d'OPUNOHU. 2018 Mémento de l'apiculteur polynésien – Guide technique et économique, DAG 16p

DIRECTION DE L'AGRICULTURE (DAG), 2021 L'image de l'agriculture polynésienne 2020 - Bulletin de statistiques agricoles Données n° 48 Déc 2021, 86p

DIRECTION DE L'AGRICULTURE (DAG). 2013 L'image de l'agriculture polynésienne 2012 - Bulletin de statistiques agricoles Données n° 41 Sept. 2013, 90p

FAO, OMS. 2019. Codex alimentarius. Norme pour le miel.

FERT G., GOMEZ PAJUELO A. 2013. Mission d'audit de l'apiculture de Polynésie française. Tahiti, Polynésie française : SDR, 69 p.

LOMBART A. 2021 Caractérisation des pratiques apicoles en vue de la caractérisation des miels de Polynésie française – mémoire de fin d'études SAADS – IAAS Montpellier SupAgro, 61p

LOUVEAUX J., MAURIZIO A., VORWOHL G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59, p 139-153.

LOUDART H. 2015. Etude et référencement des plantes mellifères de Polynésie française : Étude d'un site dans la commune de Mahina, Tahiti. Tahiti, Polynésie française : SDR, 49 p.

ROGERS K.M. 2017. Melissopalynologie et caractérisation physico-chimique des miels de la Polynésie française. Lower Hutt, Nouvelle-Zélande : GNS Science, 171 p.

SERVICE DU DEVELOPPEMENT RURAL (SDR). 2007. L'apiculture en Polynésie française. Bulletin technique. Tahiti, Polynésie française : SDR, 73 p.