

Livrables et Clôture du Projet



Miel Omic

Samedi 24 juin 2023

Conservatoire Botanique National de Mascarin



Projet
Endémic

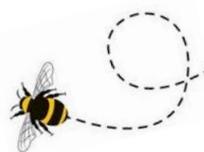


Introduction



Objectifs principaux

- ➔ Développement de la Recherche et de l'Innovation dans la filière apicole réunionnaise,
- ➔ Caractérisation des propriétés physico-chimiques des miels (Codex Alimentarius)
- ➔ Détermination des propriétés biologiques et contribution de l'empreinte moléculaire des miels
- ➔ Capitalisation des connaissances pour la valorisation économique des miels réunionnais (ex. contribution à la démarche de l'AOP).



Déroulé du projet



Durée 30 mois



Budget 1,2 M€



Partenaires du projet

APICOLES



SCIENTIFIQUES



CONSULTATIFS





I. Approche Territoriale



Contexte

Apiculture Réunionnaise



© CIRAD Antoine Franck

- ➔ Abeille : *Apis Mellifera unicolor*
- ➔ 700 Apiculteurs : Professionnels et Loisirs
- ➔ 22 000 ruches
- ➔ Production: 248 T de miels/an
- ➔ Plusieurs miels médaillés courant 2022



Miels “Monofloraux”



Baies Roses
Schinus terebinthifolius
(Exotique)



Letchis
Litchi Chinensis
(Exotique)

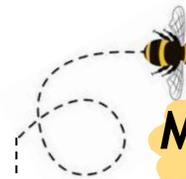


Fleur Jaune*
Hypericum Lanceolatum
(Endémique)



Tan Rouge*
Weinmannia tinctoria
(Endémique)

* À confirmer par analyse pollinique 2023



Miels “Polyfloraux”



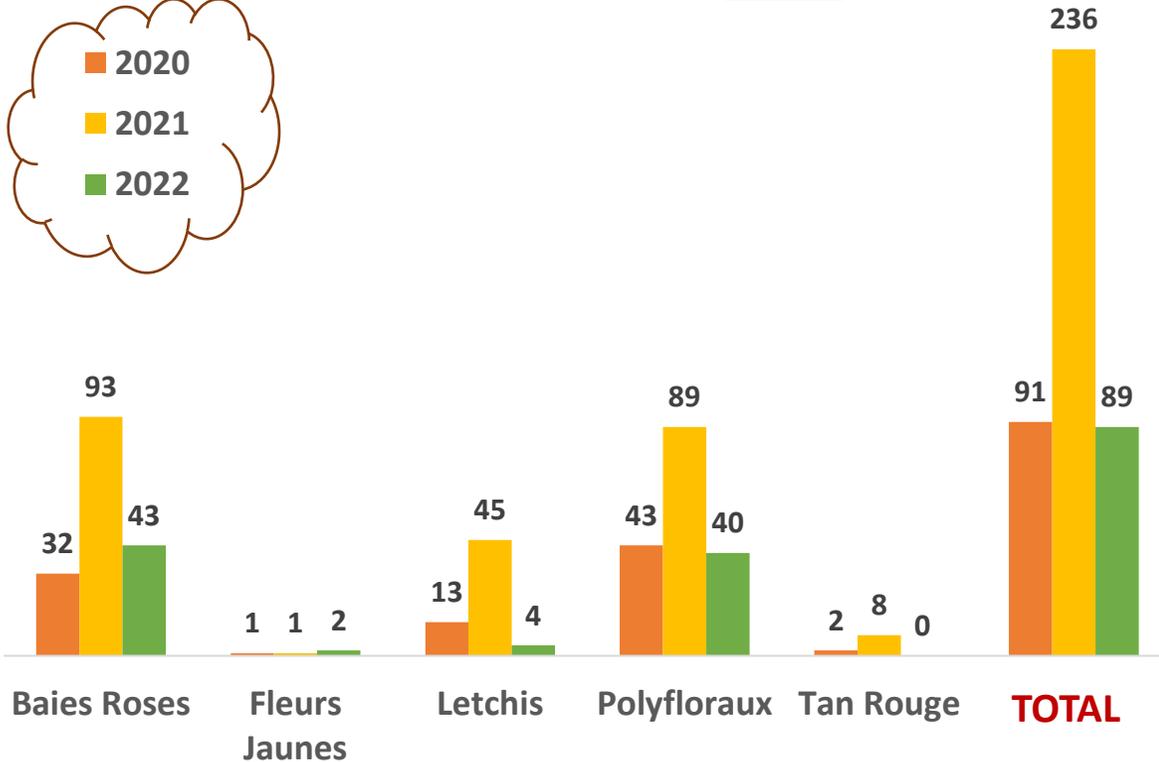
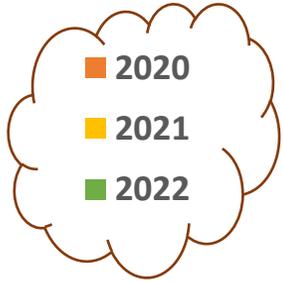
Forêt
Altitude > 1000 m



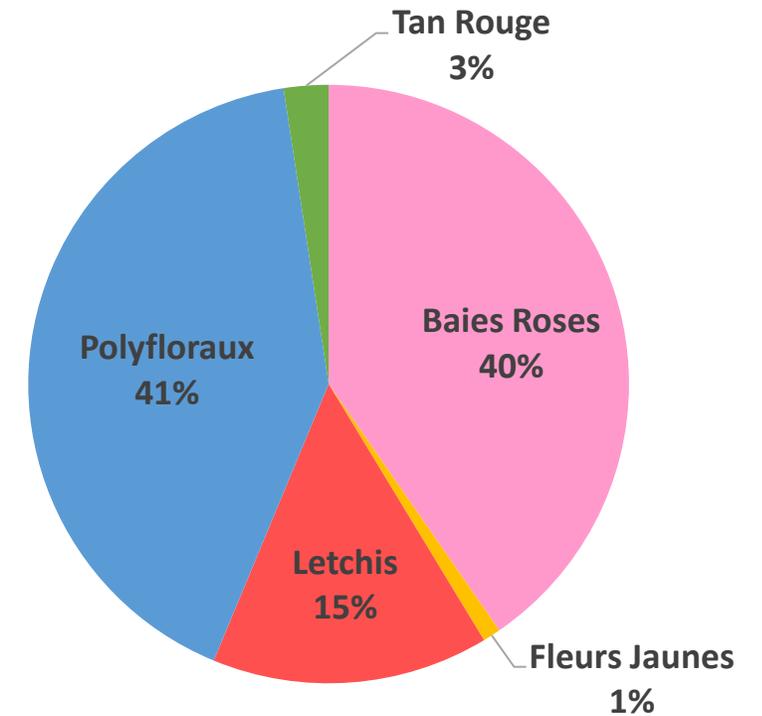
Toutes Fleurs
Altitude < 1000 m

Échantillons réceptionnés pour le projet

Panel de miels



Répartition des miels en % 2020-2022

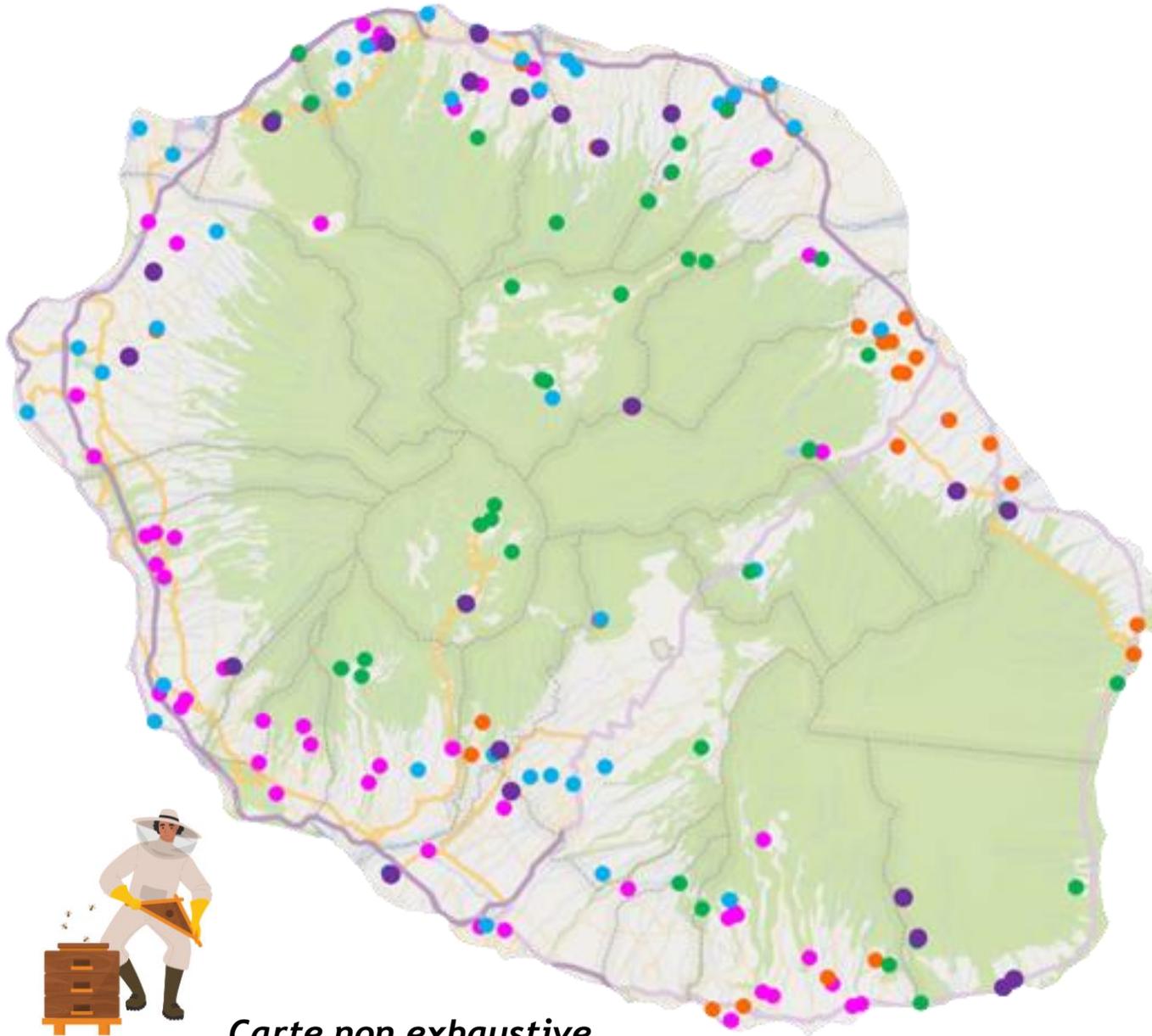


➔ Soit un total de **416 miels** réunionnais répartis en **5 catégories**

➔ Achat de **10 miels étrangers** (Métropole, Madagascar, Espagne, Seychelles, NZ & Brésil) à titre de comparaison

➔ **100 apiculteurs** volontaires...*Grand merci à ceux-là !*

Carte GPS des miels réceptionnés



Carte non exhaustive



● Baies Roses
Schinus terebinthifolius



● Letchis
Litchi Chinensis



● Forêt
Altitude > 1000 m



● Toutes Fleurs
Altitude < 1000 m



- **Autres***
Fleurs Jaune (Hypericum Lanceolatum)
Tan Rouge (Weinmannia tinctoria)
Mahot,
Ambaville,
Café,
Etc...

CONFIDENTIAL
DATA

“Monofloraux”

“Polyfloraux”



II. Analyses

Physico-chimie

1. Paramètres Physico-Chimiques
2. Carbohydrates
3. Minéraux
4. Profils chimiques
5. Phytochimie
6. Tests Microbiologiques
7. Tests Biologiques

Métabolomique

Biologie



Composition d'un miel



1-5% **Autres** (minéraux, enzymes, polyphénols, ..)

15-20% **Eau**

75-80% **Carbohydriques**
(« sucres »)



Panel de miels



168 Baies roses

172 Polyfloraux

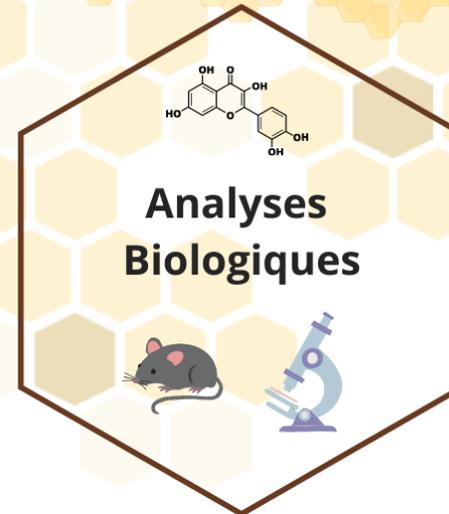
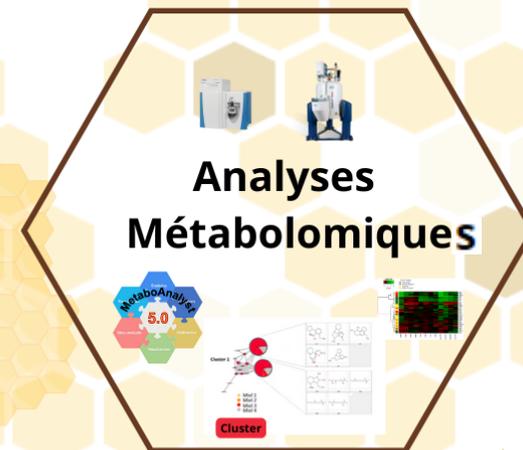
62 Letchis

10 Tan rouge

4 Fleurs Jaunes



Analyses



% Humidité
pH & acidité libre
HMF
Conductimétrie
Colorimétrie
Carbohydriques
Minéraux

Empreinte moléculaire (le terroir)

Polyphénols
Antioxydants
Cicatrisation





II. Analyses

Physico-chimie

1. Paramètres Physico-Chimiques
2. Carbohydrates
3. Minéraux
4. Profils chimiques
5. Phytochimie
6. Tests Microbiologiques
7. Tests Biologiques

Metabolomique

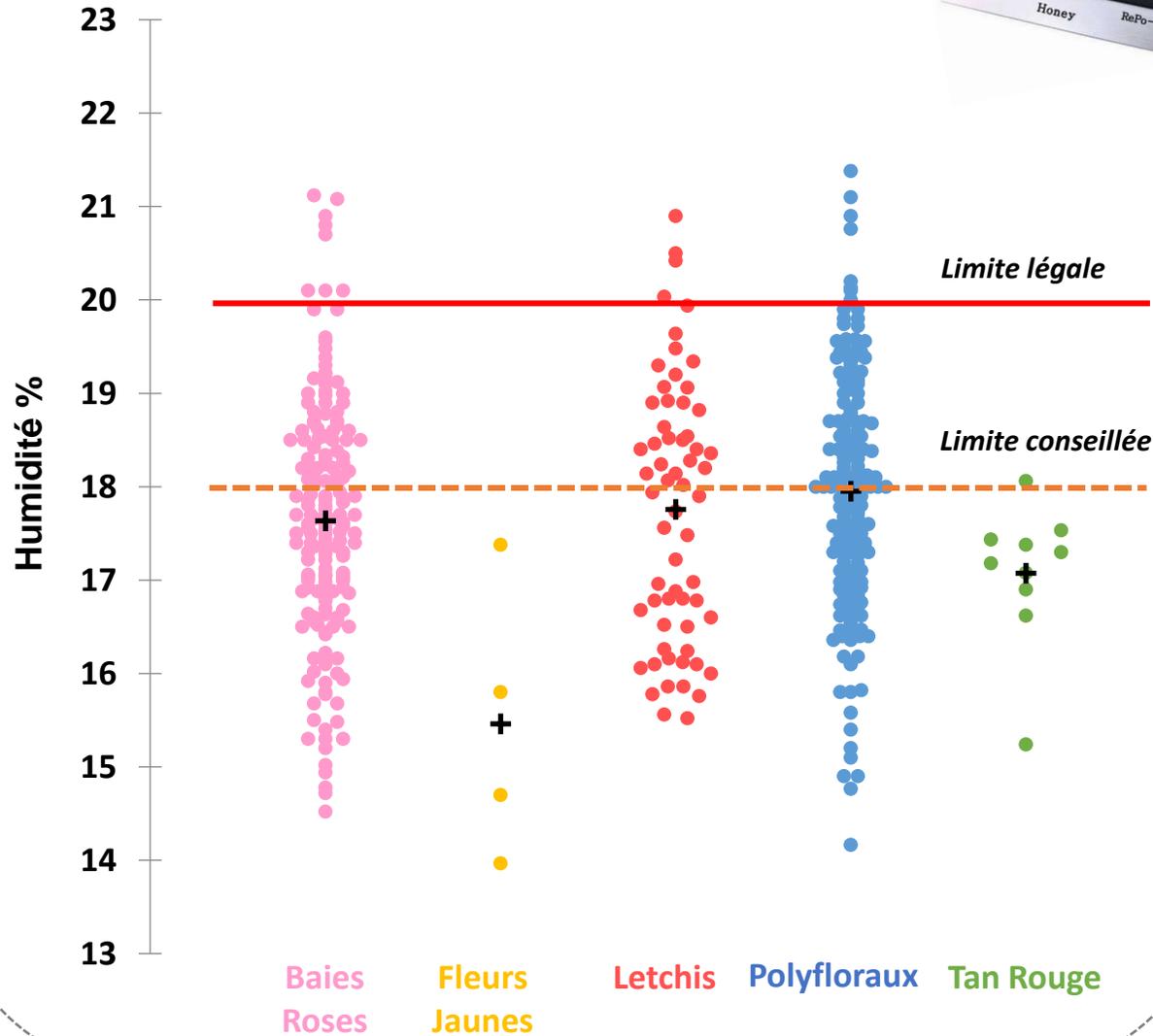
Biologie



Humidité : Teneur en eau (%)



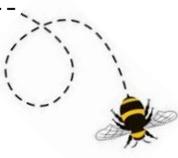
Scattergrams



1. Paramètres Physico-Chimiques

Panel de miels

168 Baies roses 172 Polyfloraux
 62 Letchis 10 Tan rouge
 4 Fleurs Jaunes



- ➔ Cadre réglementaire¹
- ➔ Humidité **conditionne la conservation**
- ➔ Miel **trop humide** favorise la **fermentation**
- ➔ Miel **trop sec** libère **moins d'arômes**
- ➔ Critère de **qualité & de stabilité**
- ➔ **95 % des échantillons** respectent cette norme

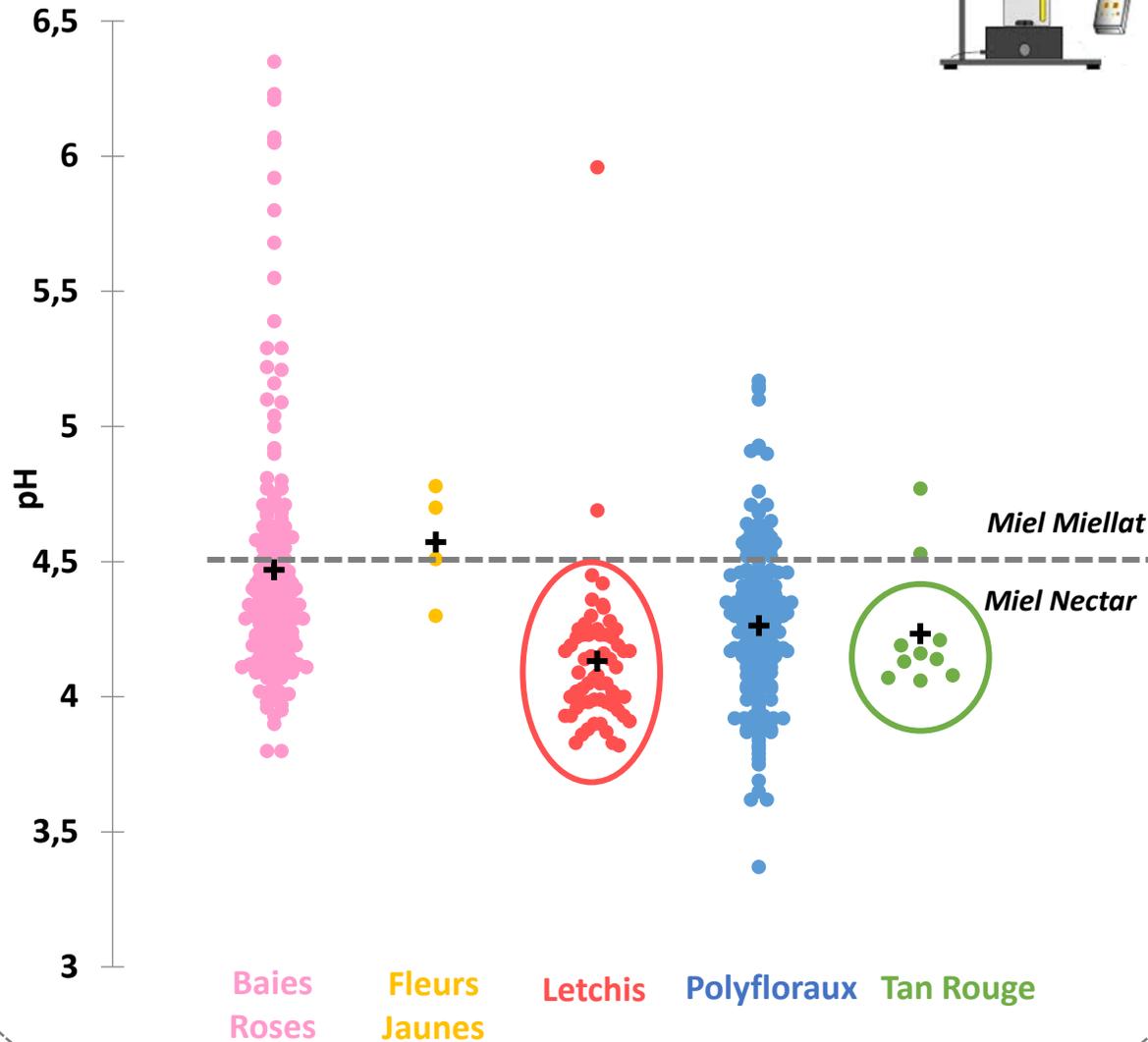
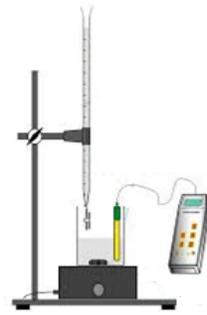
Référence :

1. Codex Alimentarius. Norme pour le miel. CXS 12-1981. 7 (2019).



pH-métrie

Scattergrams



1. Paramètres Physico-Chimiques

Panel de miels 

| | |
|-----------------|-----------------|
| 168 Baies roses | 172 Polyfloraux |
| 62 Letchis | 10 Tan rouge |
| 4 Fleurs Jaunes | |

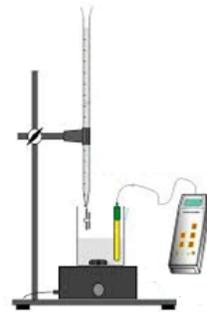
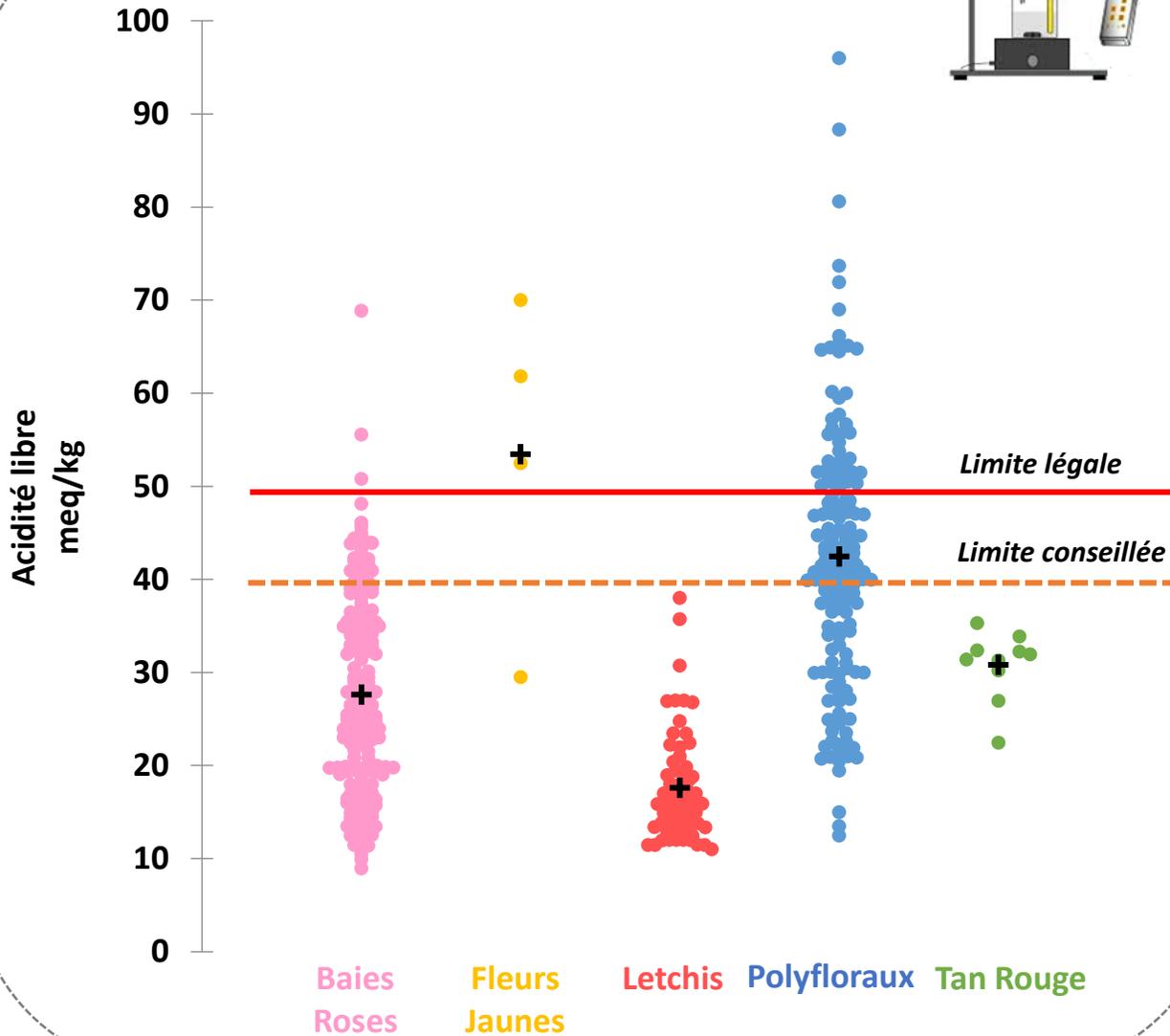


- ➔ pH dépend de l'**origine géographique** et **florale**
- ➔ Influence sur la **texture** et la **stabilité**
- ➔ Miels **Letchis** et **Tan Rouge** : **Nectar**
- ➔ **78 % des échantillons** possèdent un pH < 4,5



Acidité libre

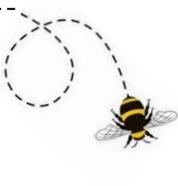
Scattergrams



1. Paramètres Physico-Chimiques

Panel de miels

168 Baies roses 172 Polyfloraux
 62 Letchis 10 Tan rouge
 4 Fleurs Jaunes



- ➔ Cadre réglementaire¹
- ➔ Indicateur de fermentation
- ➔ Influence sur la **texture** et la **stabilité**
- ➔ > 50 meq/kg = miel fragile pour la conservation
- ➔ Oxydation du **glucose en acide gluconique**
- ➔ **88 % des échantillons** respectent cette norme

Référence :

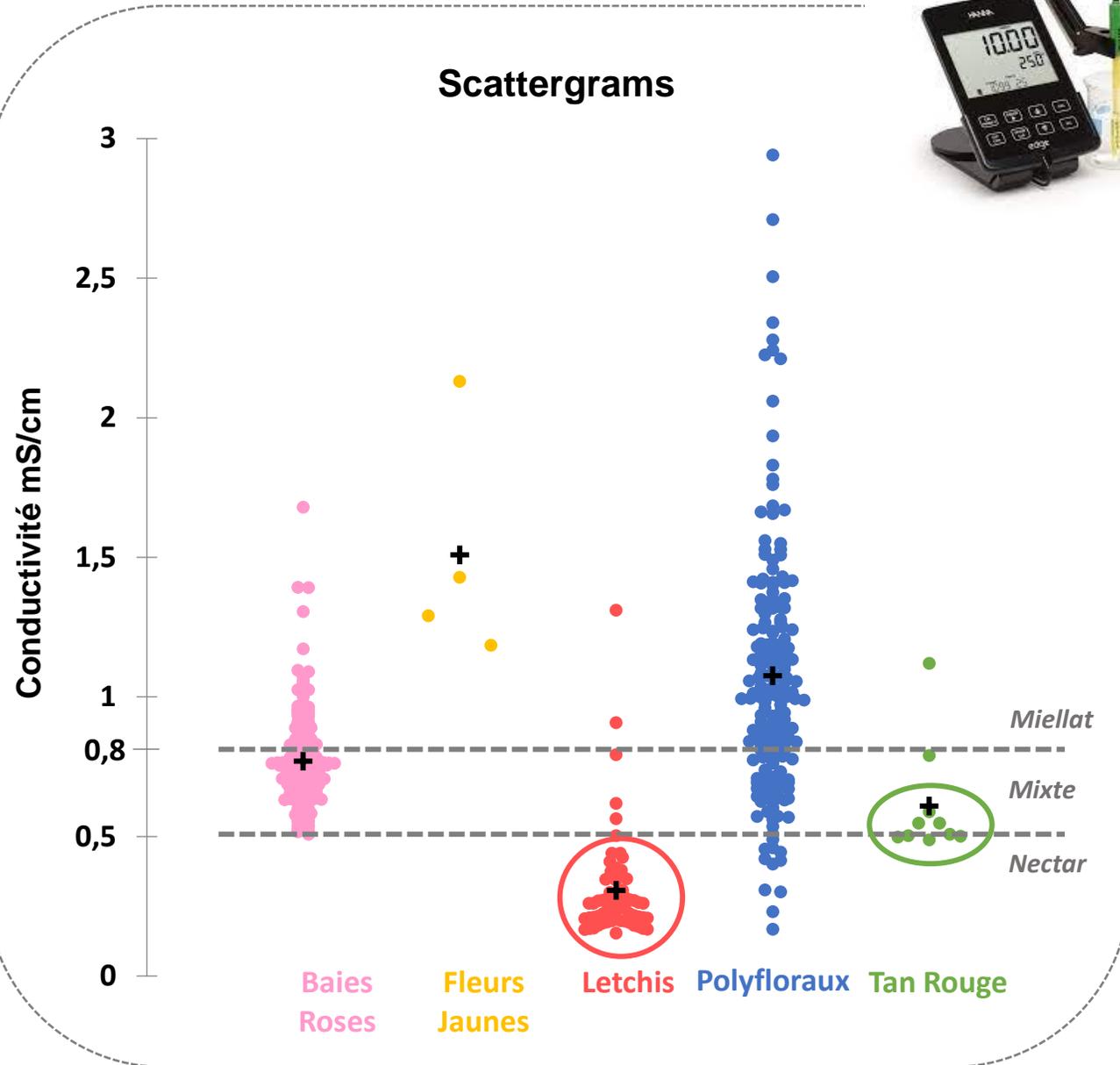
1. Codex Alimentarius. Norme pour le miel. CXS 12-1981. 7 (2019).



Conductivité

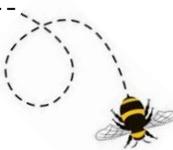


1. Paramètres Physico-Chimiques



Panel de miels

168 Baies roses 172 Polyfloraux
 62 Letchis 10 Tan rouge
 4 Fleurs Jaunes

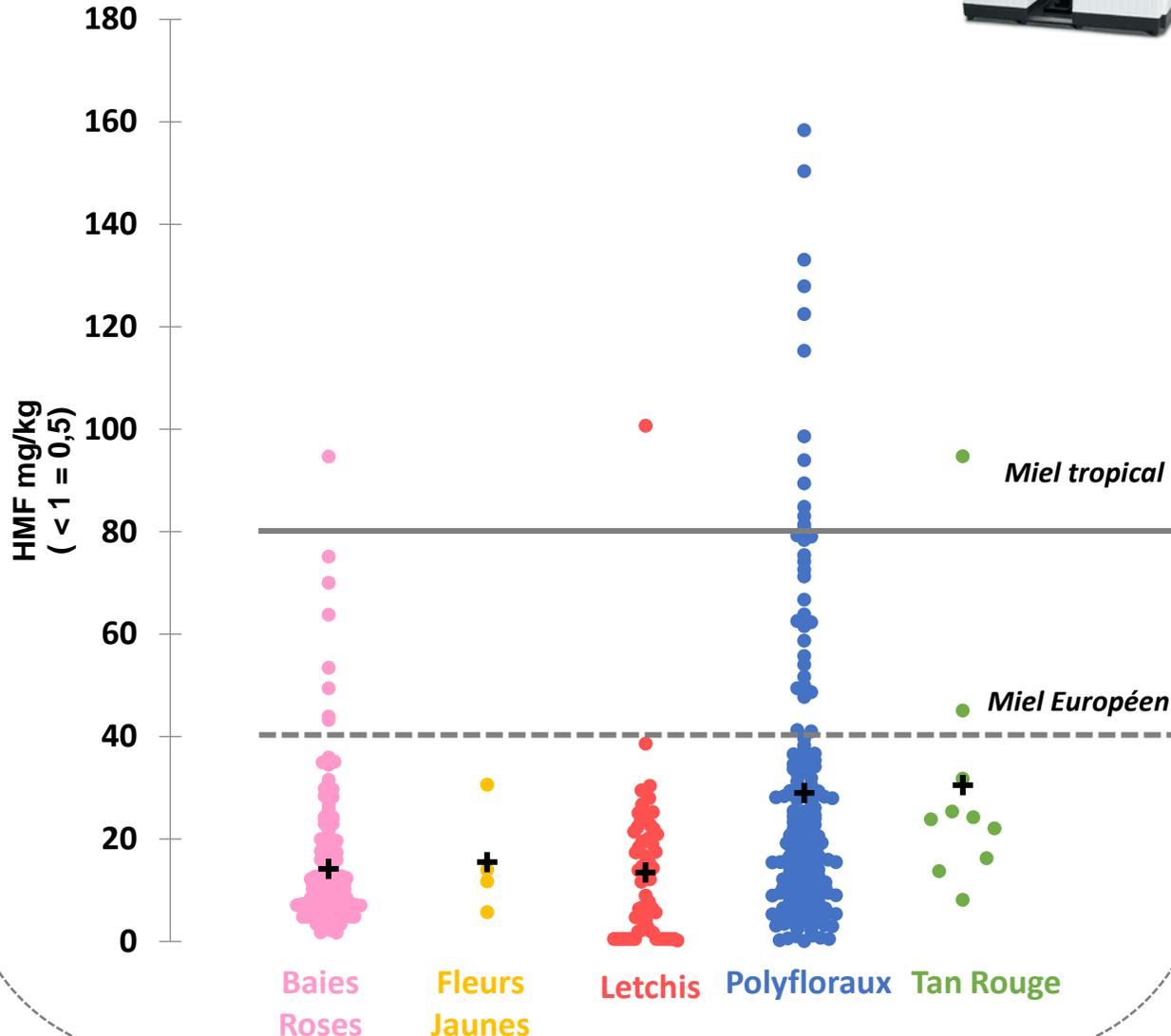


- ➔ Mesure indirecte de la **minéralisation** des miels
- ➔ Lié directement à l'origine géographique (sol)
- ➔ **Polyfloraux & Fleurs Jaunes** riches en minéraux
- ➔ **Letchis** pauvres en minéraux : miels de nectar
- ➔ **Baies Roses** : miels Mixte
- ➔ Nectar : **16%** / Mixte : **39%** / Miellat : **45%**



Hydroxyméthylfurfural (HMF)

Scattergrams



1. Paramètres Physico-Chimiques

Panel de miels



168 Baies roses

172 Polyfloraux

62 Letchis

10 Tan rouge

4 Fleurs Jaunes



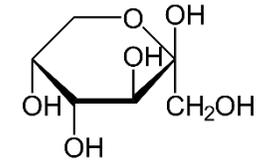
Cadre réglementaire¹



Quasi inexistant dans la ruche



HMF issu de la dégradation du



Paramètre lié aux pratiques des apiculteurs



Quantité de HMF dépend :

âge + conservation + chauffage + acidité



Par an : + 10 mg/Kg



96 % des échantillons respectent cette norme

Référence :

1. Codex Alimentarius. Norme pour le miel. CXS 12-1981. 7 (2019).



II. Analyses

Physico-chimie

1. Paramètres Physico-Chimiques
- 2. Carbohydrates**
3. Minéraux
4. Profils chimiques
5. Phytochimie
6. Tests Microbiologiques
7. Tests Biologiques

Metabolomique

Biologie



Introduction

Terminologie

- Hydrates de carbones
- Oligosaccharides
- « Sucres »
- Nommés par erreur « glucides »

Pourquoi les analyser ?

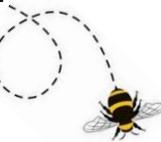
- Cadre réglementaire¹
- Adultération²
- Type de cristallisation³
- Origine géographique et botanique⁴⁻⁵⁻⁶



2. Carbohydrates

Panel de miels

- 168 Baies roses
- 62 Letchis
- 4 Fleurs Jaunes
- 172 Polyfloraux
- 10 Tan rouge

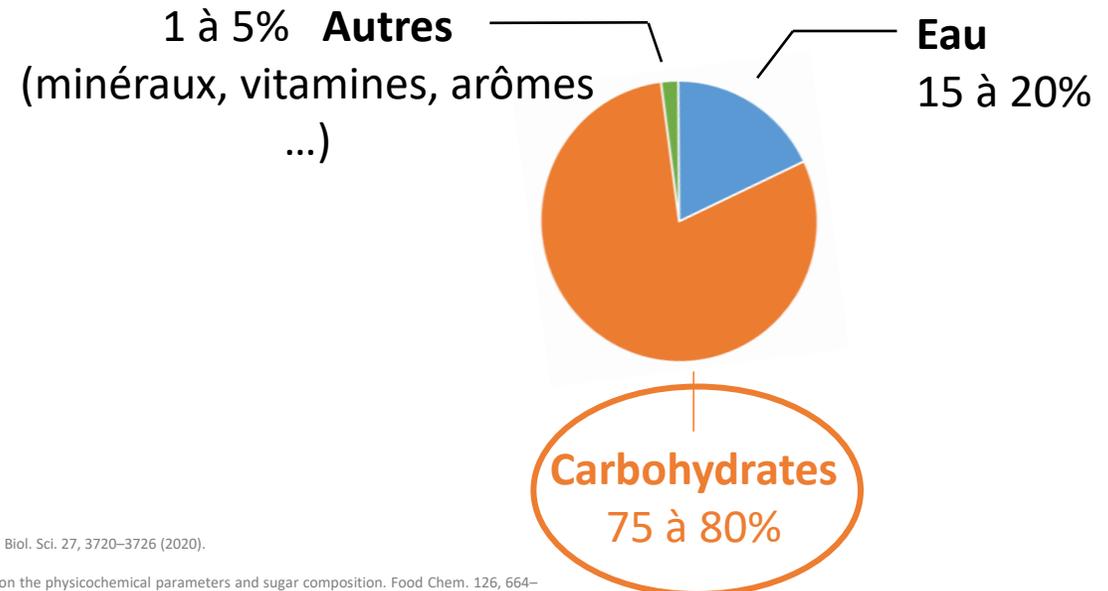


Technique

Chromatographie ionique (HPAE-PAD)



Composition moyenne d'un miel



Références :

1. Codex Alimentarius. Norme pour le miel. CXS 12-1981. 7 (2019).
2. Pita-Calvo, C., Guerra-Rodríguez, M. E. & Vázquez, M. Analytical methods used in the quality control of honey. J. Agric. Food Chem. 65, 690–703 (2017).
3. Alghamdi, B. A. et al. Analysis of sugar composition and pesticides using HPLC and GC–MS techniques in honey samples collected from Saudi Arabian markets. Saudi J. Biol. Sci. 27, 3720–3726 (2020).
4. Lobreau-Callen, D., Clément, M. C. & Marmion, V. Les miels. Tech. l'ingénieur (2000).
5. Bentabol Manzanares, A., García, Z. H., Galdón, B. R., Rodríguez, E. R. & Romero, C. D. Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition. Food Chem. 126, 664–672 (2011).
6. Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. & Fett, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Food Chem. 196, 309–323 (2016).



Composition moyenne des miels



2. Carbohydrates

| Carbohydrates | Quantité (g/100g miel) |
|---|---|
| Fructose Glucose | 38,1 ± 2,6 31,7 ± 2,8 |
| Turanose + Palatinose Kojibiose Maltose Isomaltose Nigerose | de 2,4 à 0,6 Présents dans tous les miels |
| Erlose Melezitose Panose 1-kestose Raffinose Trehalose Sucrose Gentiobiose | de 0,6 à < 0,1 Présents dans certains miels uniquement |

Miels internationaux
Fructose : 35 - 40
Glucose : 30 - 35

Panel de miels 

168 Baies roses 172 Polyfloraux
62 Letchis 10 Tan rouge
4 Fleurs Jaunes



| (g/100g miel) |  | Miels internationaux |
|-----------------------------|---|----------------------|
| Carbohydrates totaux | 77,8 ± 4,5 | 75 - 80 |

- ✓ 100% des miels respectent la norme du Fructose + Glucose
- ✓ 99,8% des miels respectent la norme du Sucrose
- ✓ **Aucun** signe d'adultération volontaire détecté

Quels résultats par miellées





Cristallisation



2. Carbohydrates



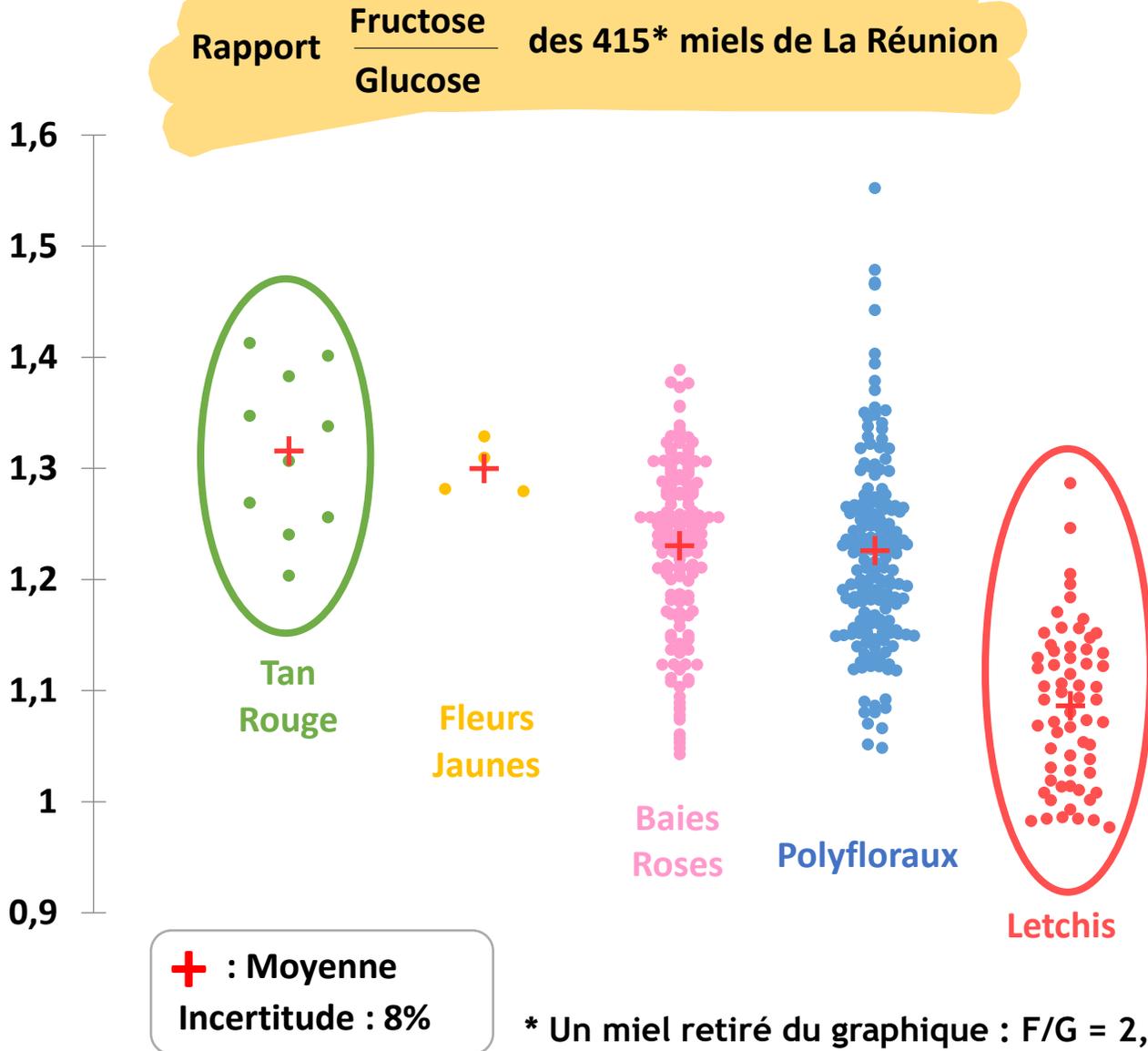
Rare



Lente



Rapide



Panel de miels

168 Baies roses 172 Polyfloraux
 62 Letchis 10 Tan rouge
 4 Fleurs Jaunes

➔ Cristallisation + lente des Tan Rouge, mais nombre d'échantillons trop faible pour conclure

➔ Cristallisation rapide des Letchis





II. Analyses

Physico-chimie

1. Paramètres Physico-Chimiques
2. Carbohydrates
- 3. Minéraux**
4. Profils chimiques
5. Phytochimie
6. Tests Microbiologiques
7. Tests Biologiques

Metabolomique

Biologie



Ions



Pourquoi les analyser ?

- **Origine** géographique et botanique du miel¹
- Marqueurs de la **pollution** environnementale²
- Quantité de **minéraux**³

COMPOSITION MOYENNE en mg/l :

| CATIONS | |
|--------------|------|
| Sodium | 1172 |
| Calcium | 103 |
| Bicarbonates | 2989 |
| Chlorures | 235 |
| Potassium | 56 |
| Magnésium | 10 |
| Sulfates | 138 |
| Fluorures | 6 |

ANIONS

Minéralisation totale, extrait sec à 180°C : 3325 mg/l ; pH : 6,8
 DÉCRET D'INTERÊT PUBLIC 23.1.1861
 Conserver cette bouteille à l'abri du soleil dans un endroit propre, frais et sec.



3. Minéraux

Panel de miels



- 168 Baies roses
- 62 Letchis
- 4 Fleurs Jaunes
- 172 Polyfloraux
- 10 Tan rouge



Technique

Chromatographie ionique (HPAE-PAD)



Références :

1. B. Pasquini et al. 2014
2. P. Fermo et al. 2013
3. P. M. Da Silva et al. 2016

MielOmic étudie 11 ions :

CATIONS

- Calcium
- Sodium
- Magnésium
- Potassium
- Ammonium
- Lithium

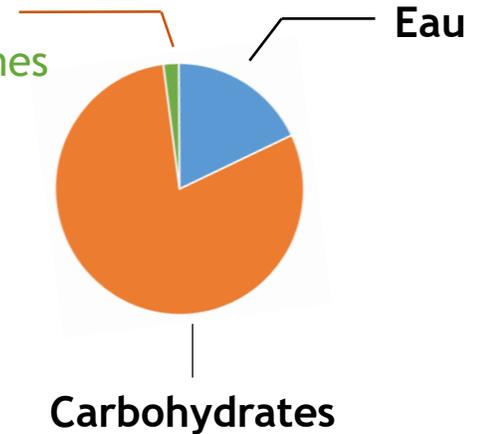
ANIONS

- Chlorure
- Nitrate
- Nitrite
- Phosphate
- Bromure



Composition moyenne d'un miel

1 à 5% Autres (< 1% ions, vitamines, arômes ...)





Composition moyenne des 416 miels

CATIONS

| Ion | Quantité (mg/kg miel) |
|--------------|-----------------------|
| Somme | 1 716 ± 848 |
| Potassium | 1526 ± 787 |
| Calcium | 71 ± 52 |
| Sodium | 58 ± 66 |
| Magnésium | 38 ± 29 |
| Ammonium | 22 ± 30 |
| Lithium | < 0,8 |



3. Minéraux

Panel de miels 

168 Baies roses 172 Polyfloraux
 62 Letchis 10 Tan rouge
 4 Fleurs Jaunes



- ➔ Le potassium est le minéral **le plus abondant** du miel
- ➔ Importante **variabilité** de la composition
- ➔ **!/!** aux fausses joies : la teneur des minéraux dans le miel est peu élevée...

Quels résultats par miellées



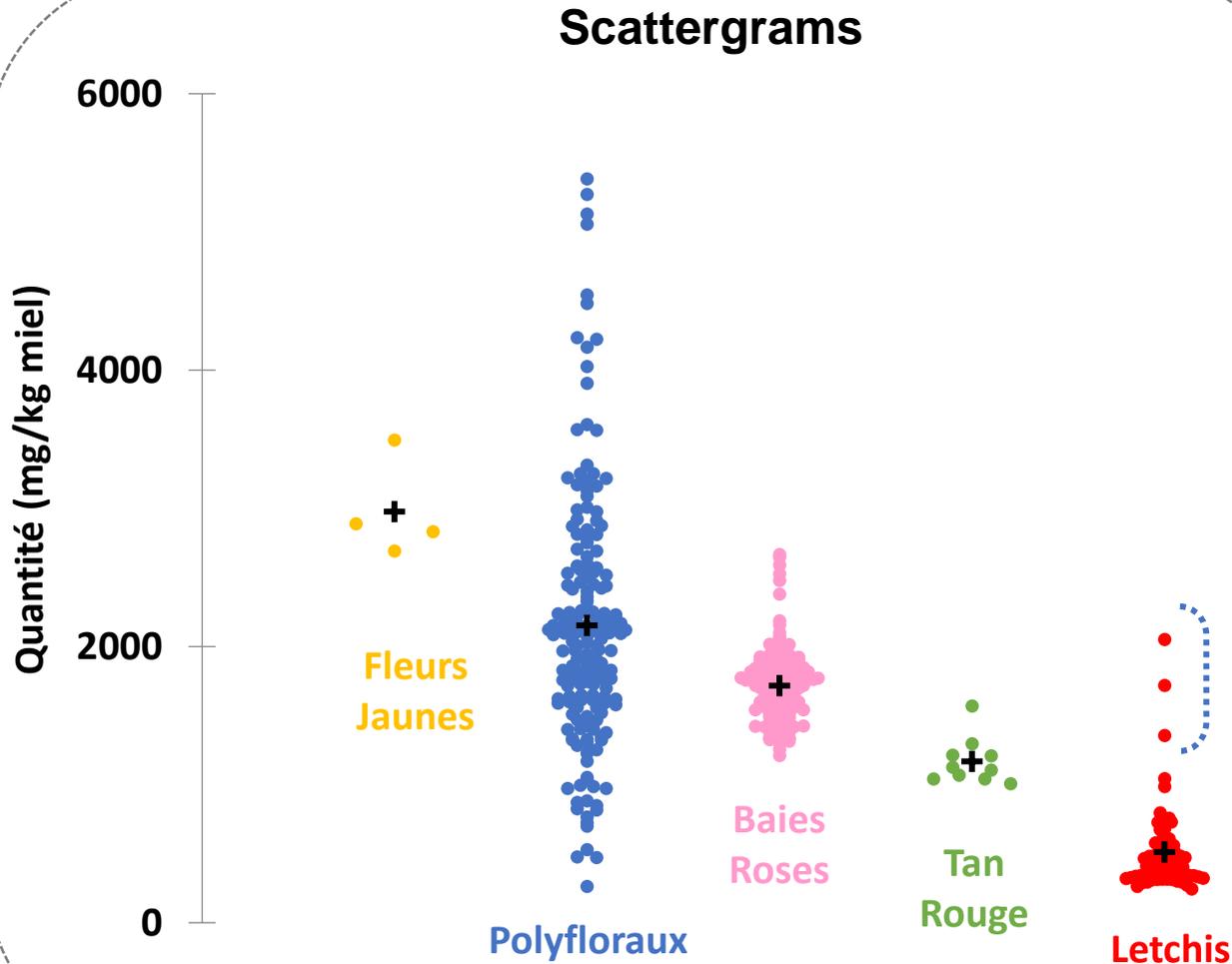
Quelle miellée est la plus riche en cations ?



3. Minéraux

Panel de miels 

168 Baies roses 148 Polyfloraux
62 Letchis 10 Tan rouge
4 Fleurs Jaunes



- ➔ **Fleurs Jaunes** est la miellée la plus riche en minéraux mais 4 échantillons seulement
- ➔ Importante **variabilité** des polyfloraux, à l'inverse des monofloraux
- ➔ **Letchis** contient moins de minéraux



Des marqueurs de la pollution ?

| Ion | Quantité moyenne (mg/kg miel) | | |
|--------------|--|---|---|
| |  Réunion 426 miels |  Italie** 14 miels |  Balkans** 27 miels |
| | | | Slovénie Kosovo Macédoine Croatie Albanie Serbie |
| Total | 536 ± 408 | 404 ± 288 | 676 ± 592 |
| Chlorure | 314 ± 287 | 160 ± 112 | 192 ± 192 |
| Phosphate | 209 ± 162 | 233 ± 203 | 461 ± 477 |
| Nitrate | 10 ± 7 | 11 ± 9 | 19 ± 39 |
| Nitrite | Rares traces | 0 | Rares traces |
| Bromure | Rares traces* | Rares traces | 2 ± 5 |

ANIONS

* Et un miel à 25 mg/kg.

** Données issues d'une étude italienne.



3. Minéraux

Panel de miels 

168 Baies roses 172 Polyfloraux
 62 Letchis 10 Tan rouge
 4 Fleurs Jaunes



Les valeurs du **Chlorure** sont les plus élevées à La Réunion : Probablement du aux **embruns marins**



Les autres valeurs sont **cohérentes** ou même **inférieures** à d'autres pays du monde.



II. Analyses

Physico-chimie

1. Paramètres Physico-Chimiques
2. Carbohydrates
3. Minéraux
- 4. Profils chimiques**
5. Phytochimie
6. Tests Microbiologiques
7. Tests Biologiques

Métabolomique

Biologie



Analyses des arômes de 83 miels



Pourquoi les analyser ?

- **Les substances volatiles** : principaux facteurs responsables des arômes qui, avec d'autres facteurs tels que le goût, contribuent à la flaveur.
- Obtenir un profil aromatique ou « **empreinte moléculaire** » afin de déterminer son origine florale.



4. Profils chimiques

Panel de miels 

- 25 Baies roses
- 15 Letchis
- 3 Fleurs Jaunes
- 35 Polyfloraux
- 5 Tan rouge

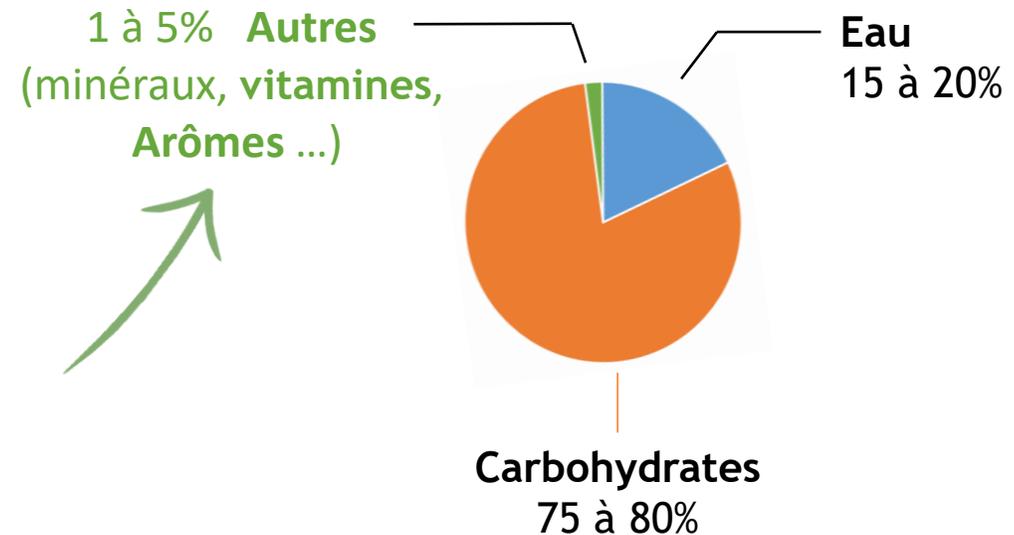


Technique

Chromatographie Gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS)



Composition moyenne d'un miel

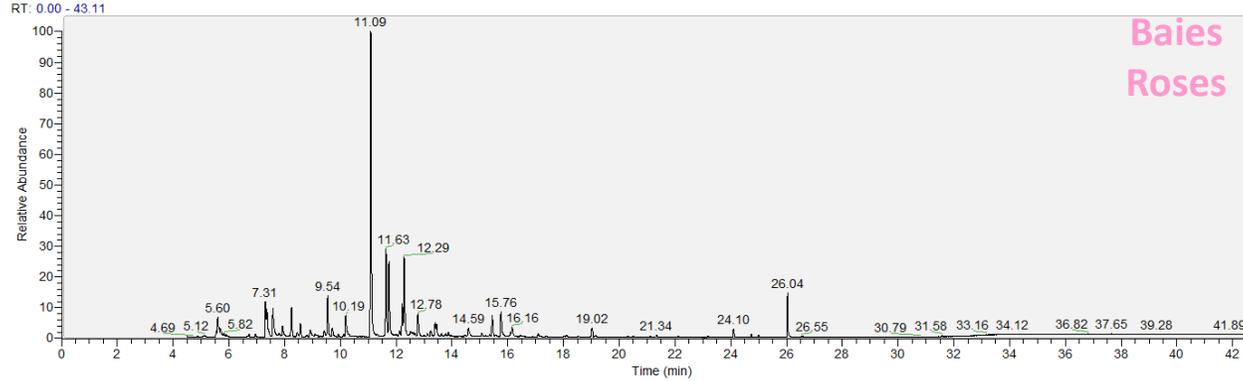




Profils aromatiques volatils par GC-MS



4. Profils chimiques



Panel de miels



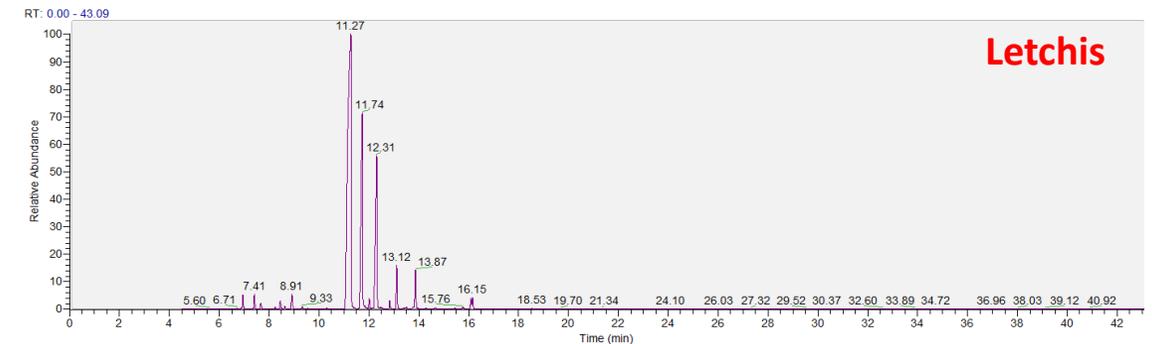
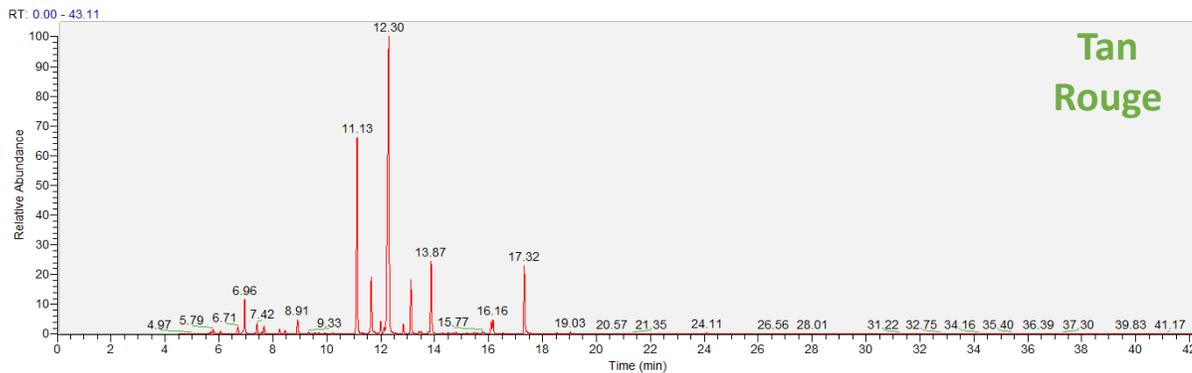
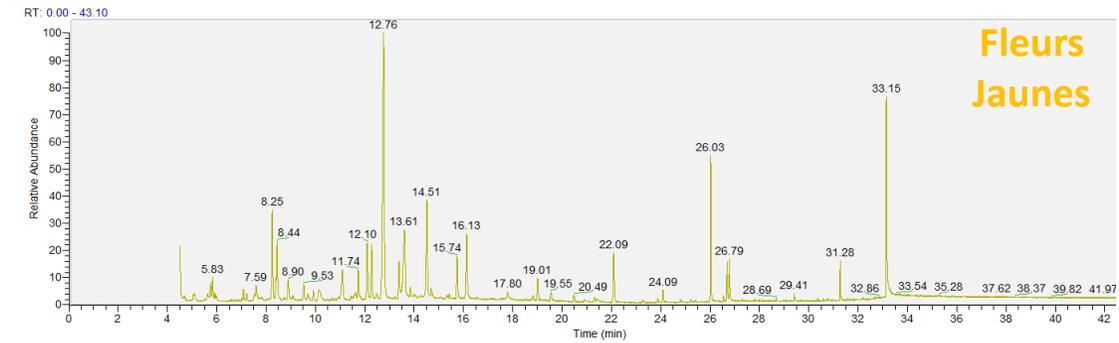
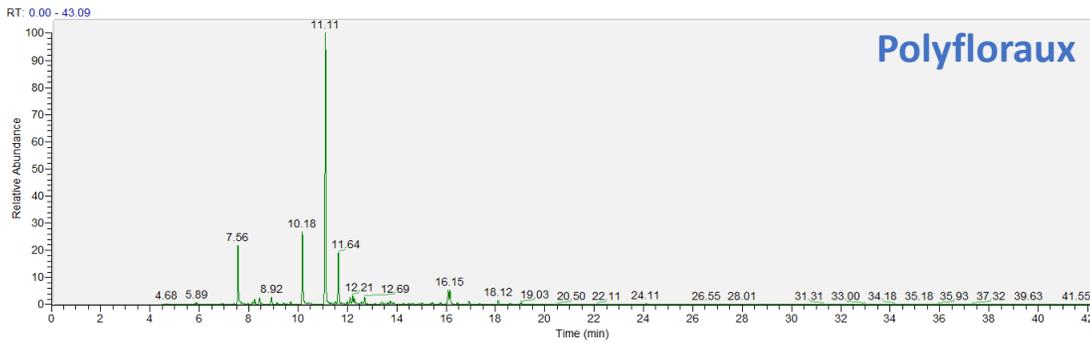
25 Baies roses

35 Polyfloraux

15 Letchis

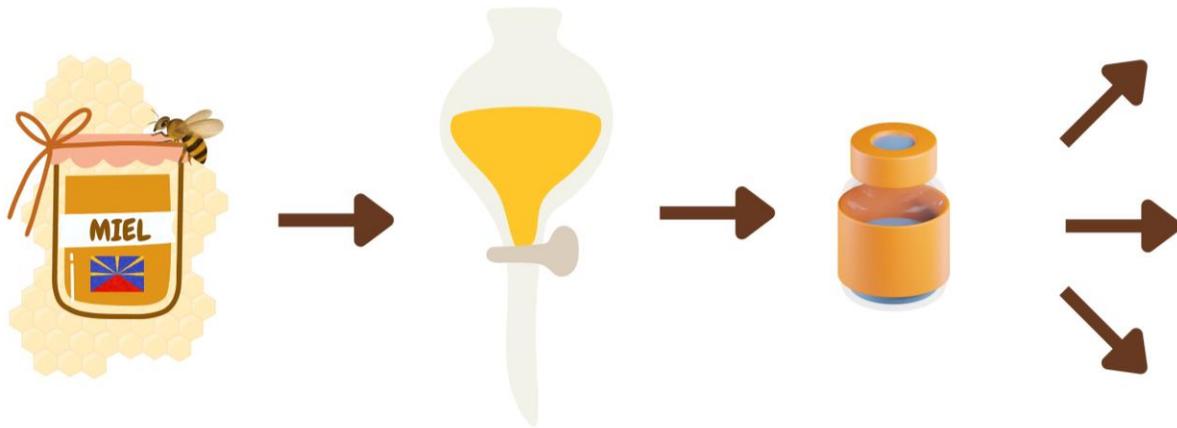
5 Tan rouge

3 Fleurs Jaunes



Empreinte moléculaire (le terroir)

- ➔ Carte d'identité de chaque miel
- ➔ Application des réseaux moléculaires
- ➔ Protocole



- ➔ Données en cours de traitement
- ➔ Publication scientifique



4. Profils chimiques

Panel de miels 

168 Baies roses 172 Polyfloraux
62 Letchis 10 Tan rouge
4 Fleurs Jaunes

Métabolomique

The metabolomics analysis results for Datiscin are presented in a comprehensive panel. At the top left is the 'MetaboAnalyst 5.0' logo, which includes sub-logos for Statistics, Data analysis, Multi-class, and Identification. To the right is the chemical structure of Datiscin, a complex polyphenolic compound. Below the structure is a heatmap showing the relative abundance of various metabolites across different samples. To the left of the heatmap is a PCA (Principal Component Analysis) plot showing the separation of samples into distinct clusters. At the bottom left is a bar chart showing the relative abundance of specific metabolites. At the bottom right is a dendrogram showing the hierarchical clustering of samples based on their metabolite profiles.



II. Analyses

1. Paramètres Physico-Chimiques
2. Carbohydrates
3. Minéraux
4. Profils chimiques
- 5. Phytochimie**
6. Tests Microbiologiques
7. Tests Biologiques

Physico-chimie

Métabolomique

Biologie

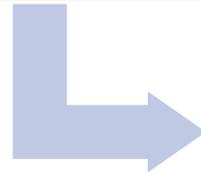
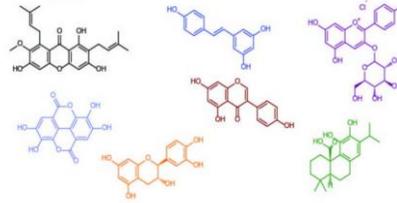


Introduction

Phytochimie

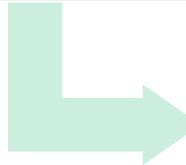
• 416 miels

Polyphenols



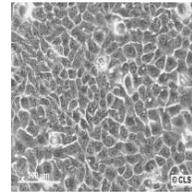
Microbiologie

• 50 miels → 30 miels → 10 miels



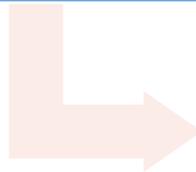
In Vitro

• 10 miels



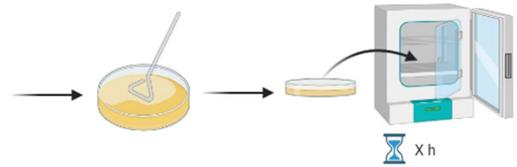
Ex Vivo

• 5 miels



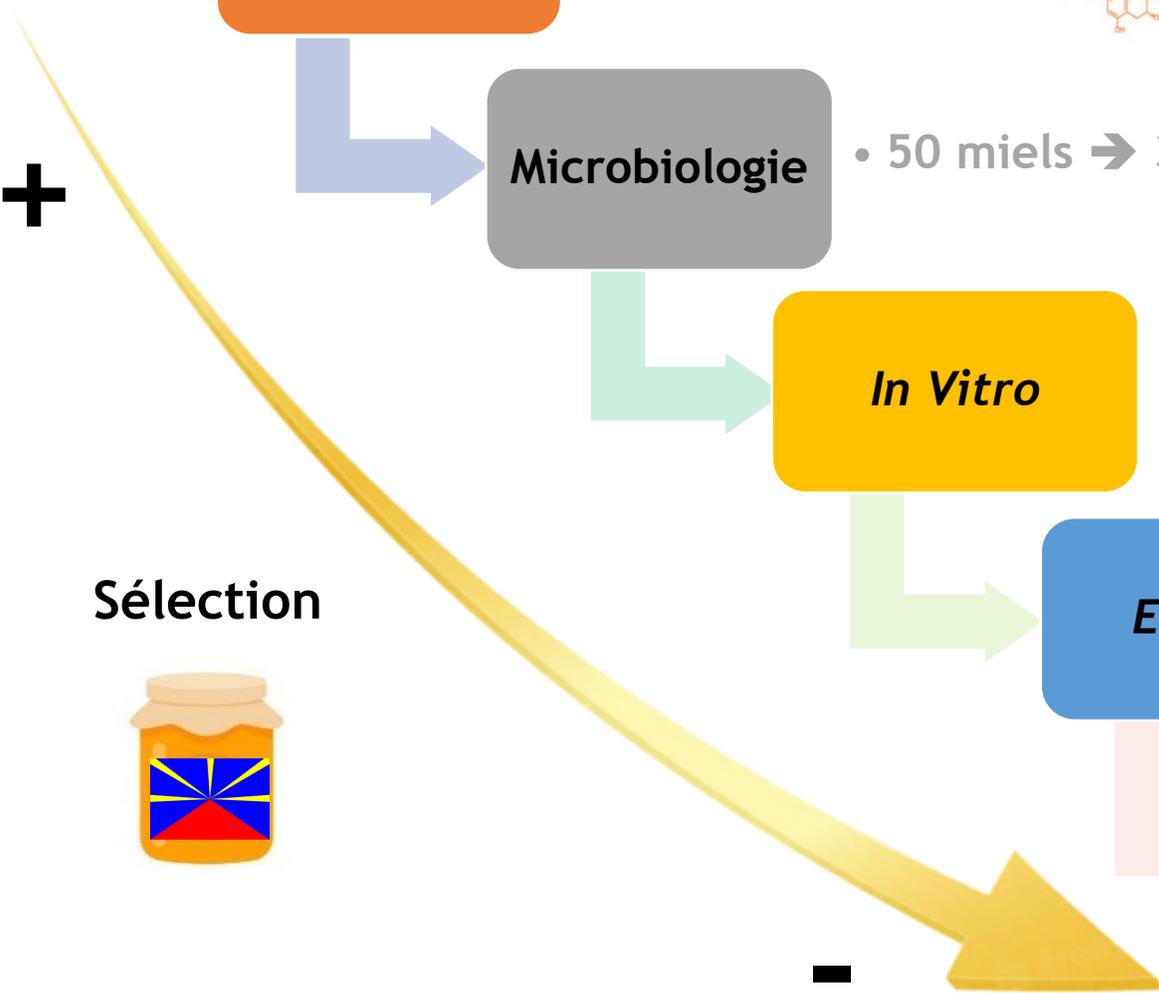
In Vivo

• 3 miels



+

Sélection





Introduction

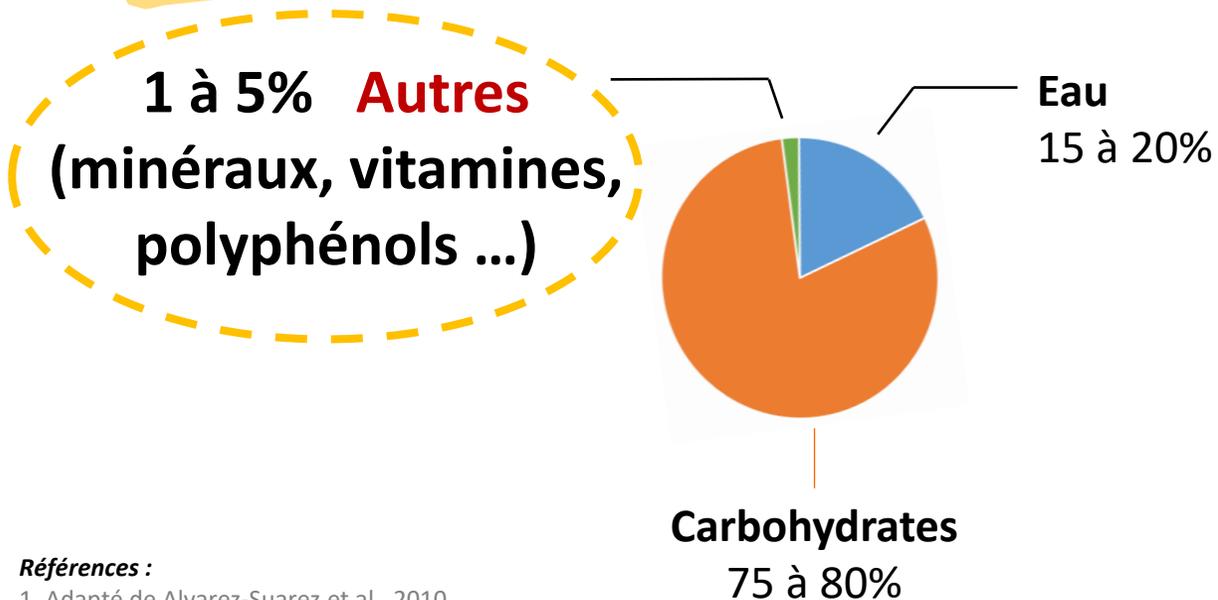


Pourquoi les analyser ?

- Contribution "santé" ¹ : potentiel antioxydant , anti-inflammatoire, cicatrisant, etc...
- Molécules naturellement présentes : **polyphénols**
- Meilleure valorisation nos miels



Composition moyenne d'un miel



Références :

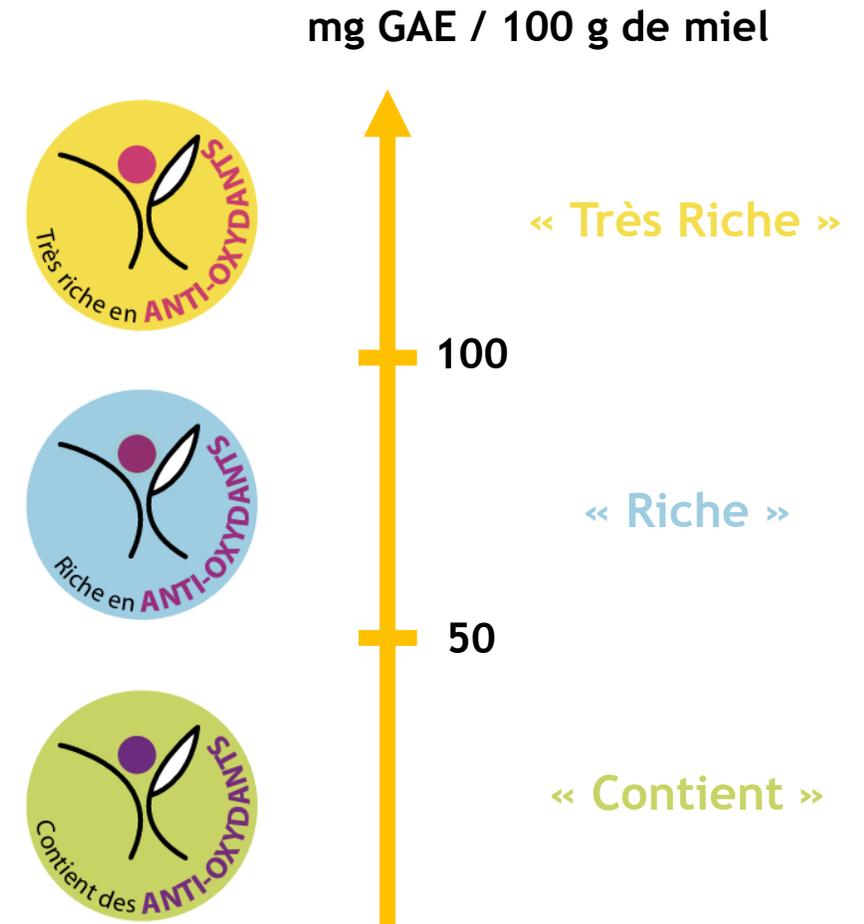
1. Adapté de Alvarez-Suarez et al., 2010
2. C. Massaux, Les polyphenols . Analytical methods used in the quality control of honey. J. Abeilles & C^e. 3, 160 (2014).



5. Phytochimie



Comment interpréter ?²



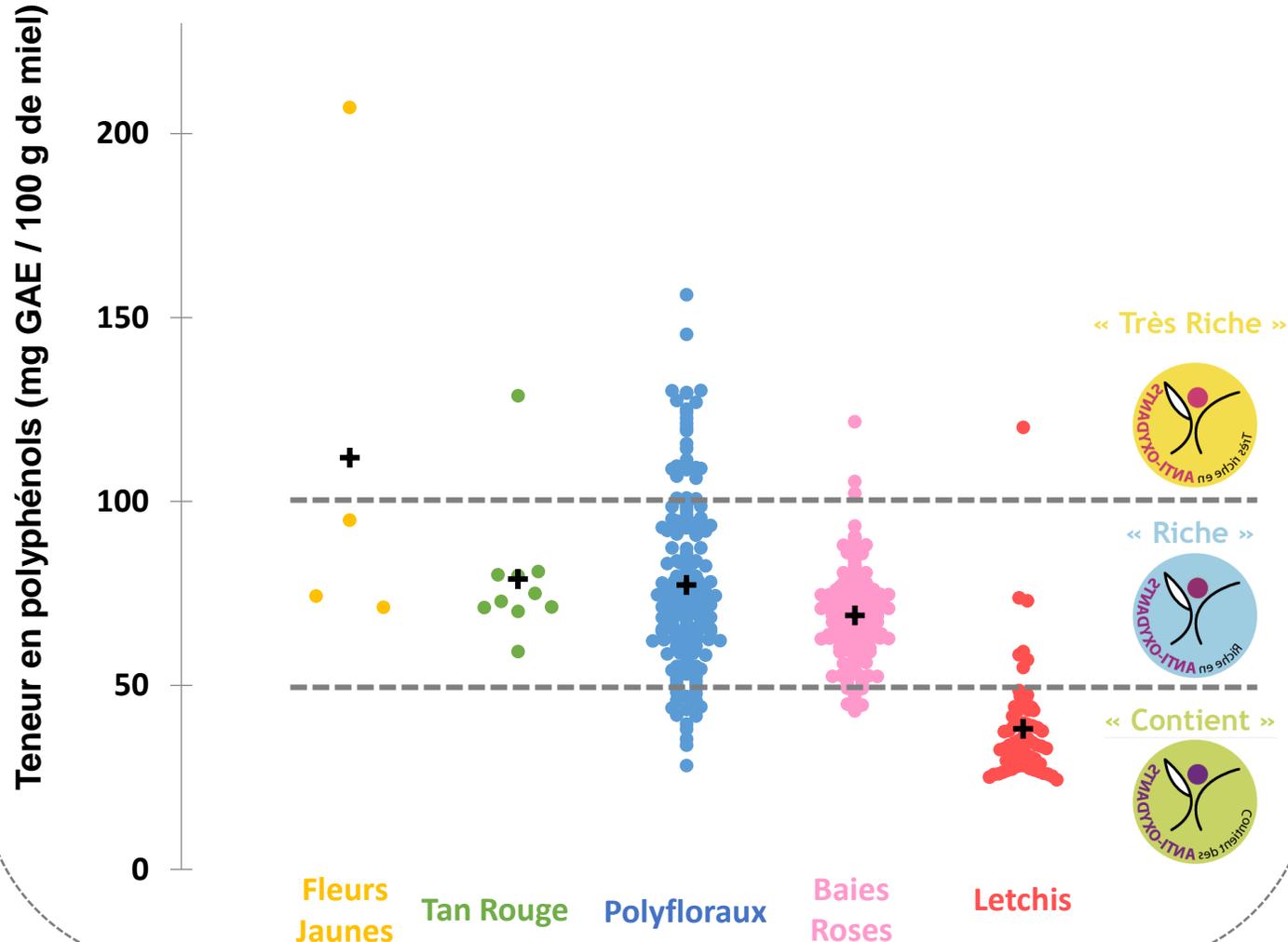


Teneur en polyphénols



5. Phytochimie

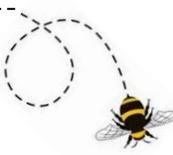
Scattergrams



Panel de miels

- 168 Baies roses
- 172 Polyfloraux
- 62 Letchis
- 10 Tan rouge
- 4 Fleurs Jaunes

Teneur en polyphénols (mg GAE/100g miel)

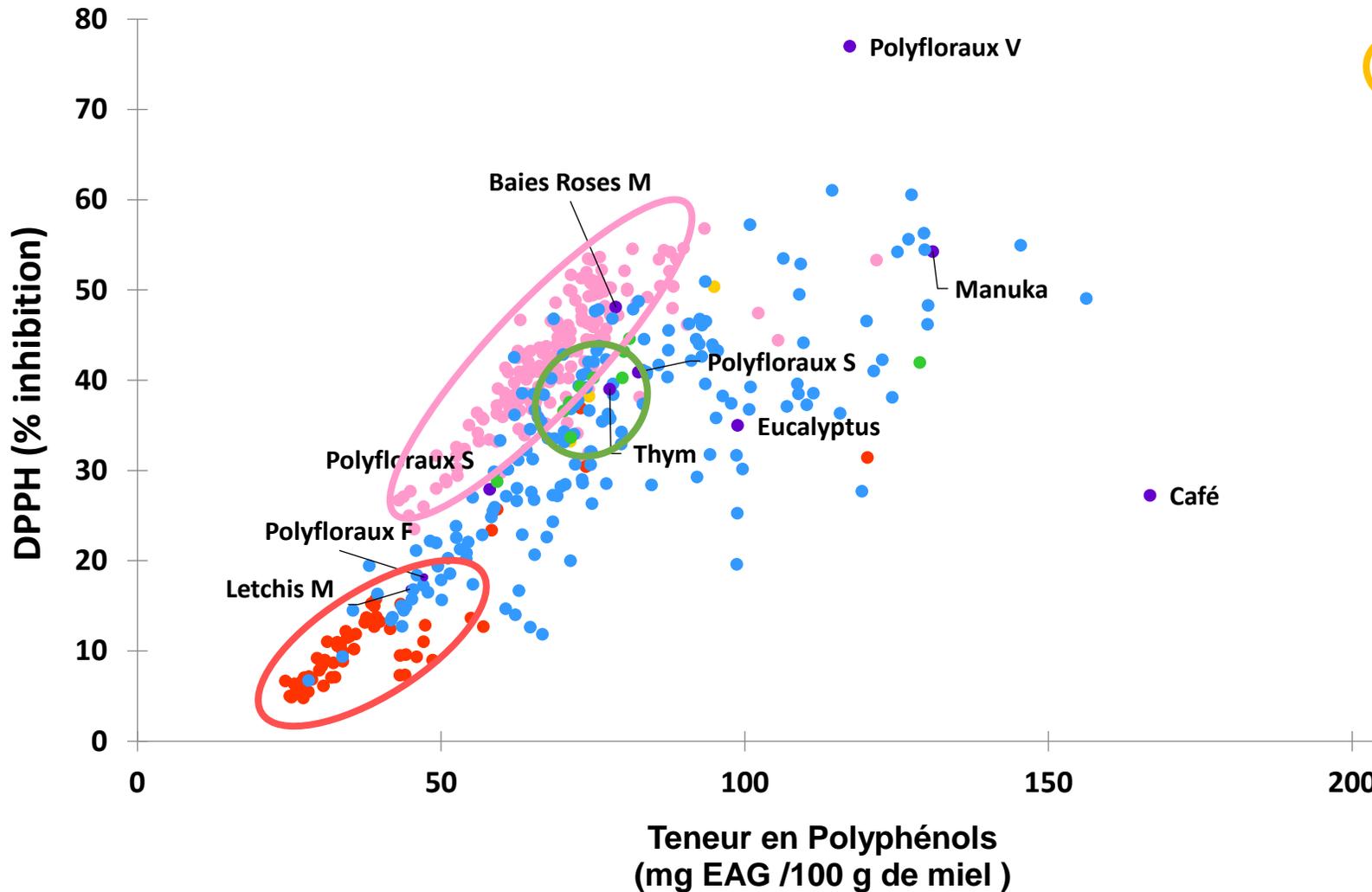


| | |
|--|-----|
|  > 101 | 34 |
|  51-100 | 299 |
|  0 - 50 | 83 |

- ➔ **Letchis** : moins de polyphénols
- ➔ **72 %** des miels sont **riches** en Polyphénols
- ➔ **8 %** des miels sont **très riches** en Polyphénols
- ➔ **Qualité et richesse des ressources mellifères**



Corrélation entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante



5. Phytochimie

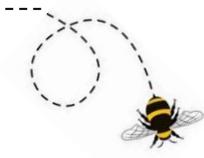
Panel de miels



168 Baies roses 172 Polyfloraux
 62 Letchis 10 Tan rouge
 4 Fleurs Jaunes 10 Commerciaux



- ➔ 3 groupes bien distincts
- ➔ Polyfloraux : grande variabilité
- ➔ Fleurs Jaunes : non représentatif
- ➔ Reproductibilité ?
- ➔ Sélection de 50 miels pour les tests microbiologiques





II. Analyses

1. Paramètres Physico-Chimiques
2. Carbohydrates
3. Minéraux
4. Profils chimiques
5. Phytochimie
- 6. Tests Microbiologiques**
7. Tests Biologiques

Physico-chimie

Métabolomique

Biologie



Contrôle qualité des 50 miels



6. Tests Microbiologiques



Pourquoi ?

- Sélectionner **les miels présentant la charge bactérienne initiale la plus faible** pour les tests *In Vitro*

Panel de miels



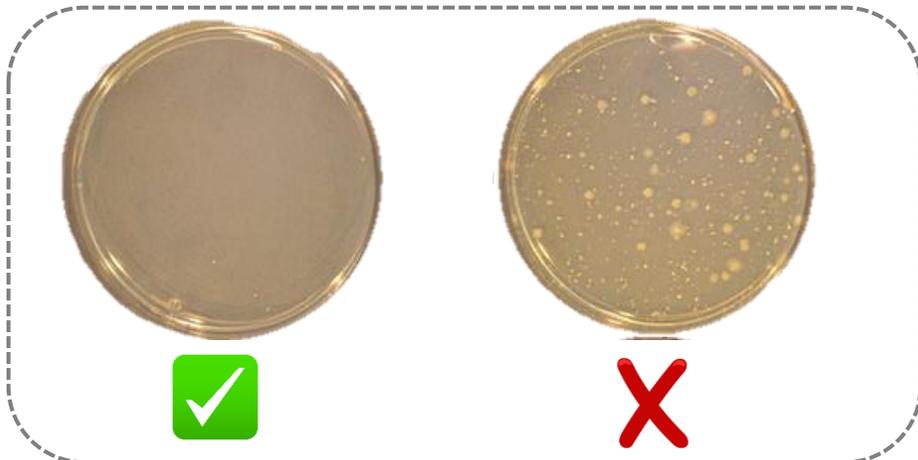
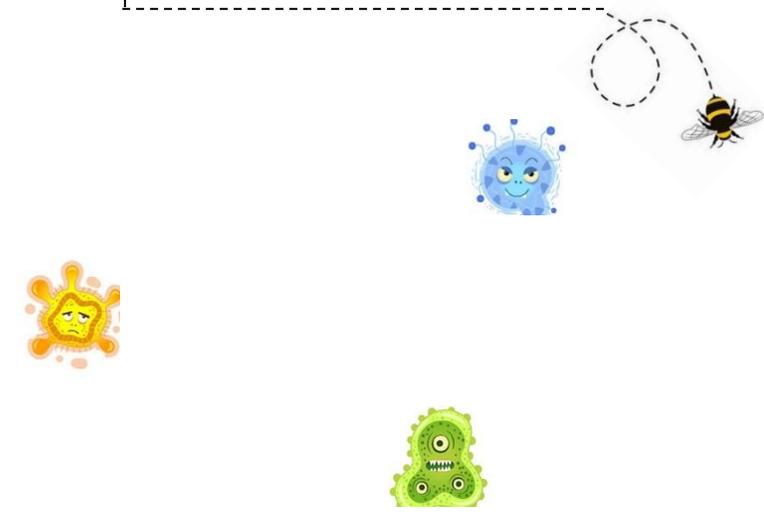
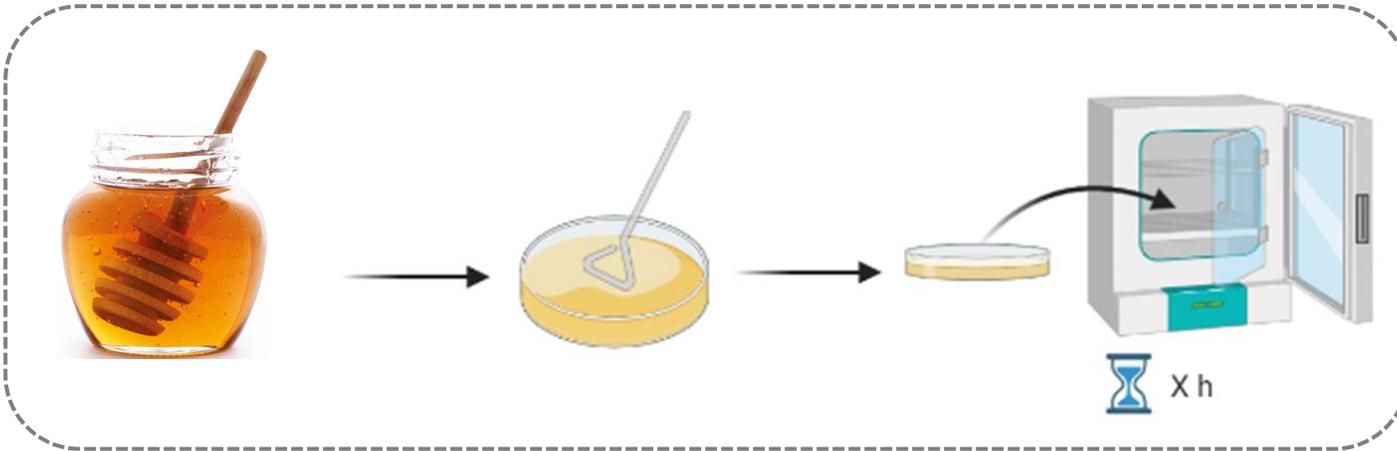
19 Baies roses

21 Polyfloraux

6 Letchis

2 Tan rouge

2 Fleurs Jaunes



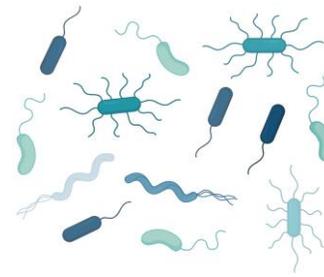
30



après contrôle qualité microbiologique



Antibiogramme sur les 30 miels



6. Tests Microbiologiques



Détermination du potentiel antibactérien

Panel de miels



- 12 Baies roses
- 4 Letchis
- 1 Fleurs Jaunes
- 12 Polyfloraux
- 1 Tan rouge



Staphylococcus aureus



Pseudomonas aeruginosa



Escherichia coli



Candida albicans

Bactéries omniprésentes au niveau des plaies

Opportunistes, également retrouvées au niveau des plaies



Détermination CMI & CMB

CMI = Concentration Minimum qui **STOPPE** la croissance des bactéries

CMB = Concentration Minimale qui **TUE** les bactéries

Activité antibactérienne plus intéressante
Rapport CMB/CMI



10 sélectionnés





II. Analyses

1. Paramètres Physico-Chimiques
2. Carbohydrates
3. Minéraux
4. Profils chimiques
5. Phytochimie
6. Tests Microbiologiques
7. Tests Biologiques

Physico-chimie

Métabolomique

Biologie



Test In Vitro



7. Tests Biologiques

➔ Test *In vitro* sur **10** miels sélectionnés dans le but d'évaluer :

Panel de miels 

4 Baies roses 4 Polyfloraux
 1 Letchis 1 Fleurs Jaunes



Cytotoxicité des miels

Activité anti-inflammatoire des miels

Potentiel cicatrisant des miels

1

2

3



Est-ce que les miels sont **toxiques** pour les cellules ?

Est-ce que les miels présentent une activité **anti-inflammatoire** ?

Est-ce que les miels ont un potentiel **cicatrisant** ?

NON, à une concentration déterminée

OUI



Modèle de rats





Test *In vivo*



7. Tests Biologiques



Demande de DAP : Amélioration du processus de cicatrisation par l'usage de miels de production régionale en application locale sur un modèle de plaies cutanées appliqué chez le rat Wistar



Protocole expérimental

Panel de miels

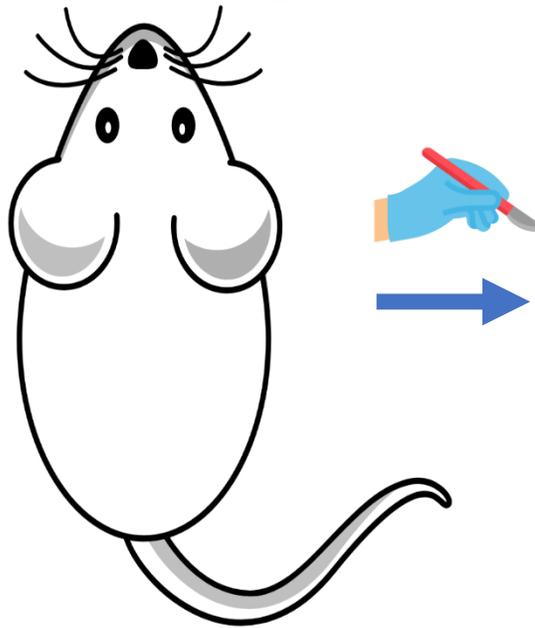


● Baies roses

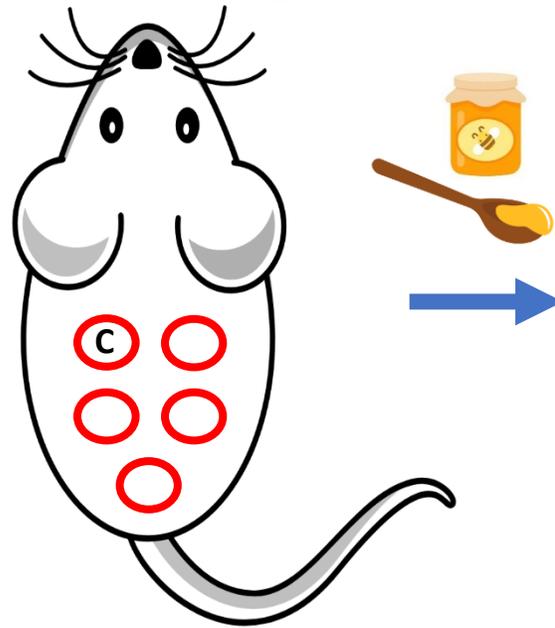
● Polyfloraux

● Fleurs Jaunes

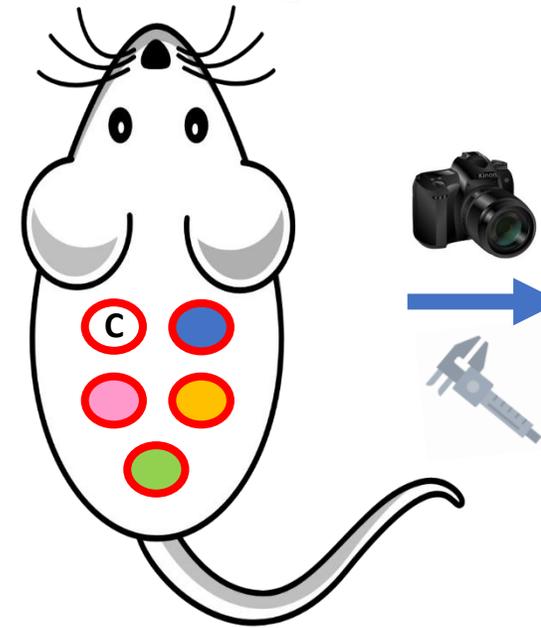
● Lune de miel



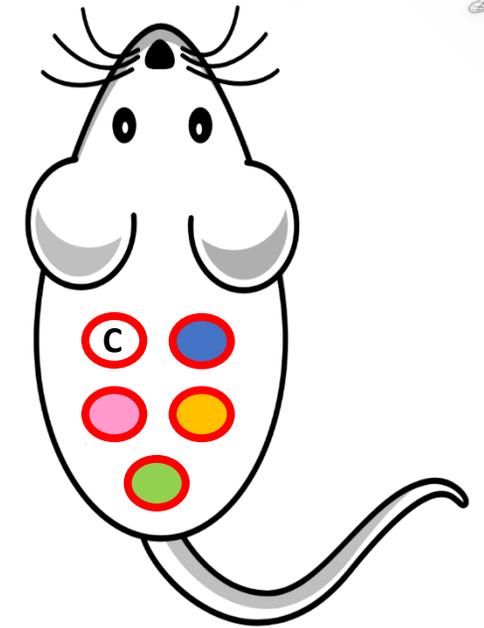
6 Rats Wistar



5 Plaies cutanées sur le dos (6 mm)



Application des miels sur les plaies



Suivi photographique + mesure J0 à J12 afin d'observer le processus de cicatrisation



Test In vivo : Jour de l'opération J0



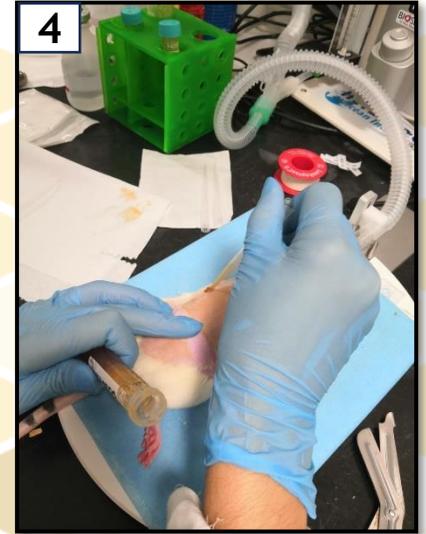
1 Tonte avant chirurgie



2 Nettoyage de la zone opératoire



3 5 plaies Biopsie punch



4 Application du miel sur la plaie



5 Pansement avant réveil



6 Au réveil

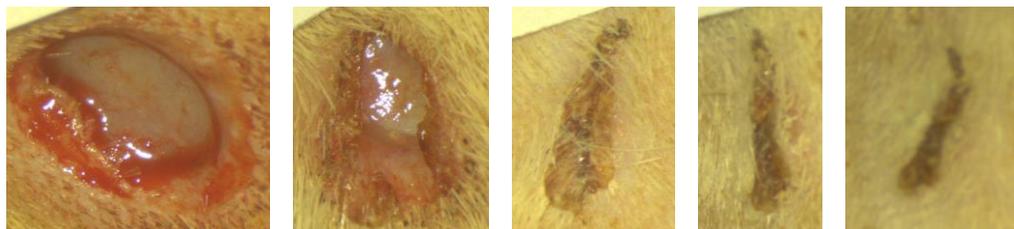


« Petit coucou »

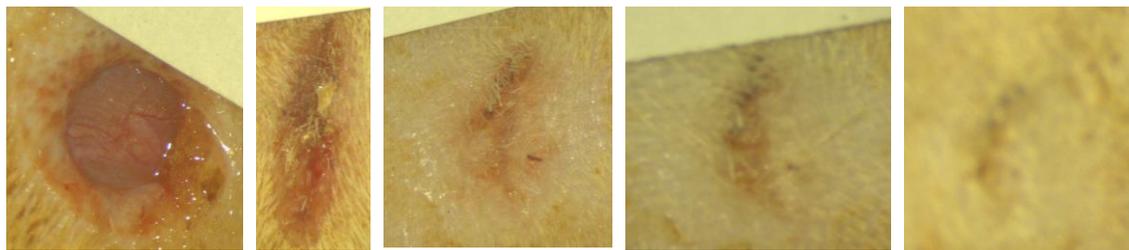


7. Tests Biologiques

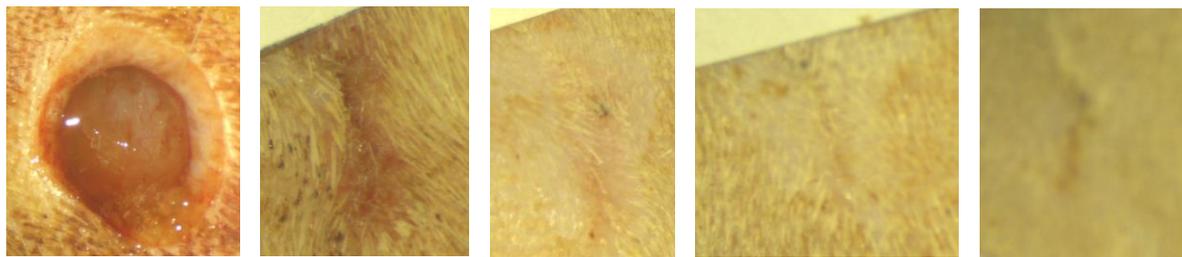
CTRL



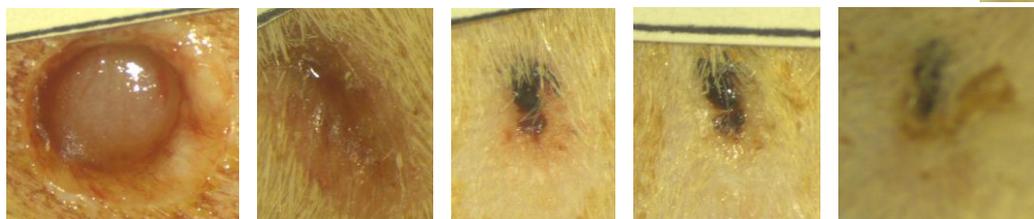
Forêt



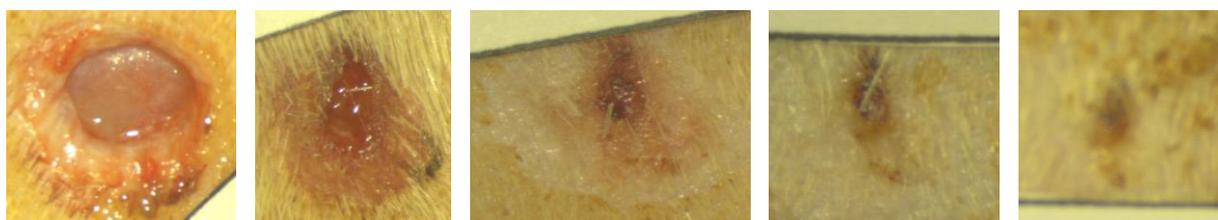
Baies roses



Fleurs Jaunes

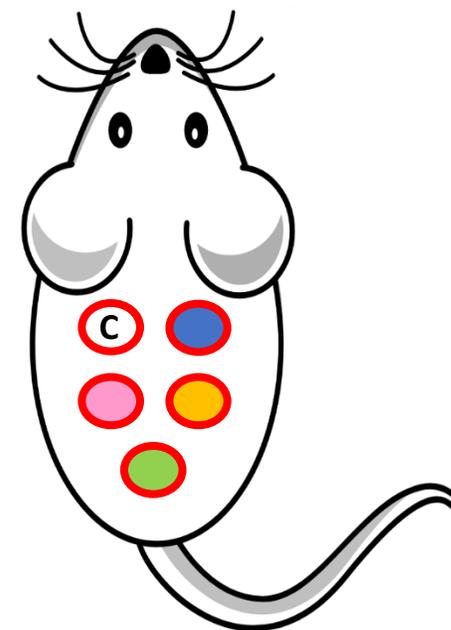


Lune de miel



Panel de miels 

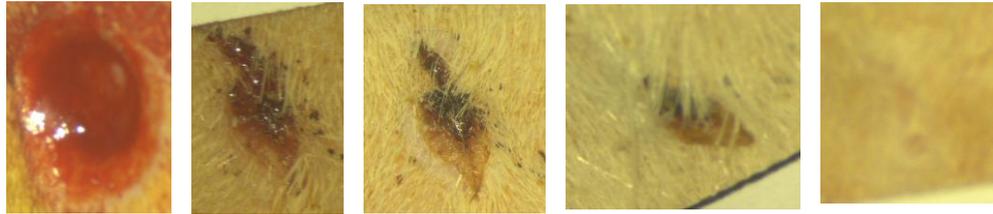
- Baies roses
- Polyfloraux
- Fleurs Jaunes
- Lune de miel



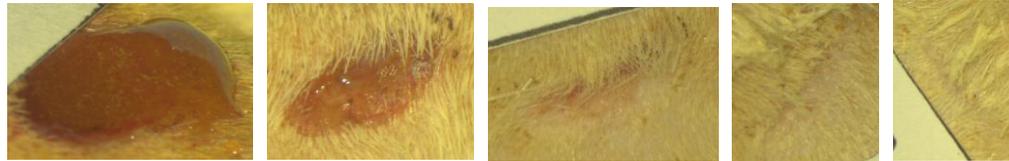
RAT N° 1



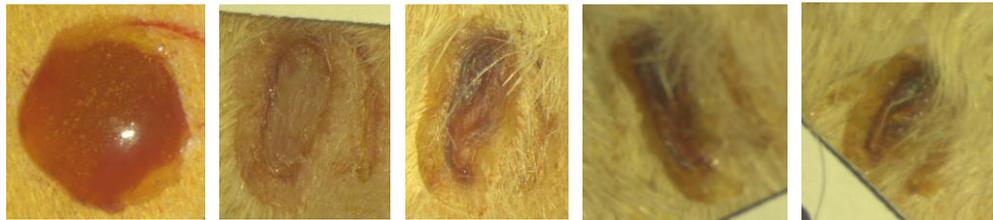
CTRL



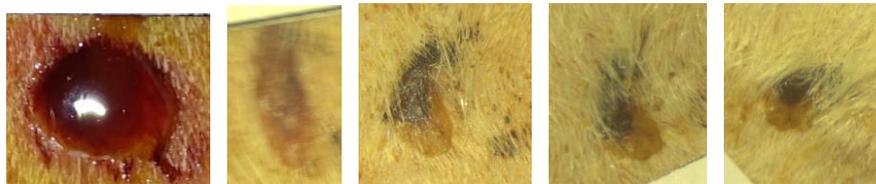
Forêt



Baies roses



Fleurs Jaunes



Lune de miel



7. Tests Biologiques

Panel de miels

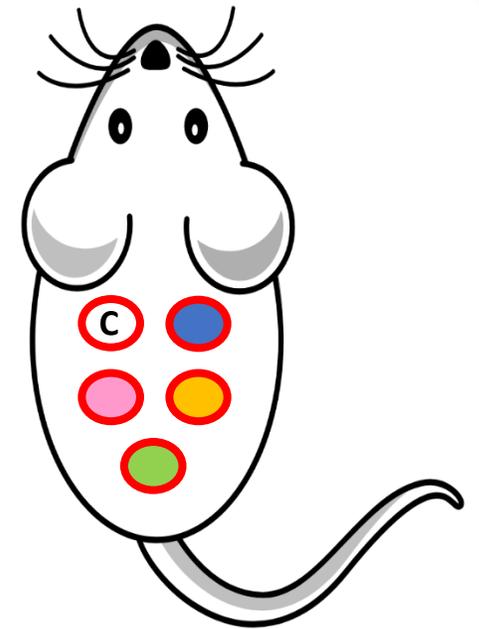


Baies roses

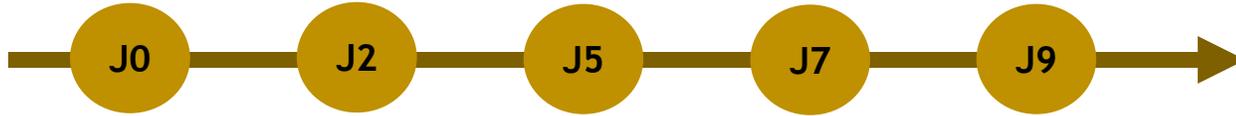
Polyfloraux

Fleurs Jaunes

Lune de miel



RAT N° 2

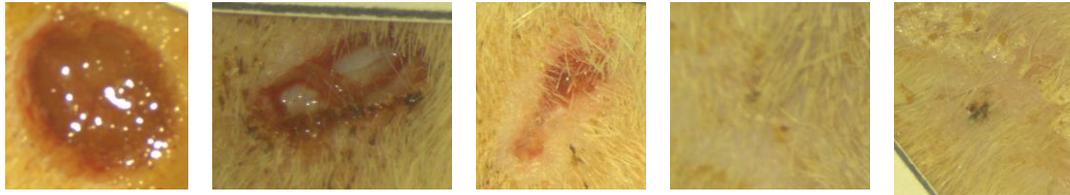


7. Tests Biologiques

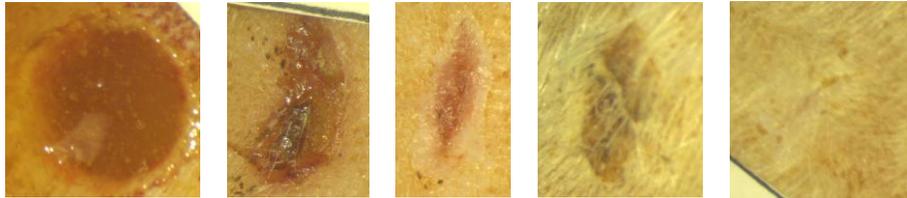
CTRL



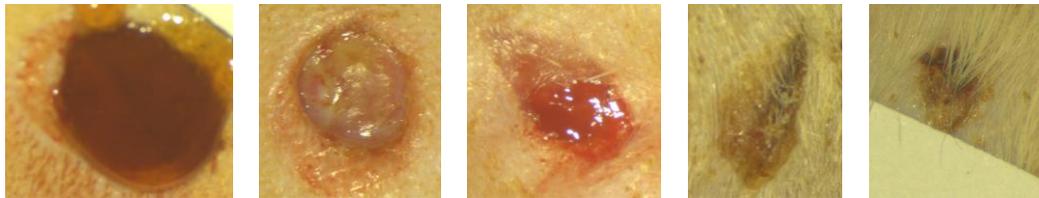
Forêt



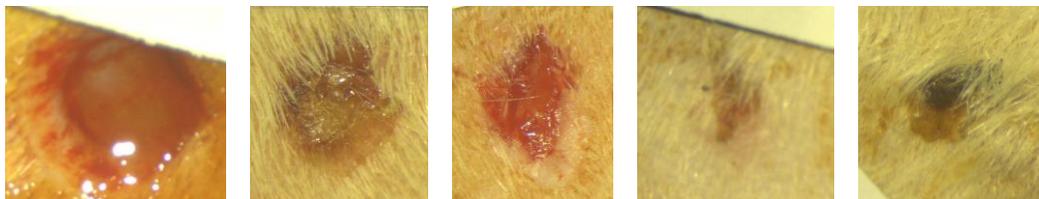
Baies roses



Fleurs Jaunes



Lune de miel



Panel de miels

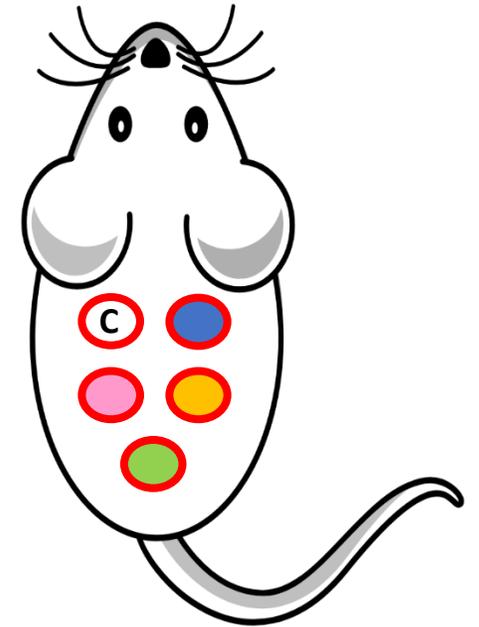


Baies roses

Polyfloraux

Fleurs Jaunes

Lune de miel

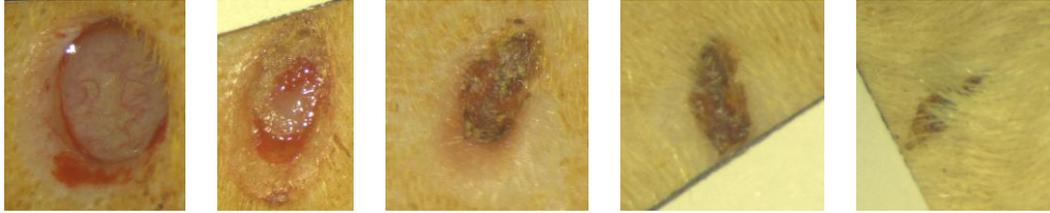


RAT N° 3

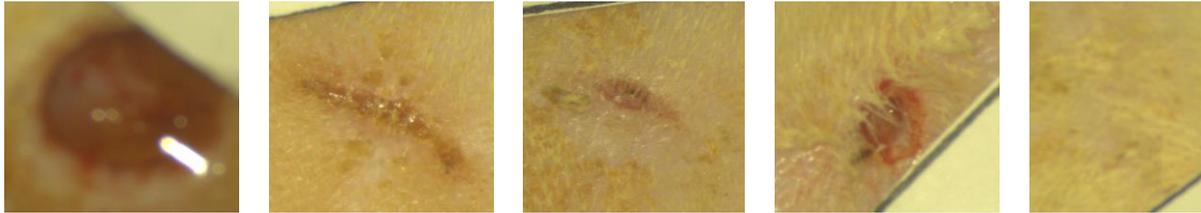


7. Tests Biologiques

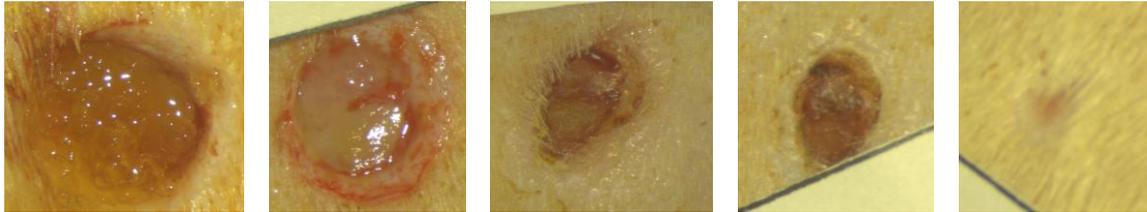
CTRL



Forêt



Baies roses



Fleurs Jaunes

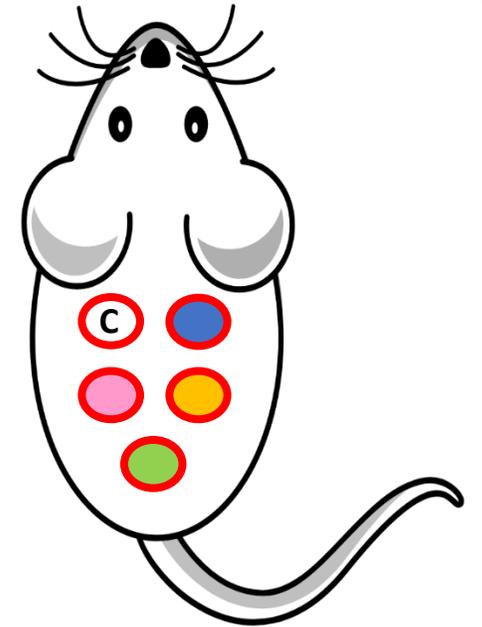


Lune de miel

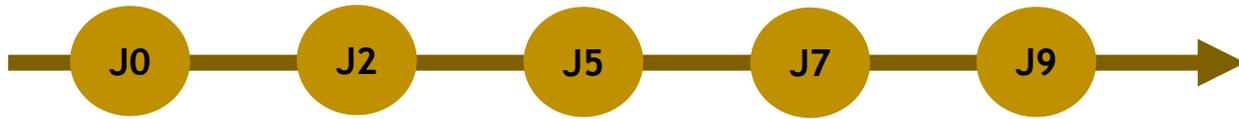


Panel de miels 

- Baies roses ● Polyfloraux
- Fleurs Jaunes ● Lune de miel

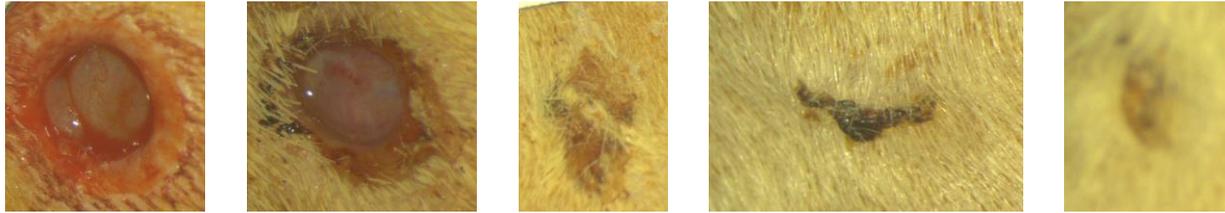


RAT N°4



7. Tests Biologiques

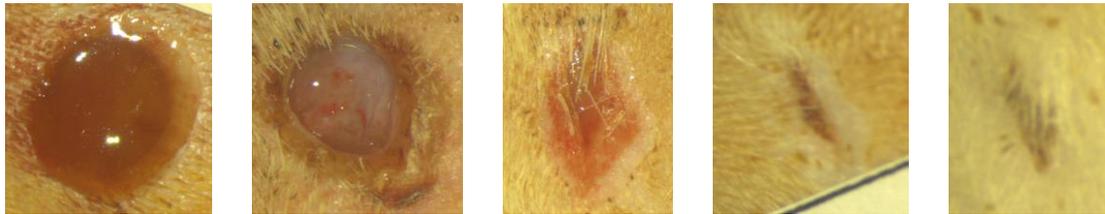
CTRL



Forêt



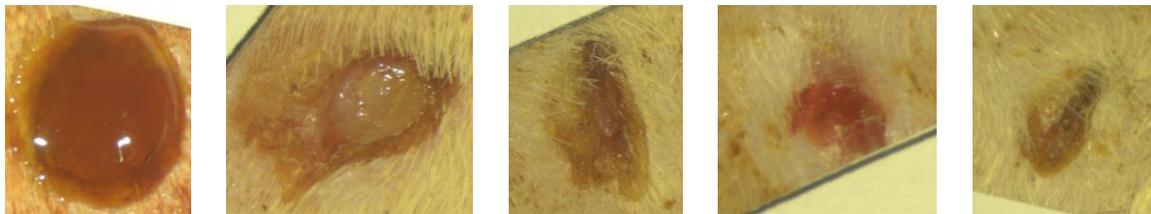
Baies roses



Fleurs Jaunes

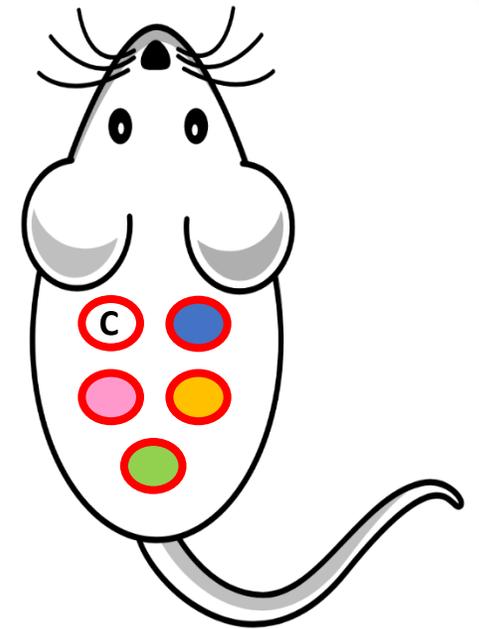


Lune de miel

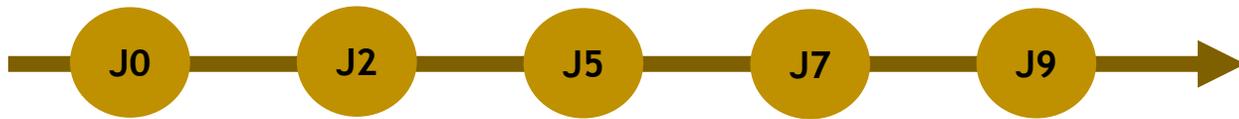


Panel de miels 

-  Baies roses
-  Polyfloraux
-  Fleurs Jaunes
-  Lune de miel



RAT N°5



7. Tests Biologiques

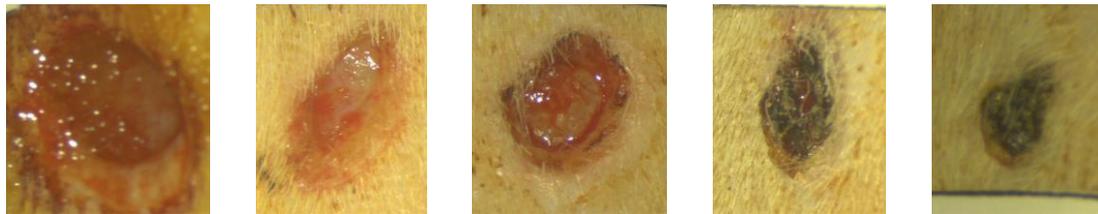
CTRL



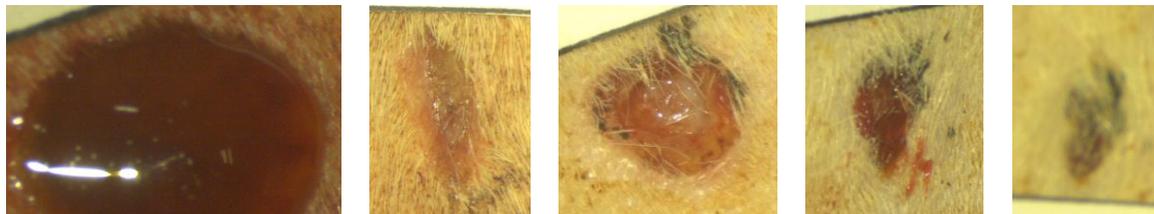
Forêt



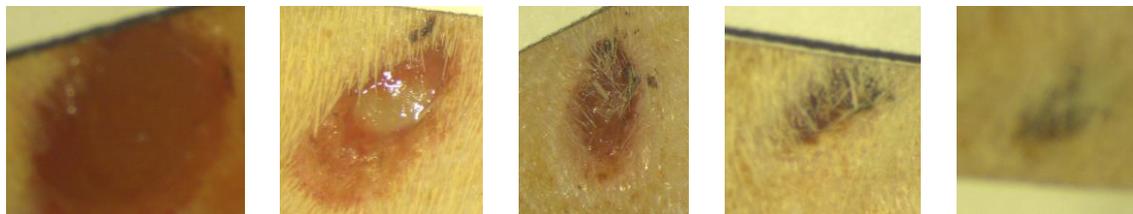
Baies roses



Fleurs Jaunes

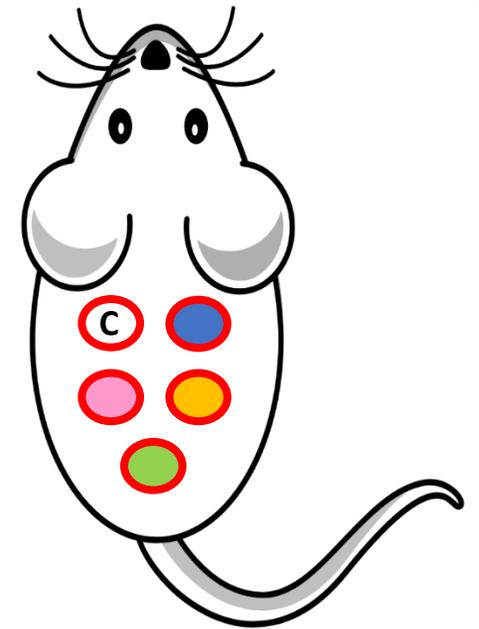


Lune de miel



Panel de miels 

-  Baies roses
-  Polyfloraux
-  Fleurs Jaunes
-  Lune de miel



RAT N°6



III. Valorisation

- 1. Communications**
- 2. Stagiaires**
- 3. Rapports d'analyse**



Congrès « Journées Vétérinaires Apicoles » à Nantes 2021



Caractérisations physico-chimiques des miels de La Réunion

Arnaud GILLIS¹, Jennyfer YONG-SANG¹, Marie-Astrid DUTOIT¹, Jimmy CHANE-MING¹
¹Unité Analytique, GIP CYROI, 2 rue Maxime Rivière 97490 Sainte Clotilde, La Réunion. j.chaneming@cyroi.fr

Introduction

- Le projet MielOmic a pour vocation de valoriser la filière apicole en caractérisant les miels **Monofloraux** et **Polyfloraux**, produits issus de la biodiversité végétale et du patrimoine naturel de La Réunion.
- La Réunion possède une diversité de plantes mellifères produisant 4 types de miellées bien distinctes :

Composition générale d'un miel :

Le miel est généralement composé de :
 • Hydrates de carbone (glucose, fructose, maltose, ...)
 • Eau
 • Autres (acide gluconique, minéraux, enzymes, protéines...)

Réglementation :

Le Codex Alimentarius conditionne les seuls réglementaires des caractéristiques physico-chimiques à titre facultatif pour les échanges commerciaux.

En s'appuyant sur les méthodes internationales, notre équipe a mesuré les différents paramètres physico-chimiques : % Humidité, Conductivité, pH et Acidité libre ainsi que le taux d'HMF.

Humidité :

La mesure de l'indice de réfraction d'un miel permet de déterminer le % en humidité. Le teneur en eau moyenne se situe entre 17% et 20%. Ce paramètre joue un rôle primordial dans la cristallisation et la conservation du miel.

Conductivité :

La mesure de la conductivité électrique d'un miel permet de déterminer sa qualité ainsi que ses caractéristiques de composition. La conductivité est d'autant plus élevée que le miel est riche en matières minérales, car ce sont des substances ionisables. La conductivité permet ainsi de caractériser l'origine botanique du miel selon les valeurs suivantes :

Dosage de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) :

L'hydroxyméthylfurfural est un composé chimique issu de la dégradation du fructose. Il apparaît après quelques mois de vieillissement. La teneur en HMF d'un miel augmente naturellement d'environ 5 à 10 mg/kg par an. Elle est un critère de qualité de conditionnement, car la teneur en HMF augmente également lorsque le miel est exposé à des fortes températures. D'après le Codex Alimentarius, la teneur en HMF ne doit pas dépasser 40 mg/kg de miel. Dans le cas des miels tropicaux, une teneur de 80 mg/kg est tolérée.

pH et Acidité libre :

Le pH et l'acidité libre vont influencer la stabilité du miel et ses conditions de conservation. La plupart des miels ont un pH relativement bas (acide). Le pH influence fortement la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes. Les miels les plus acides sont ceux qui se dégraderont le plus rapidement.

| Type de miel | pH | Nombre d'échantillons |
|-------------------|-------------|-----------------------|
| Miel de Nectars | [3,3 - 4,5] | 80 |
| Miel de Mielifats | [4,6 - 5,5] | 30 |

L'acidité libre augmente avec le temps sous l'action de la dégradation du glucose en acide gluconique, et augmente régulièrement avec le vieillissement. Le Codex Alimentarius impose la valeur maximale de l'acidité libre du miel à 40 milliequivalents d'acide par kilogramme de miel, sauf pour les miels destinés à l'indulgence, qui ne doivent pas dépasser 50 milliequivalents.

Conclusion :

Ce travail a permis d'étudier certains paramètres physico-chimiques de miels provenant des différentes miellées de La Réunion. Les résultats de cette étude indiquent que les échantillons sont de bonne qualité chimique, et répondent en grande majorité aux normes imposées par le Codex Alimentarius.

Dosages des hydrates de carbone par chromatographie ionique (HPAE-PAD) des miels de La Réunion

Marie-Astrid DUTOIT¹, Jennyfer YONG-SANG¹, Arnaud GILLIS¹, Jimmy CHANE-MING¹
¹Unité Analytique, GIP CYROI, 2 rue Maxime Rivière, 97490 Sainte Clotilde, île de La Réunion. j.chaneming@cyroi.fr

INTRODUCTION

- Le projet MielOmic a pour mission d'étaler en détails la composition chimique des miels de La Réunion, dans l'objectif de valoriser la filière apicole. Cette composition exacte n'a encore jamais été décrite.
- Par définition, le miel est composé à 80% d'hydrates de carbone (HC), 18% d'eau et 2% de molécules autres (acides aminés, minéraux...). Cette proportion d'HC est constituée d'une majorité de fructose (40%), de glucose (35%) et d'un ensemble de « mineurs » (5-15%).
- L'île de La Réunion possède une diversité de plantes mellifères très riche produisant 2 miellées bien distinctes : **Baies Roses** et **Letchis** ; et des plus petites : **Forêt**, **Toutes Fleurs**, **Tan Rouge**...
- Cette diversité d'hydrates de carbone dans les miels informe sur l'origine géographique et botanique du miel, l'adulthood, la distinction entre miel de nectar et mielifats, ainsi que le respect des seuils légaux.
- La quantification est réalisée avec une méthode par chromatographie ionique à détection ampérométrique pulvé (HPAE-PAD), développée pour le projet.

MATÉRIEL & MÉTHODE

RÉSULTATS

Composition moyenne d'un miel de la Réunion (n=91) (g/100g de miel ± RSD)

| Fructose | 39,9 ± 6% | Hydrates de carbone majoritaires |
|--|-------------|---|
| Glucose | 35,7 ± 6% | |
| Turanose (+ Palatinose) | 2,2 ± 20% | Hydrates de carbone mineurs systématiquement présents |
| Kojibiose | 2,0 ± 30% | |
| Maltose | 1,2 ± 28% | |
| Isomaltose | 0,9 ± 50% | |
| Nigerose | 0,6 ± 34% | Hydrates de carbone mineurs présents dans certains échantillons |
| Eriose | 0,5 ± 13% | |
| Mélinonose | 0,2 ± 52% | |
| Pancose | 0,2 ± 48% | |
| Raffinose | 0,1 ± 108% | |
| Tréhalose | 0,1 ± 57% | |
| Sucrose | 0,10 - 0,20 | |
| 1-Kestose | 0,05 - 0,10 | |
| Sentiobiose | 0,03 - 0,05 | |
| Somme moyenne des hydrates de carbone totaux. | 81,8 ± 4% | |
| Somme moyenne des hydrates de carbone mineurs. | 8,2 ± 30% | Ex: Hydrate de carbone à 2 cycles |

Sucrose < 5 g/100g
 Fructose + Glucose > 45 g/100g

Seuls réglementaires respectés (Codex Alimentarius)

INTERPRÉTATION

Le calcul du rapport Fructose / Glucose permet de déterminer le type de cristallisation d'un échantillon. La cristallisation du miel est un phénomène naturel qui n'altère en rien ses qualités.

Quantité d'hydrates de carbone mineurs dans chaque échantillon par ordre croissant

Les miels de Letchis se distinguent par des teneurs plus faibles, à l'inverse des Baies Roses. Les miels de Baies Roses sont scindés en deux groupes, ce qui suggère deux types de composition du miel de la même miellée. Sont-ils vraiment tous des Baies Roses ? Une analyse plus poussée ou moléculaire pourrait confirmer ou non leur origine florale.

CONCLUSION

- Une méthode de dosage des hydrates de carbone dans le miel a été développée par HPAE-PAD.
- La composition moyenne en hydrates de carbone d'un miel de la Réunion est décrite pour la première fois. Tous les échantillons respectent les seuils réglementaires.
- 88 miels sur 91 présentent une cristallisation de type « lente ».
- Les miels de Letchis se distinguent par leur faible teneur en hydrates de carbone mineurs et leur faible rapport Fructose / Glucose.
- Ces résultats complètent la description physico-chimique de ce panel de miels, autre réalisation du projet MielOmic.





Temps forts



1. Communications



Congrès Qualireg : Présentation orale 2022





Carbohydrates Characterization of Honeys from Réunion Island by Ion-exchange Chromatography

Analytical Unit :
 Dr. Jimmy CHANE-MING
 Dr. Jennyfer YONG-SANG
 Marie-Astrid DUTOIT
 Arnaud GILLIS





Financially supported by European Regional Development Fund
POE FEDER 2014-2020



« Caractérisation des carbohydrates des miels de la Réunion par la méthode CI » par Marie-Astrid Dutoit



Temps forts



1. Communications



Congrès 47th APIMONDIA (Istanbul - TURQUIE) : 2 posters présentés



« Physico-chemical and biochemical properties of honeys from Reunion Island » par Jennyfer Yong-Sang

« Carbohydrates characterization of honeys from Reunion Island by Ion Chromatography » par Marie-Astrid Dutoit



Temps forts



1. Communications



Foire Bras Panon 2022 & 2023



- Présentations de l'avancement du projet par Dr Jimmy Chane-Ming
- Participations de l'Unité Analytique pour le stand de l'ADA Réunion
- Jury de dégustation pour le concours de miel 2023



Bilan encadrement de stagiaires



2. Stagiaires

| Stagiaires | Niveau | Unité | Encadrants | Rémunération | Date |
|--------------------|-------------------------------------|---------|-------------------------|--------------|----------------------|
| Luan GIVRAN | BTS (2 ^{ème} année) | UA | Jennyfer | non | Janvier-Mars 2021 |
| Juliette JACQUELIN | M2 Biochimie | Bio'R | Laura & Céline | oui | Février-Juillet 2021 |
| Jehan HANSROD | L2 Chimie | UA | Jennyfer & Arnaud | non | Mai-Juillet 2021 |
| Maria GOSSARD | ENSCMu (1 ^{ère} année) | UA | Jennyfer & Arnaud | non | Juillet-Août 2021 |
| Laina SIRKIA | Escom (4 ^{ème} année) | UA | Jennyfer | non | Août-Septembre 2021 |
| Laurine HOARAU | BTS (2 ^{ème} année) | UA | Arnaud & Jennyfer | non | Janvier-Mars 2022 |
| Léa ROTTIER | M2 Chimie | UA | Marie-Astrid & Jennyfer | oui | Février-Juillet 2022 |
| Karishma SHERIFF | M2 Chimie | Bio'R | Laura & équipe | oui | Janvier-Juillet 2022 |
| Cloé SAUTRON | L2 Chimie | UA | Arnaud & Jennyfer | non | Mai-juin 2022 |
| Cheng-Long STEFAN | 4 ^{ème} année de Pharmacie | UA/ICMR | Jennyfer & SIMON | oui | Mai-Juillet 2022 |
| Alexandra YOU-SEEN | INSA (4 ^{ème} année) | UA | Fanny & Jennyfer | oui | Avril-Août 2022 |



Soit **11 stagiaires** qui ont participé au projet « MielOmic » entre 2021 et 2022 dont **8 étudiantes réunionnaises**



Rapport d'analyse rendu aux apiculteurs



3. Rapport d'analyse



CYROI
Recherche Santé Bio-innovation

2, Rue Maxime Rivière 97490 Sainte-Clotilde
Tél : 0262 93 88 47
email : j.chaneming@cyroi.fr

Projet MielOmic

Miel N° 0001/20
Réceptionné le : 23/01/2020

Rapport d'analyse final

Informations transmises par l'apiculteur :

LUSPOT William / Domaine du café grillé Numéro de Lot : Pur Monofloral Bourbon Rond N°1

10 allée Cèdres Pierrefonds Type de miel renseigné : Café
97410 St Pierre Date de récolte : 23/09/2019

Observations : Présence de VARROA < 2%. Aucun traitement chimique. Parfum fleur de café. 24 à 72h pendant la floraison café bourbon rond. Aucune nourriture.

Analyses Physico-Chimiques

| Mesuré par Réfractométrie à 25°C | | |
|----------------------------------|---------------|---|
| Humidité | 19,2 % ± 0,2 | Seuil conseillé ≤ 18% Norme légale ≤ 20% |
| Brix | 79,1 °B ± 0,1 | Hydrates de Carbone totaux pour 100 g de Miel |
| Pouvoir Rotatoire | -0,90 ± 0,04 | Valeur "négative" : Miel de Nectar Valeur "positive" : Miel de Miellat |

Le % d'humidité est un indicateur permettant d'évaluer la conservation du miel dans le temps.
Plus un miel est humide, moins il se conservera dans le temps.

| Mesuré par pH-métrie à 25°C | | |
|-----------------------------|-------------------|--|
| pH initial | 4,1 ± 0,1 | 3,3 ≤ pH ≤ 4,5 : Miel de Nectar 4,6 ≤ pH ≤ 5,5 : Miel de Miellat |
| Acidité Libre | 20,9 meq/kg ± 0,1 | ≤ 40 meq/kg : Normes Européennes ≤ 50 meq/kg : Normes Internationales |

Une très faible acidité se traduit par une meilleure conservation dans le temps.

| Mesuré par Conductimétrie à 25°C | | |
|----------------------------------|-------------------|---|
| Conductimétrie | 0,42 mS/cm ± 0,01 | > 0,8 mS/cm : Miel de Miellat 0,5-0,8 mS/cm : Miel Mixte < 0,5 mS/cm : Miel de Nectar |

La conductimétrie permet d'évaluer le taux de minéraux dans le miel.

| Mesuré par Spectrophotomètre UV à 25°C | | |
|--|--------------------|---|
| HMF Hydroxyméthylfurfural | 24,40 mg/kg ± 0,07 | ≤ 40 mg/kg : Norme Légale pour Miel Européens ≤ 80 mg/kg : Norme Légale pour Miels Tropicaux |
| Couleur du miel | 88 mm ± 1 | Les classes de couleur sont exprimées en mm Pfund : 86-114 : Ambré |

Le taux de HMF permet d'évaluer la qualité du miel.
Un miel qui possède une valeur supérieure à 80 mg/kg indique une dénaturation du miel.
La couleur du miel varie du blanc à l'ambri foncé selon une Classification USDA.

Le Projet MielOmic est financé par l'Europe, l'État et la Région Réunion grâce au PO FEDER 2014-2021.


3/3

Analyses des Hydrates de Carbone

| Mesuré par Chromatographie Ionique à 40°C | |
|---|------------|
| • Monosaccharides (g/100g de miel) | |
| Fructose | 38,0 ± 1,9 |
| Glucose | 34,0 ± 1,7 |
| Fructose/Glucose | 1,12 |

La somme (Fructose + Glucose) doit être ≥ 45 g/100g de miel.
Le rapport Fructose/Glucose (sans unité) est un indicateur de la cristallisation du miel dans le temps.
0,90-1,05 : Cristallisation rapide (1 mois) / 1,06-1,45 : Cristallisation lente (1 à 12 mois) / 1,46-1,70 : Cristallisation rare (+12 mois)

| Mesuré par Chromatographie Ionique à 30°C | | | |
|---|-------------|-----------------------------------|-------------|
| • Disaccharides (g/100g de miel) | | • Trisaccharides (g/100g de miel) | |
| Tréhalose | < 0,03 | Mélezitose | 0,18 ± 0,01 |
| Sucrose | < 0,10 | Raffinose | 0,57 ± 0,05 |
| Isomaltose | 0,92 ± 0,07 | 1-Kestose | < 0,05 |
| Kojibiose | 2,21 ± 0,18 | Eriose | < 0,03 |
| Gentiobiose | 0,25 ± 0,02 | Panose | 0,15 ± 0,01 |
| Turanose (+ Palatinose) | 2,18 ± 0,17 | | |
| Nigérose | 0,62 ± 0,05 | | |
| Maltose | 1,26 ± 0,10 | | |

Rq : Les teneurs en Di/Trisaccharides sont des indicateurs renseignant sur l'origine géographique et botanique d'un miel.
Le sucrose doit être ≤ 5g/100g de miel.

Analyses des ions

| Mesuré par Chromatographie Ionique | | | |
|---|--------------|---|--------------|
| • Cations (mg/kg de miel) | | • Anions (mg/kg de miel) | |
| Lithium : Li ²⁺ | < 0,8 | Chlorure : Cl ⁻ | 148,2 ± 22,2 |
| Sodium : Na ⁺ | 58,7 ± 11,7 | Nitrite : NO ₂ ⁻ | < 2,0 |
| Ammonium : NH ₄ ⁺ | 10,0 - 20,0 | Bromure : Br ⁻ | < 2,0 |
| Potassium : K ⁺ | 339,1 ± 67,8 | Nitrate : NO ₃ ⁻ | 20,0 ± 3,0 |
| Magnésium : Mg ²⁺ | 19,0 ± 3,8 | Phosphate : PO ₄ ³⁻ | 96,1 ± 14,4 |
| Calcium : Ca ²⁺ | 43,1 ± 8,6 | | |

Rq : Les teneurs en ions sont des indicateurs renseignant sur l'origine géographique et botanique d'un miel.

Activités Biologiques

| Mesuré par Spectrophotomètre à 25°C | | |
|---|--------------|---|
| Teneur en polyphénols (mg GAE / 100 g de miel) | 43,61 ± 3,31 | ≤ 50 mg GAE/100 g de miel : "Contient" des polyphénols ≤ 100 mg GAE/100 g de miel : "Riche" en polyphénols > 100 mg GAE/100 g de miel : "Très riche" en polyphénols |
| Activité Antioxydante (% Inhibition) | 12,74 ± 1,25 | < 50 % d'inhibition : Activité antioxydante "Faible" ≥ 50 % d'inhibition : Activité antioxydante "Forte" |

Rq : GAE = équivalent Acide Gallique.
Les polyphénols sont des molécules possédant des propriétés biologiques bénéfiques.
L'activité antioxydante contribue à la réduction du stress oxydatif cellulaire.


2/3

Informations

Les critères de qualité du miel sont décrits dans la directive européenne (2001/110/CE) ainsi que dans le Codex Alimentarius de 2019. Tous nos protocoles physico-chimiques proviennent de Bogdanov et al. (1997). Les normes légales sont données à titre indicatif. Les dosages des Hydrates de carbone et des ions ont été développés par nos soins en utilisant la Chromatographie Ionique, quatre méthodes distinctes ont été utilisées : une méthode pour le dosage des Monosaccharides, une pour les Di/Trisaccharides, une pour les Cations et une pour les Anions. Les dosages des activités biologiques ont été développés par spectrophotomètre en utilisant le protocole Folin-Ciocalteu pour la teneur en polyphénols et le protocole DPPH pour %inhibition. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon transmis au laboratoire. La mise en pot est de la responsabilité de l'apiculteur.

Interprétations

L'échantillon analysé répond aux normes et aux critères de qualité conseillés, cependant le taux d'humidité reste élevé.

L'échantillon analysé contient des polyphénols présentant une activité antioxydante faible.

L'Unité Analytique remercie tous les partenaires directs et indirects qui contribuent au projet.

Visa :



CYROI
LABORATOIRE ANALYTIQUE
CHANEMING JIMMY

Le Projet MielOmic est financé par l'Europe, l'État et la Région Réunion grâce au PO FEDER 2014-2021.






3/3

➔ **416** Rapports d'analyses finaux rendus à 100 apiculteurs courant avril 2023

➔ **Coût > 1 000 € / miel** pour l'ensemble des analyses...Gratuit pour les apiculteurs participants au projet



IV. Conclusion & Perspectives



Conclusions



- ➔ Cadre réglementaire, plus de **82 %** des échantillons de miel réceptionnés respectent les normes du Codex Alimentarius (% humidité, acidité libre et HMF) ➔ **un savoir-faire apicole réunionnais de qualité...** Capitalisation des données dans le cadre de **la démarche AOP.**
- ➔ Plus de 80% des miels réunionnais sont **riches en polyphénols** ➔ Espèces nectarifères riches en composés d'intérêt ➔ **effets bénéfiques sur la santé....**
- ➔ Profils aromatiques riches en composés volatils et très distincts selon les types de miel
- ➔ **Aucun** signe d'adultération volontaire détecté
- ➔ Mise en place d'outils statistiques pour la création de modèles de prédictions pour les miellées Baies Roses et Letchi
- ➔ Évaluation du potentiel de cicatrisation sur modèle animal : **les miels semblent accélérer le processus de cicatrisation**
- ➔ **Clôture administrative du projet MielOmic le 30 Juin 2023**





Perspectives

- ➔ Analyses polliniques sur l'ensemble des miels réceptionnés
- ➔ Traitement de données métabolomiques
- ➔ Analyses histologiques & histochimiques sur les plaies
- ➔ Rédaction de publications scientifiques
- ➔ Conception d'un nouveau projet pour approfondir les résultats de MielOmic



Remerciements

- ➔ Apiculteurs volontaires !
- ➔ Partenaires financiers
- ➔ Partenaires du projet
- ➔ Aux collègues du CYROI ayant participé au projet



A beekeeper wearing a protective suit and a straw hat is working with several wooden beehives in a lush green field. A vibrant rainbow is visible in the sky above the hives. The scene is bathed in a warm, golden light, suggesting either sunrise or sunset. The beekeeper is holding a wooden frame, likely a honeycomb, and appears to be inspecting it. The hives are arranged in rows, and some have colorful bands or labels. The background is filled with tall grasses and various trees, creating a natural and serene setting.

MERCI

Des questions ?