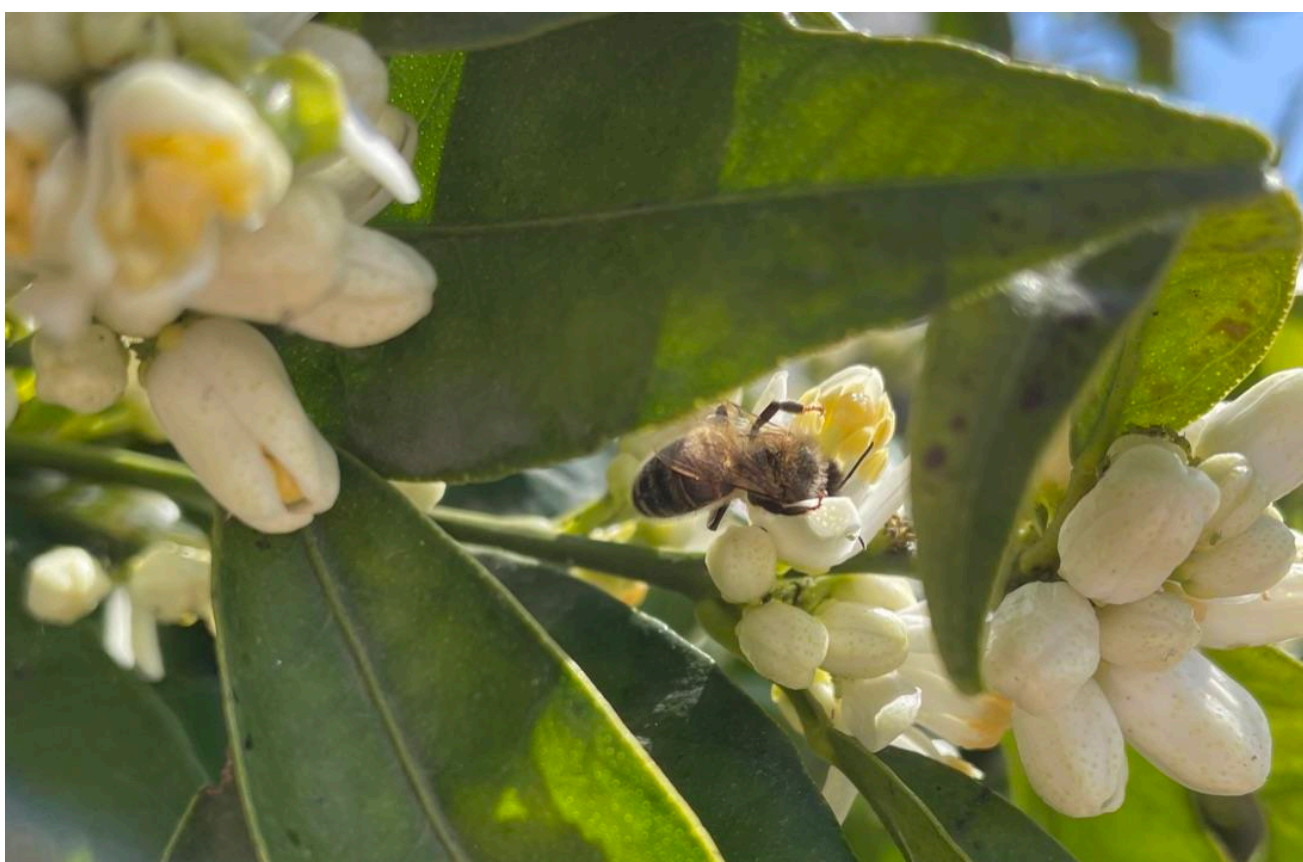


Année 2021-2022

Mention : Biodiversité, écologie et évolution (BEE)

Finalité : *Écologie pour la Gestion des villes et des territoires (Ecogest)*

Effets des changements climatiques sur la production de miel en Corse : irrégularités des miellées et adaptations des apiculteurs



Présenté par : Hugo Sannier

Encadrant : Yin Yang

Structure d'accueil : Office du Développement Agricole et Rural de la Corse

Responsable pédagogique : Magali Deschamps-Cottin

Année 2021-2022

Mention : Biodiversité, écologie et évolution (BEE)

Finalité : *Écologie pour la gestion des villes et des territoires (ECOGEST)*

**Effets des changements climatiques sur la
production de miel en Corse : irrégularités des
miellées et adaptations des apiculteurs**

présenté par : Hugo Sannier

Nom de la structure d'accueil : Office du développement Agricole et Rural de Corse
Nom de l'encadrant dans la structure d'accueil : Yin Yang

Charte relative à la lutte contre le plagiat de d'Aix Marseille Université

Approuvée par le Conseil des Etudes et de la Vie Universitaire de l'Université d'Aix-Marseille en date du 4 octobre 2012,

Approuvée par le Conseil Scientifique de l'Université d'Aix-Marseille en date du 16 octobre 2012,

Approuvée par le Conseil d'Administration de l'Université d'Aix-Marseille en date du 27 novembre 2012,

Préambule

Afin de garantir la qualité des diplômes délivrés à ses usagers, l'originalité des publications pédagogiques et scientifiques de ses personnels enseignants et/ou chercheurs, et faire respecter les droits de propriété intellectuelle des auteurs, l'Université d'Aix-Marseille est engagée dans la lutte contre le plagiat.

Les travaux réalisés par les usagers et par les personnels de l'Université doivent répondre à l'ambition de produire un savoir inédit et d'offrir une lecture nouvelle et personnelle d'un sujet. Les travaux concernés par cette obligation sont notamment : les thèses, les mémoires, les articles, les supports de cours, sans que cette liste soit exhaustive.

Article 1

Le plagiat consiste à reproduire un texte, une partie d'un texte, toute production littéraire ou graphique, ou les idées originales d'un auteur, sans lui en reconnaître la paternité

Tout plagiat, quel qu'en soit le support, constitue une faute.

Le plagiat constitue à la fois la violation la plus grave de l'éthique universitaire et un acte de contrefaçon. C'est un délit au sens de l'article L 335-2 du code de la propriété intellectuelle.

En outre, le fait de commettre un plagiat dans un document destiné à être publié constitue une circonstance aggravante.

Article 2

Les usagers et les personnels de l'Université ne doivent pas commettre de plagiat dans leurs travaux.

Article 3

Les reproductions de courts extraits de travaux préexistants en vue d'illustration ou à des fins didactiques sont admises sans nécessité de demander le consentement de l'auteur, uniquement dans le strict respect de l'exception de courte citation.

Dans ce cadre, les usagers et les personnels de l'Université s'engagent, lorsqu'ils reproduisent de courts extraits de tels travaux, à identifier clairement qu'il s'agit d'un emprunt, en apposant des guillemets, et en indiquant le nom de l'auteur et la source de l'extrait.

Article 4

L'Université d'Aix-Marseille est attachée au respect des droits de propriété intellectuelle et se réserve la possibilité de rechercher les tentatives de plagiat, notamment par l'utilisation d'un logiciel adapté. Article 5

Les cas présumés de plagiat feront l'objet de poursuites engagées par l'Université devant les instances compétentes, et leurs auteurs seront passibles de sanctions disciplinaires.

Ces violations des droits de propriété intellectuelle pourront également donner lieu à des poursuites judiciaires.

Je, soussigné-e, HUGO SANNIER certifie avoir pris connaissance de la présente charte et l'avoir respectée

Fait à Biguglia le 29/08/2022 Signature :



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Ange Bianchini de m'avoir offert l'opportunité de réaliser ce stage ainsi que pour son suivi sur l'avancée de l'étude.

Je tiens également à remercier chaleureusement ma tutrice Yin Yang pour son accompagnement et son soutien infaillible durant ces 6 mois de stage.

Merci à Jennifer Mejean et à Sarah Stella pour leurs conseils avisés et leur bonne humeur quotidienne.

Merci à Jean-Michel Sorba ainsi qu'à l'ensemble du comité scientifique et technique apicole pour leurs commentaires constructifs.

Je remercie mes collègues-stagiaires Mélodie Bourreau et Benoit Silvestre pour leur compagnie toujours agréable.

Je tiens également à remercier mon binôme Amélie Ringeval ainsi que mes autres camarades de promotion pour les bons moments partagés durant ces trois années.

Enfin, je souhaite remercier tous les apiculteurs qui ont accepté de participer à cette étude.

Table des matières

1. Introduction	1
2. Matériel et méthodes	5
2. 1. Zone d'étude.....	5
2. 2. Protocole d'échantillonnage	5
2. 3. Enquête.....	6
2. 4. Données météorologiques	7
2. 5. Traitements statistiques	7
3. Résultats	9
3.1. Profils des apiculteurs rencontrés.....	9
3.2 Identification des causes liées à la chute de production	9
3.3. Stratégies d'adaptation des apiculteurs	10
3.3.1. Typologie des apiculteurs selon l'adaptation de leurs pratiques	11
3. 4. Influence des variables climatiques sur les productions de miel.....	14
3. 4. 1. Évolution des variables climatiques des microrégions en Corse depuis 1999	14
3. 4. 2. Évolution des rendements de miel en fonction des variables climatiques	15
3. 4. 3. Évolution des poids de ruches des ruchers mobiles en fonction des variables climatiques associées.....	17
4. Discussion	19
4.1. Effets des variations climatiques sur les productions de miel.....	19
4. 2. Les adaptations face aux irrégularités des miellées.....	23
5. Conclusion.....	25
Bibliographie.....	26

1. Introduction

Le rôle de l'agriculteur se situe à l'interface entre l'Homme et la nature. Les agroécosystèmes sont la résultante de l'exploitation des écosystèmes terrestres par les agriculteurs afin de garantir une sécurité alimentaire pour les populations (Schiere et Grasman 1996 ; Peden 1998 ; Altieri 1999). L'agriculture est un enjeu majeur du monde d'aujourd'hui et de demain. Le principal défi réside dans la garantie de la sécurité alimentaire pour des populations qui ne cessent de croître tout en préservant la biodiversité par la réduction de l'impact de l'agriculture sur les écosystèmes (FAO 2018). L'apiculture est un des leviers de cet enjeu, permettant de concilier les productions humaines en valorisant les écosystèmes terrestres. En effet, l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.) joue un rôle essentiel dans le maintien de la biodiversité *via* la pollinisation, mécanisme indispensable à la reproduction sexuée des plantes à fleurs. La pollinisation fournit également un service écosystémique d'importance cruciale pour l'agriculture estimé à plus de 153 milliards d'euros par an dans le monde (Gallai *et al.* 2009). D'après l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 71 des cultures fournissant 90 % de la nourriture au niveau mondial sont dépendantes de la pollinisation. De par leurs conduites et leurs pratiques, les apiculteurs sont les piliers de la préservation des populations d'abeilles et apparaissent comme des vecteurs de l'activité de pollinisation.

Dans un contexte de changements globaux, plusieurs facteurs menacent les populations d'abeilles domestiques en Europe. Le climat influence directement le comportement *d'Apis mellifera* vis-à-vis de son activité de pollinisation, de même que certains paramètres météorologiques comme la température, la période de radiation ou encore l'intensité du vent (Vicens et Bosch 2000). Les variations climatiques pourraient induire des épisodes de famine et avoir un impact sur le cycle de développement des colonies, y compris de manière indirecte, notamment en impactant la ressource florale. Dans certaines régions, l'un des principaux effets du changement climatique est l'augmentation de l'intensité et de la durée des sécheresses, caractérisée par une élévation des températures et un déficit des précipitations. Ce phénomène représente l'une des menaces majeures pour les pollinisateurs (Brown *et al.* 2016). Cette sécheresse pourrait impacter l'activité photosynthétique de certaines plantes et limiter les ressources allouées à leur reproduction et à leur floraison, induisant une réduction de la taille des fleurs et une baisse du nombre de fleurs par plante. Le manque d'eau pourrait limiter la production de pollen et de nectar de ces fleurs, influençant ainsi le comportement de pollinisation des abeilles domestiques (Burkle et Runyon 2016 ; Waser et Price 2016). Bien que

les effets des variations climatiques sur les pollinisateurs soient bien documentés, l'influence climatique sur les productions de miel et l'apiculture le sont beaucoup moins.

En plus des effets du changement climatique, la production de miel fait également face à des menaces comme les maladies et les parasites qui impactent directement les colonies d'abeilles. En Corse et plus largement en Europe, le *Varroa destructor* est l'une des premières causes de mortalité de l'abeille domestique (Le Conte et Navajas 2008). Si les ruches ne sont pas traitées à temps, cet acarien provoque une diminution de la réponse immunitaire des colonies et, comme il est également vecteur de virus et de bactéries, il contribue à l'accroissement de la fréquence des infections (Yang et Cox-Foster 2007 ; Le Conte et Navajas 2008). Par la diminution des cheptels, ces menaces génèrent d'importantes pertes économiques pour les apiculteurs et impactent la diversité de la flore spontanée. Des études ont montré que, face aux récentes variations climatiques et à la baisse de la production de miel, les apiculteurs de différentes régions du monde mettent en place des adaptations qui concernent notamment le nourrissage des abeilles et la pratique de la transhumance (Varcelli *et al.* 2021 ; Gajardo-Rojas *et al.* 2022). Ces études sont néanmoins lacunaires dans les régions du bassin méditerranéen, notamment dans le sud de la France où l'apiculture connaît un déclin de production de miel (Lehébel-Péron *et al.* 2016 ; Popescu *et al.* 2021).

Le climat de la Corse est caractérisé par une saison estivale chaude et sèche et un automne pluvieux avec une irrégularité interannuelle (Rome et Giorgetti 2007) faisant de la ressource en eau la contrainte environnementale majeure pour les agriculteurs et notamment les apiculteurs. Depuis l'Antiquité, où la cire et le miel faisaient l'objet de commerce autour de la Méditerranée, l'apiculture est une activité importante en Corse (INAO 2013). Avec sa richesse floristique, la Corse possède une forte diversité d'espèces mellifères (pollinifères et nectarifères) spontanées et isolées de traitements phytosanitaires. À l'exception des vergers d'agrumes, les espèces cultivées types oléagineux (colza, tournesol) ou mellifères méditerranéennes (sainfoin, sarrasin) sont exclues des productions de miel et ne sont pas présentes sur le territoire. Cette production repose donc essentiellement sur la flore vasculaire corse dont de nombreuses espèces sont endémiques et subendémiques ainsi que sur des pratiques apicoles adaptées aux spécificités de l'île. La Corse possède de nombreux biotopes dans lesquels l'abeille domestique *Apis mellifera mellifera* écotype Corse a pu s'adapter. Cette abeille est utilisée pour l'apiculture insulaire et possède des spécificités physiologiques et comportementales qui sont adaptés à la pollinisation de la flore de l'île (Battesti 1990). Du fait du caractère insulaire et du relief du territoire, les apiculteurs corses pratiquent la transhumance du littoral à la montagne afin de

profiter au mieux des différentes miellées et des successions de végétation tout au long de l'année. L'obtention d'une Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) en 1998 et d'une Appellation d'Origine Protégée (AOP) en 2000 permettent de valoriser la filière apicole insulaire et d'attester de l'origine et de la qualité de la gamme variétale des miels de Corse. Cette gamme variétale se structure autour de six miels dont la production s'étale tout au long de l'année selon les dénominations suivantes : Printemps, Maquis de Printemps, Miellats du Maquis, Châtaigneraie, Maquis d'Été et Maquis d'Automne.

La Corse fait face à une baisse de production de miel depuis les dix dernières années (Syndicat AOP Mele di Corsica 2020). De 1999 à 2010, le rendement moyen par ruche s'établissait autour de 27 kg, contre 14 kg de 2011 à 2020, soit une diminution de plus 50 %. Le plus faible rendement moyen à la ruche depuis l'obtention du signe de qualité a été enregistré en 2020 (11,2 kg/ruche) (Syndicat AOP Mele di Corsica 2020). Actuellement, peu d'éléments permettent de comprendre les raisons objectives à cet état de fait. C'est pourquoi le Syndicat AOP Miel de Corse - Mele di Corsica et l'Office du Développement Agricole et Rural de Corse (ODARC) ont mis en place, début 2021, un Comité Scientifique et Technique Apicole (CSTA), dont l'objectif est de déterminer les causes de la diminution de la production de miel et des autres produits de la ruche à travers la compréhension des phénomènes qui en sont à l'origine. Ce comité incorpore plusieurs partenaires : le Laboratoire de Recherche sur le Développement de l'Élevage (INRAE SELMET-LRDE), le Conservatoire Botanique de Corse et l'Observatoire Conservatoire des Invertébrés de Corse (respectivement CBNC et OCIC – Office de l'Environnement de la Corse), l'Université de Corse et l'Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de la Pollinisation (ITSAP). Il s'articule autour de trois thèmes :

1. Suivi des floraisons, évolution des miellées et disponibilité des ressources mellifères.
2. Liens entre les productions de miel AOP, les aspects météorologiques et les pratiques apicoles.
3. Coexistence de l'apiculture avec les autres filières agricoles et activités humaines.

Une précédente étude menée dans le cadre du CSTA « *Les facteurs liés à la chute de la production de Miel de Corse AOP : le cas des pratiques apicoles* » (Orhant 2022) a démontré que les pratiques apicoles des adhérents de l'AOP Miel de Corse - Mele di Corsica sont la résultante d'une adaptation à un environnement en mutation permanente. Selon les apiculteurs interrogés, la chute de la production de miel est multifactorielle et notamment liée au changement climatique.

La présente étude s'inscrit dans la continuité des travaux du CSTA, plus particulièrement dans les thématiques 1 et 2. Nous avons entrepris l'étude de la production des miels de printemps parmi la gamme variétale de l'AOP Miel de Corse - Mele di Corsica en tenant compte de la période de stage. Ces produits correspondent aux premières ressources mellifères pour les apiculteurs insulaires en tout début de saison. De 1999 à 2014, la production de miel de Maquis de printemps a augmenté de manière modérée avant de présenter des fluctuations très importantes d'une année sur l'autre. En 2020, cette miellée a chuté de près de 90 % par rapport à 2019 (Syndicat AOP Mele di Corsica 2020).

Le changement climatique a un impact sur l'environnement et représente une contrainte majeure pour les différentes activités agricoles, notamment l'apiculture. Cependant, les stratégies d'adaptation développées par les apiculteurs face au changement climatique est un thème encore peu étudié. Cette étude a pour objectif i) d'identifier les facteurs liés aux conditions environnementales et/ou à la conduite apicole pouvant avoir un impact sur la baisse de la production de miel en Corse ; ii) d'étudier les paramètres météorologiques annuels durant la période de 1999 - 2021 et les conditions météorologiques journalières durant le printemps 2022 afin de mieux appréhender les effets des variations climatiques sur la production des miels de printemps et iii) d'objectiver les adaptations mises en place par les apiculteurs pour faire face aux irrégularités des miellées.

Nous présenterons d'abord comment les potentialités de productions sont évaluées par les apiculteurs par le biais des sujets abordés au cours des entretiens. La résilience des apiculteurs face à l'irrégularité des miellées sera également représentée à travers les actions mises en place de manière à modéliser une typologie des adaptations de leurs pratiques. Nous nous intéresserons ensuite à l'influence des paramètres météorologiques sur les productions des miels produits au printemps à l'aide des données disponibles (stations météorologiques Météo France et balances connectées).

2. Matériel et méthodes

2. 1. Zone d'étude

Cette étude a été réalisée sur l'ensemble de la Corse. La division du territoire en huit microrégions où la flore, le contexte climatique et le relief peuvent s'apparenter a été utilisée dans cette étude afin d'analyser les influences climatiques sur les productions de manière plus précise (Figure 1). La Castagniccia étant un territoire où la production de miel de châtaigneraie domine, elle est peu propice à l'étude des miels produits au printemps et n'est pas représentée dans l'échantillonnage.

Microrégion

- Pays bastiais
- Balagne
- Castagniccia
- Centre Corse
- Ouest Corse
- Plaine orientale
- Pays ajaccien
- Sud



Figure 1 : Carte des 8 microrégions de la Corse

L'île est soumise à un climat méditerranéen marqué par une saison estivale sèche et

d'importantes précipitations en automne. La végétation mellifère de la Corse au printemps est largement dominée par *Erica arborea* (bruyère arborescente) associée à d'autres espèces, entre autres : *Lavandula stoechas* (lavande stoechades), *Salix* sp. (saule), *Echium* sp. (vipérine), *Crataegus monogyna* (aubépine), constituant les associations végétales du miel de maquis de printemps. D'autres espèces telles qu'*Asphodelus* sp. (asphodèle), *Viscia* sp. (vesce), ou encore *Citrus aurentium x deliciosa* (clémentinier) entrent dans la composition du miel de printemps.

2. 2. Protocole d'échantillonnage

Notre échantillonnage s'est basé sur les données préalablement récoltées auprès de 28 apiculteurs dans le cadre d'une précédente étude (Orhant 2022). La production de miel de printemps ou de maquis de printemps étant étudiée dans le cadre de ces travaux, ce critère a été retenu comme déterminant dans le choix des emplacements. La microrégion de l'apiculteur affilié à l'emplacement et son statut professionnel ont été pris en compte dans le processus de sélection. Dix-huit emplacements de ruchers affiliés aux 18 apiculteurs ont été sélectionnés dans sept microrégions (3 en Pays Bastiais, 4 en Balagne, 3 en Pays Ajaccien, 2 dans le Sud, 3 en Plaine Orientale, 2 dans le Centre Corse et 1 en Ouest Corse) selon deux plans d'échantillonnage.

10 emplacements de ruchers dits « mobiles » ont été sélectionnés de manière aléatoire avec l'accord de l'apiculteur et selon leur répartition géographique sur l'ensemble du territoire. Les emplacements mobiles ont été munis de trois balances connectées et d'une station météorologique (BeeGuard, Labège, France) mesurant le poids de trois ruches et les paramètres météorologiques associés aux emplacements de ruchers. Ces équipements ont été installés durant la période du 23 mars au 14 avril en fonction de la disponibilité des apiculteurs. Les données ont été mesurées de manière journalière durant la période des miellées de printemps, du mois d'avril à juin 2022, nous permettant d'étudier la variation journalière du poids des ruches en fonction des facteurs météorologiques. Le terme « emplacement mobile » fait référence à la collecte de données par l'intermédiaire de stations mobiles.

8 emplacements de ruchers dits « fixes » ont été retenus par leur proximité de moins de 3 km d'une station météorologique Météo France située à ± 100 m d'altitude. Par opposition aux ruchers mobiles, le terme « emplacement fixe » fait référence à la collecte de données par l'intermédiaire de stations fixes. Du fait du manque d'information sur les productions antérieures de ces apiculteurs, les données récoltées sur ces emplacements ne pourront pas être traitées dans la présente étude et seront analysées ultérieurement par le CSTA.

Les données traitées pour les emplacements « fixes » concernent l'ensemble des rendements des apiculteurs inscrits à l'AOP depuis 1999 pour la production de miel total et pour la production de miel de Maquis de printemps. Les miels de printemps étant potentiellement constitués du nectar de fleurs de clémentiniers et donc de cultures, leur analyse n'a pas été retenue dans cette étude.

2. 3. Enquête

18 entretiens semi-directifs d'une durée moyenne d'une heure vingt ont été menés individuellement en présentiel durant les mois de mars et d'avril 2022 auprès des apiculteurs affiliés aux emplacements de ruchers sélectionnés. Les entretiens ont commencé par la présentation du sujet d'étude et ont été structurés par le biais d'un guide d'entretien. Ce guide se divise en quatre thèmes : la dynamique de la production apicole, la conduite du rucher, les éléments biophysiques du territoire apicole et les variations temporelles du territoire apicole. Ces thèmes ont pour but d'objectiver les adaptations mises en place par les apiculteurs pour pallier les irrégularités des miellées.

Les entretiens ont été enregistrés au moyen d'un dictaphone puis retranscrits dans le logiciel de traitement de texte Word (Microsoft, Washington, États-Unis). Les retranscriptions ont ensuite été sectionnées selon les quatre thèmes à l'aide du logiciel d'analyse Nvivo (QSR International,

Massachusetts, Etats-Unis) afin d'identifier les éléments associés aux questions de recherche. Ces segments de discours ont par la suite permis d'établir un tableau d'attributs pour chaque apiculteur afin de synthétiser et rassembler les données utilisées pour les traitements statistiques. Des cartes mentales ont été construites sur la base des thématiques abordées au cours des entretiens portant sur différents sujets : adaptations des pratiques, baisse de rendement de miel et conditions optimales des miellées de printemps. Ces cartes ont été conçues à l'aide du logiciel XMind (XMind, Hong Kong, Chine) et sont complétées par des verbatims issus des retranscriptions afin de mieux comprendre les éléments présentés.

2. 4. Données météorologiques

Les données météorologiques utilisées dans l'analyse de l'influence climatique sur les différences de poids de ruches ont été mesurées au moyen de stations météorologiques connectées installées sur les 10 ruchers sélectionnés. Ces stations ont mesuré la température, le cumul des précipitations, l'humidité, la pression atmosphérique, la vitesse et l'orientation du vent d'avril à juin 2022.

Les données météorologiques utilisées dans l'analyse de l'influence climatique sur l'ensemble des rendements de miel ont été extraites pour 21 stations sur le site de Météo France sur la période 1999-2021 : température (températures moyennes, minimales, maximales, amplitude thermique, nombre de jours de gelée), vent (vitesse, direction), précipitations (cumul de précipitations, nombre de jours de pluie), humidité et insolation. Trois stations par microrégion ont été sélectionnées afin d'obtenir des données représentatives des conditions climatiques de chaque microrégion.

2. 5. Traitements statistiques

Une analyse des correspondances multiples (ACM) a été réalisée afin d'analyser les associations des variables qualitatives identifiées lors des entretiens et après analyse des retranscriptions. Les données des dimensions expliquant une part importante de l'information des dimensions de l'ACM au seuil de significativité de 5 % ont ensuite été transformées en classification ascendante hiérarchique (CAH). La création de groupes (cluster) permet d'associer les individus présentant des caractéristiques communes et ainsi élaborer une typologie des apiculteurs selon les mesures d'adaptations mises en œuvre pour faire face aux irrégularités des miellées.

Des modèles additifs généralisés (GAM) ont été réalisés pour analyser la relation entre les facteurs climatiques et les données liées aux productions. Ces modèles ont été utilisés à partir des données météorologiques Météo France et des rendements de miel de Corse en AOP (toute gamme confondue) disponibles depuis 1999 d'une part, et sur les des données récoltées à l'aide des balances connectées et des stations météorologiques installées dans le cadre de cette étude. Le GAM est une version non-linéaire et non-paramétrique du modèle linéaire généralisé (GLM) permettant de modéliser une variable non-linéaire avec des fonctions de lissage appliquées sur les variables explicatives. D'après Gasparrini *et al.* (2010), la forme du modèle pourrait être estimée par :

$$g(\mu_t) = \alpha + \sum_{j=1}^J s_j(x_{tj}; \beta_j) + \sum_{k=1}^K \gamma_k u_{tk}$$

Où :

- $g(\mu_t) = E(Y)$,
- s_j sont des fonctions de lissage entre les variables x_j et les prédicteurs linéaires définis par le vecteur des paramètres associés β_j
- γ_k est l'estimation des paramètres pour les relations linéaires u_k et $g(\mu_t)$

Les courbes non-linéaires et linéaires associées aux modèles ont été tracées pour les variables significatives. Lorsque les pentes sont positives, les variables climatiques sont positivement corrélées aux variables de production et inversement. Le coefficient de détermination (R^2) et le pourcentage de déviance expliquée (statistique de test du rapport expliqué) par le modèle ont été calculés.

Les variables dont le coefficient de corrélation est supérieur à 0,75 ont été retirées des modèles afin d'éviter les relations colinéaires et les analyses porteront sur les variables significatives avec des valeurs de p-values (valeurs de probabilité) inférieures à 0,05.

Des modèles linéaires (LM) ont été également réalisés pour analyser cette relation à partir des données météorologiques Météo France et des rendements de miel de Corse de Maquis de Printemps calculées depuis 1999. Les variables climatiques dont l'apport n'est pas significatif au seuil de 5 % ont été progressivement éliminées des modèles.

Ces études statistiques ont été menées avec le logiciel RStudio Desktop version 2022.07.1+554 (RStudio, Boston, Etats-Unis).

3. Résultats

3.1. Profils des apiculteurs rencontrés

L'enquête a été menée auprès de 18 apiculteurs. Le groupe de participants était hétérogène en termes d'âge et d'expérience, incluant des apiculteurs pratiquant le métier depuis plus de quarante ans et d'autres ayant débuté depuis moins de cinq ans. Quatorze apiculteurs sont de statut Agriculteur à Titre Principal, un en Agriculteur à Titre Secondaire et trois sont Cotisants Solidaires. Deux exploitations parmi les dix-huit sont en système de production AB, la majorité étant des exploitations conventionnelles.

3.2 Identification des causes liées à la chute de production

Une miellée est caractérisée par trois facteurs interdépendants : l'état des colonies qui est dépendante des ressources issues de la végétation, elle-même soumise aux conditions météorologiques. Les entretiens nous ont permis d'objectiver les conditions optimales des miellées de printemps selon le point de vue des apiculteurs basé sur leur expérience et leur savoir empirique (Annexe 2). Des pluies régulières à partir de fin août permettront aux colonies d'établir des réserves suffisantes grâce à la bonne floraison de l'arbousier, inule visqueuse et lierre, principales ressources nectarifères durant l'automne. L'entrée en dormance des végétaux rendue possible par des températures froides en hiver entraînent un arrêt de ponte des colonies qui se maintiennent par la consommation des réserves établies en automne. L'arrêt de ponte durant cette période permet de traiter les colonies contre le varroa (*Varroa destructor* Anderson et Truman) de manière efficace. Le bon état des floraisons et la forte production de nectar, rendue possible par les conditions météorologiques exposées durant l'automne et l'hiver, permettent une production de miel optimale au printemps avec des conditions météorologiques favorables (peu de vent et de pluies, montée constante en températures) et des colonies saines (colonies fortes, activité importante). Ces conditions semblent être bouleversées depuis cinq à six ans d'après les enquêtés. La majorité des apiculteurs nous ont fait état d'une baisse ou d'une irrégularité de leurs productions de miel notable depuis cette période, dont les causes sont détaillées en Annexe 3. La cause majeure de cette baisse est le changement climatique pour la totalité des enquêtés :

« C'est le réchauffement climatique, les facteurs environnementaux qui ne vont pas. Parce que la façon de conduire les ruches, on a plus ou moins la même grosso modo, pourtant vous faites des années où vous passez du simple au double » (PLA03).

Les apiculteurs ont mis en évidence que les variations climatiques avaient un impact sur les végétaux, notamment sur la disponibilité des ressources en nectar pour les abeilles, impliquant une diminution des stocks dans les ruches. Le manque de pluie et des épisodes de sécheresse trop intenses seraient la cause principale de la baisse de production nectarifère par les végétaux. Des températures trop importantes durant l'hiver seraient également un des facteurs expliquant la diminution des sécrétions nectarifères. Certains apiculteurs ont déclaré :

« *On marche avec la saison, il doit faire froid quand il doit faire froid, il doit pleuvoir quand il doit pleuvoir. Et maintenant, ça a changé.* » (BIA03) ; « *Maintenant, je pense que c'est le climat qui joue contre nous. C'est le climat qui joue contre nous, les sécheresses, les hivers un coup chauds, un coup froids.* » (AJA02).

Les enquêtés ont également remarqué un changement des conditions météorologiques durant le printemps. Des températures irrégulières feraient varier les périodes de floraison de certaines plantes mellifères du printemps comme la bruyère (*Erica arborea* L.). L'augmentation de la fréquence des vents aurait un effet négatif sur l'activité de butinage des abeilles et pourrait également assécher le nectar contenu dans les fleurs : « *Et il y a ce vent constant qu'il n'y avait pas avant aussi. Ça assèche. Ça assèche la ressource, clairement. Il y a toujours eu du vent, mais pas autant. Là, c'est terrible.* » (CEN01).

D'autres causes pourraient expliquer la baisse des productions de miel au printemps mais sont vus comme mineurs par les apiculteurs par rapport à l'influence des variables climatiques et à l'état des ressources florales. Certains apiculteurs ont mis en évidence une concentration trop importante de ruches dans un même espace, pouvant diminuer la ressource disponible pour les abeilles. Certaines maladies comme les varroases pourraient affaiblir les colonies et impacter les productions de miel. Des conflits d'usage relatifs aux emplacements comme l'urbanisation ou le démaquisage à proximité des ruchers peuvent contraindre les apiculteurs à changer d'emplacement.

3.3. Stratégies d'adaptation des apiculteurs

Des mesures d'adaptation ont été identifiées au cours des entretiens et lors de l'analyse des retranscriptions pour faire face aux irrégularités des miellées (Annexe 4). Certains apiculteurs transhument plus afin de bénéficier d'un plus grand nombre de miellées (Plus.de.transhumances), transhument en cas d'absence de miellée (Transhumance.si.absence), visitent plus régulièrement leurs ruchers pour tenir compte de l'état des colonies (Visites.plus.régulières), intègrent une source d'eau à leurs ruchers (Apport.eau). D'autres marqueurs ont été identifiés en rapport aux difficultés rencontrées par les apiculteurs comme

les déplacements dans d'autres microrégions (Déplacement.autre.microrégion), leur intérêt pour les outils météorologiques et les études scientifiques dans le domaine apicole (Facteurs.externes), leur position sur la nécessité d'une aide financière (Baisse.revenus). Enfin, leur état d'esprit (Esprit), le nombre de ruches qu'ils incorporent aux ruchers (Taille.rucher) et leur disposition à communiquer avec d'autres apiculteurs sur la situation des miellées (Irrégularité.miellée) ont été caractérisés (Annexe 4). Ces variables ont été incorporées à l'ACM et participent à la constitution de ses dimensions. Certaines caractéristiques comme l'âge, la microrégion concernée, l'expérience, le statut professionnel, le système de production et l'évolution de production sur les 10 dernières années (Evo_10) ont été ajoutés comme variables supplémentaires et ne participent donc pas à la construction des axes de l'ACM.

3.3.1. Typologie des apiculteurs selon l'adaptation de leurs pratiques

Afin de caractériser la résilience des apiculteurs face à l'irrégularité des miellées, nous avons effectué une Analyse en Correspondance Multiple (ACM) et une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) des actions d'adaptation qu'ils ont mises en place. Celles-ci ont été réalisées en utilisant les variables détaillées dans la partie 3.1.1.

Nous avons déterminé le nombre de dimensions à prendre en compte à partir de l'ACM. La décomposition de l'inertie de la variance de l'ACM (Annexe 5) forme un palier à partir de la troisième dimension. Nous avons donc choisi d'analyser les résultats sur les 3 premières dimensions, lesquelles expliquent 47,76 % de la variance : le premier axe explique 21,93 % de la variance, le second 14,61 % et le troisième 11,22 %.

En croisant les valeurs du rapport de corrélation (R^2) (Annexe 6) ainsi que les valeurs-tests (positives et supérieures à 2) de chaque modalité par rapport aux dimensions (Annexe 7), nous avons pu déduire les observations suivantes :

Le premier axe est principalement défini par des mesures d'adaptation relatives à la mobilité des apiculteurs : les transhumances en cas d'absence de miellée, l'augmentation de la fréquence des transhumances ainsi que les visites plus régulières sur les ruchers. La diversification professionnelle des apiculteurs est également une variable qui contribue à la construction de cet axe. Le deuxième et le troisième axe sont définis par l'état d'esprit des apiculteurs vis-à-vis de l'avenir de la filière et par l'apport d'eau. L'axe 2 est également défini par la diversification professionnelle des apiculteurs ainsi que par la taille de leurs ruchers et leur position sur la nécessité d'une aide financière par rapport à la baisse de revenus.

Tableau 2 : p-values et valeurs-test des classes de la typologie

	Variable	p-value	t-test
Classe 1	Taille.Rucher=P	0,001	3,15
	Diver=AC	0,039	2,06
	Déplacement.autre.microregion=Non	0,041	2,04
Classe 2	Diver=Diver_Poly	0,005	2,8
	Facteurs.externes=Non	0,011	2,53
	Esprit=Négatif	0,011	2,53
	Statut=ATP_Autre	0,040	2,06
	Irrégularité.mielée=Non	0,041	2,04
	Apport.d.eau=Non	0,041	2,04
Classe 3	Taille.Rucher=TG	0,001	3,23
	Baisse.de.revenus=Aide	0,043	2,02
	Esprit=Négatif	0,043	2,02
Classe 4	Facteurs.externes=Météo.ES	0,011	2,53
	Visites.plus.régulières=Oui	0,025	2,24
	Irrégularité.mielée=Comm	0,026	2,23
	Transhumance.si.absence=Oui	0,041	2,04
	Plus.de.transhumances=Oui	0,041	2,04
	Esprit=Positif	0,041	2,04

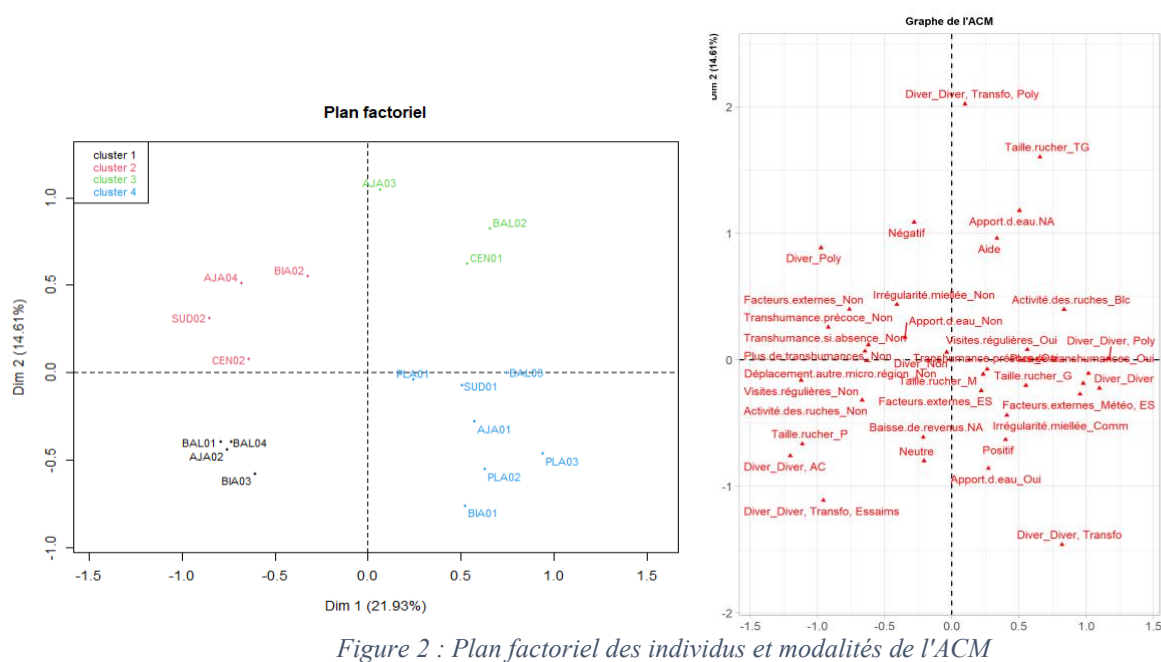


Figure 2 : Plan factoriel des individus et modalités de l'ACM

Selon les trois dimensions de l'ACM, une CAH a été réalisée (Figure 3). À partir des retranscriptions, de la position des variables et des individus par rapport aux dimensions de l'ACM (Figure 2) et des valeurs t-test (test de Student) significatives (Tableau 1), nous avons pu en déduire les mesures d'adaptation entreprises pour chacun des groupes identifiés.

Le groupe 1 est constitué de 4 individus. Il est caractérisé par des apiculteurs qui ne quittent pas leur microrégion au cours de la saison apicole, transhument peu, constituent de petits ruchers (< 30 ruches) et sont en activité complémentaire. Ils pratiquent globalement l'apiculture par passion, afin de percevoir une source de revenus supplémentaire. Ils ne mettent généralement pas en place d'adaptations particulières pour pallier la baisse de leurs productions.

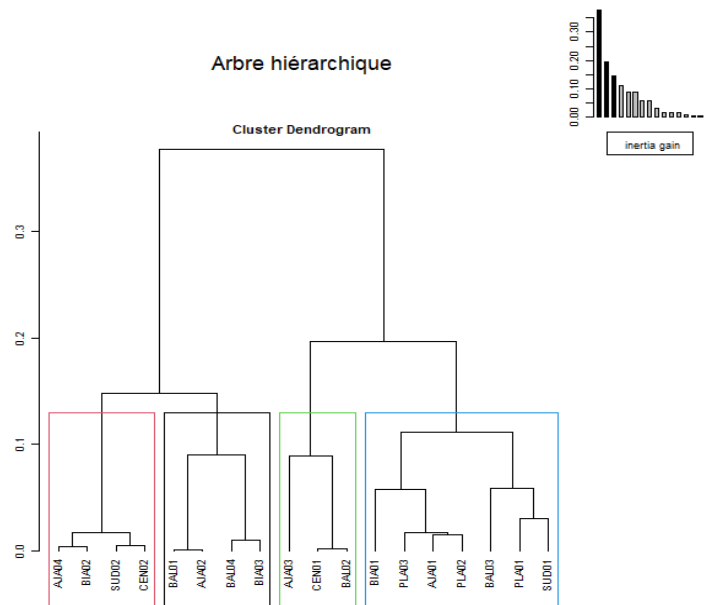


Figure 3 : Regroupement des apiculteurs selon les mesures d'adaptation entreprises face à l'irrégularité des miellées - cluster

Le groupe 2 est composé de 4 individus. Il est caractérisé par des apiculteurs en poly-activité dont le revenu ne dépend pas uniquement de l'apiculture. Ils communiquent globalement peu avec les autres apiculteurs pour s'informer de la situation des miellées et portent un faible intérêt aux outils météorologiques ou aux études scientifiques concernant leur métier. Ces apiculteurs voient la chute de production comme un phénomène pour lequel il n'existe pas de mesures d'adaptation pour y remédier.

Le groupe 3 est composé de 3 individus. Il est défini par des apiculteurs professionnels avec un grand nombre de ruches (> 400). Ils sont négatifs quant à l'avenir de la filière en évoquant systématiquement le passé et demandent une aide financière pour faire face à la situation actuelle.

Le groupe 4 est constitué de 7 individus. Il est caractérisé par des apiculteurs professionnels qui visitent plus régulièrement leurs ruches, transhument plus souvent entre leurs ruchers et sont plus susceptibles de déplacer leurs ruches en l'absence de miellée. Ils communiquent beaucoup avec d'autres apiculteurs pour s'informer de la situation des miellées et mettent en œuvre des actions d'adaptation. Ces apiculteurs sont généralement très observateurs et portent un grand intérêt pour les outils météorologiques et pour les études scientifiques dans le domaine apicole.

3. 4. Influence des variables climatiques sur les productions de miel

3. 4. 1. Évolution des variables climatiques des microrégions en Corse depuis 1999

Les données météorologiques ont été relevées sur 21 stations Météo France sur la période de 1999 à 2021 pour les 7 microrégions (3 par microrégion) afin d’appréhender l’évolution climatique de ces dernières depuis 1999. Les anomalies de la température moyenne et le cumul des précipitations annuelles par rapport à la référence « normale » entre 1975 et 2005 (DRIAS) ont été caractérisées. D’après la Figure 4, la majorité des territoires présentent un écart à la normale important. Le graphique des températures annuelles moyennes de la Corse (Total) présente des valeurs strictement supérieures à 0 pour l’ensemble des années. La Balagne, la Plaine Orientale et le Pays Bastiais sont les territoires dont les moyennes de température sont les plus élevées par rapport à la normale, contrairement à l’Ouest Corse dont la majorité des températures annuelles sont inférieures à la normale. Depuis 2014, les moyennes de température de la Balagne, de la Plaine Orientale, du Pays Bastiais et du Pays Ajaccien s’établissent à environ + 2 °C par rapport à la normale et + 1,5 °C pour l’ensemble de la Corse. D’après la Figure 5, la moyenne des précipitations annuelles présente également des écarts importants par rapport à la normale de 1975 à 2005 pour certaines microrégions. Le Pays Bastiais, la Plaine Orientale et le Sud semblent être les territoires dont les moyennes des précipitations annuelles sont les plus basses par rapport à la normale. De même que pour la température, l’Ouest Corse semble être la zone la moins touchée par ce déficit en précipitations. Pour l’ensemble de la Corse (Total) et sur les 10 dernières années, les moyennes de précipitation de huit années sont inférieures à la normale.



Figure 4 : Rapport à la normale des températures annuelles moyennes par microrégion de 1999 à 2021



Figure 5 : Rapport à la normale des précipitations moyennes par microrégion de 1999 à 2021

3. 4. 2. Évolution des rendements de miel en fonction des variables climatiques

Pour cerner l'influence des variations climatiques sur la production de miel, une analyse du modèle additif généralisé (GAM) a été appliquée aux variables météorologiques (température, vent, nombre de jours de pluie, cumul de pluie, nombre de jours de gelée et humidité) provenant de 21 stations météorologiques citées précédemment et le rendement moyen annuel des miels AOP sur la période de 1999 à 2021 (Tableau 3). La déviance expliquée par le modèle est de 48,7 %. Les variables température, vent, nombre de jours de pluie et nombre de jours de gelée sont significatives et présentent une relation non-linéaire ($ddl > 1$) tandis que la variable significative humidité présente une relation linéaire ($ddl = 1$).

Tableau 3 : Modèle Additif Généralisé pour les moyennes de rendement de miel total

	Estimation	Erreur standard	p-value
Ordonnée à l'origine	21,82	0,46	2E-16 ***
	Ddl	F	p-value
Température (°C)	3,2	6,3	0,0001 ***
Vent (m/s)	6,6	4,4	8,38E-05 ***
Nombre jours de pluie	1,48	4,3	0,012 *
Pluie (mm)	1	0,7	0,4
Nombre jours de gelée	3,84	3,1	0,013 *
Humidité (% relative)	1	12	0,0007 ***
R² ajusté		0,425	
Déviance expliquée		48,7%	

Ddl = degré de liberté effectif

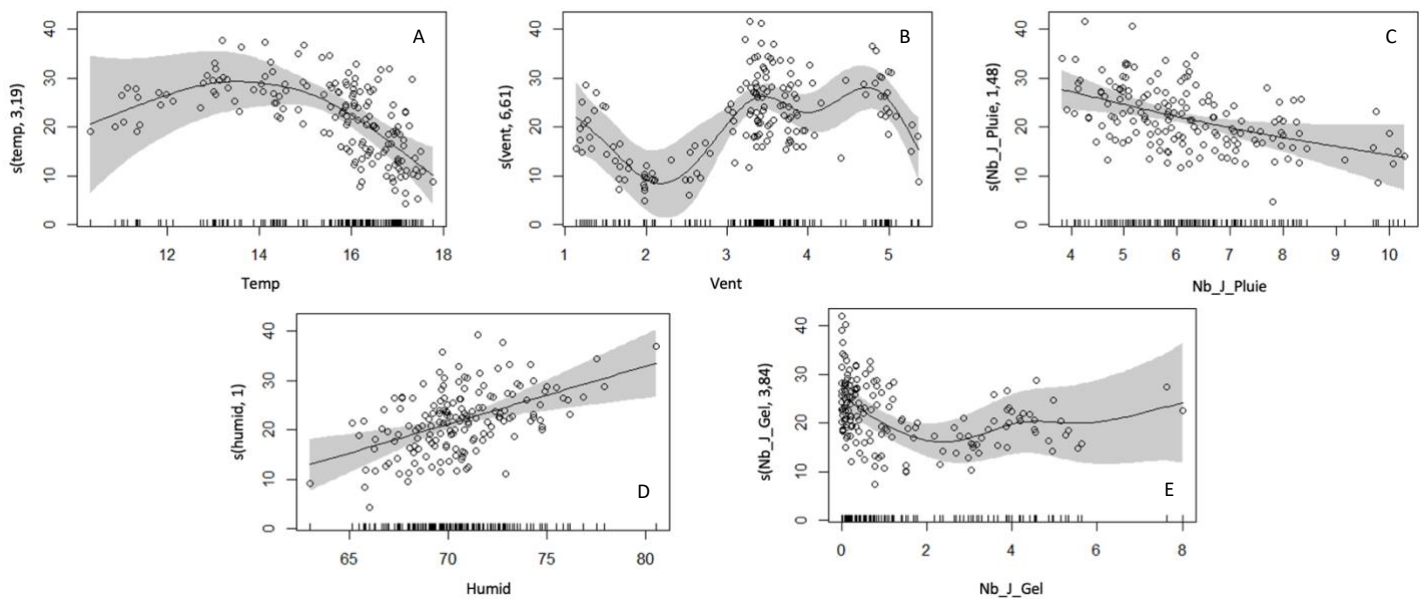


Figure 6 : Courbes de lissage des variables modélisant le rendement annuel de miel total. **A.** Température moyenne annuelle (°C) ; **B.** Vitesse annuelle moyenne du vent (km/h) ; **C.** Nombre moyen de jours de pluie par an ; **D.** Pourcentage d'humidité moyenne annuelle (%) ; **E.** Nombre moyen de jours de gel par an. Les bandes grises correspondent à l'intervalle à confiance de 95% et les barres verticales adjacentes aux abscisses correspondent à la fréquence des données.

La moyenne de rendement de miel total semble être maximale pour des températures moyennes annuelles situées entre 12,5 et 14,5 °C (Figure 6.A.). Cette moyenne de rendement semble passer sous 20 kg/ruche/an pour des températures moyennes annuelles supérieures à 16,5 °C. Le nombre de jours de gel semble faire baisser la moyenne de rendement de miel total jusqu'à 2 jours de gel avant de croître progressivement (Figure 6.E.). De même, la moyenne de rendement de miel semble régresser pour une vitesse de vent de 1 à 2 km/h avant de croître puis de baisser à partir de 5 km/h (Figure 6.B.). Le taux d'humidité est positivement corrélé à la moyenne de rendement de miel total tandis que le nombre de jours de pluie y est négativement corrélé (Figure 6.D. et 6.C.). Ces rendements semblent se situer au-dessus de 20 kg par ruche/an pour des valeurs supérieures à 70 % d'humidité et inférieures à 7 jours de pluie par an.

Tableau 4 : Modèles linéaires pour la production de Maquis de Printemps

	MP Hiver		MP n-1	
	Estimation	p-value	Estimation	p-value
Ordonnée à l'origine	10,24 ± 1,43	2,7E-12 ***	-22,06 ± 6,66	0,001 **
Température (°C)	-0,34 ± 0,11	0,002 **	-	-
Nombre jours de pluie	-0,30 ± 0,09	0,001 **	0,42 ± 0,21	0,045 *
Nombre jours de gelée	0,11 ± 0,04	0,004 **	-0,56 ± 0,13	6E-05 ***
Humidité (% relative)	-	-	0,36 ± 0,11	7E-04 ***
R ² ajusté	0,254		0,097	

MP = maquis de printemps, n-1 = année précédente

Pour la production de maquis de printemps, l'analyse par GAM montre que les variables météorologiques et le rendement de miel de Maquis de printemps présente une relation linéaire. Nous avons donc choisi de présenter les résultats obtenus par un modèle linéaire. Nous avons constaté que les la température et le nombre de jours de pluie de l'hiver précédent ont un effet négatif sur les rendements tandis que le nombre de jours de gelée a un effet positif. Le nombre de jours de pluie et l'humidité de l'année passée exercent une influence positive sur les niveaux de rendement de miel de Maquis de printemps tandis que le nombre de jours de gelée a un effet négatif (Tableau 4).

3. 4. 3. Évolution des poids de ruches des ruchers mobiles en fonction des variables climatiques associées

L'analyse du modèle additif généralisé a évalué la relation entre les poids de ruches des 10 ruchers connectés et leurs variables climatiques associées de température, vent, amplitude thermique, pression atmosphérique et humidité. Les données de pluie étant lacunaires pour certains ruchers, la variable a été retirée du modèle. La non-linéarité des modèles est évaluée à l'aide du degré de liberté dont les valeurs sont supérieures à 1. La déviance expliquée par le modèle est de 15,7 % (Tableau 5).

Tableau 5 : Modèle Additif Généralisé pour la différence du poids des ruches

	Estimation	Erreur standard	p-value
Ordonnée à l'origine	0,226	0,021	2E-16 ***
	Ddl	F	p-value
Température (°C)	4,9	7,2	2E-16 ***
Vent (m/s)	1	21,2	5E-06 ***
Amplitude thermique (°C)	1	4,3	0,038 *
Pression atmosphérique (hPa)	1	2,8	0,094
Humidité (%)	3,9	3,9	0,002 **
R²		0,141	
Déviance expliquée		15,7 %	

Ddl = degré de liberté effectif

D'après le Tableau 5, l'effet de la température, du vent, de l'amplitude thermique et de l'humidité sur la différence du poids des ruches est significatif. Les valeurs des degrés de liberté des variables de température (ddl = 4,9) et d'humidité (ddl = 3,9) étant supérieures à 1, elles présentent des relations non-linéaires.

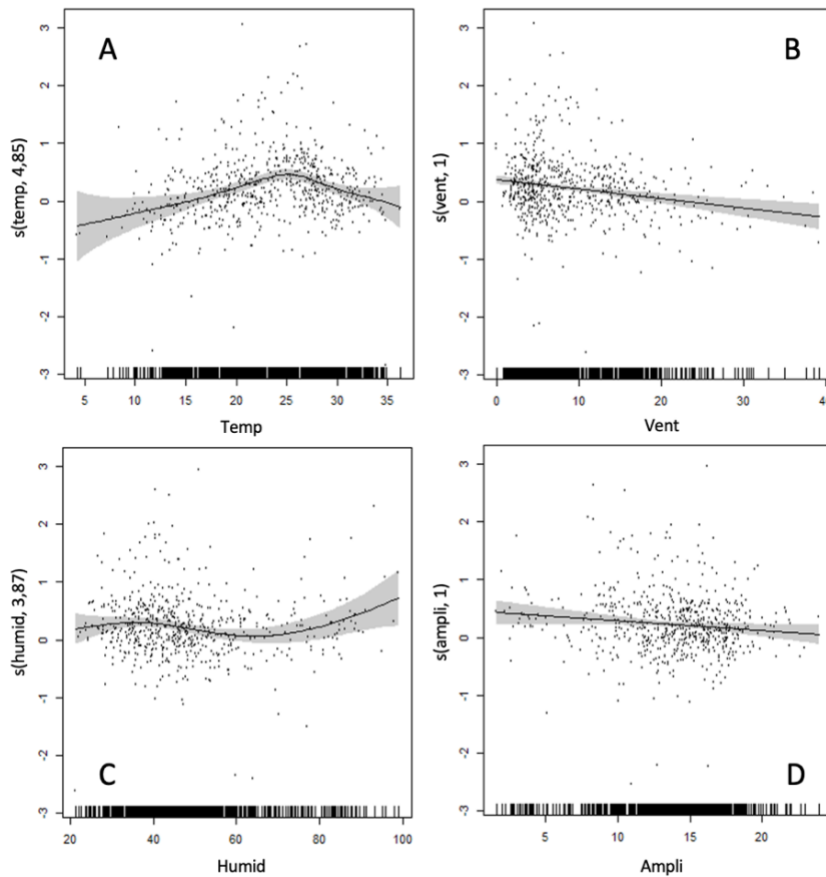


Figure 7 : Courbes de lissage (fonction non-linéaire) des variables modélisant la différence du poids des ruches. **A.** Températures moyennes ; **B.** Vitesse moyenne du vent ; **C.** Pourcentage d'humidité moyenne ; **D.** Amplitude thermique moyenne. Les bandes grises correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % et les barres verticales adjacentes aux abscisses correspondent à la fréquence des données.

Les Figures 7.B. et 7.D. montrent que le vent et l'amplitude thermique sont négativement corrélés à la différence du poids des ruches. Cette différence est négative pour des vents dont la vitesse est supérieure à 25 km/h. La Figure 7.A. révèle que la différence du poids des ruches est croissante de 5 à 25°C, décroissante de 25 à 37°C et positive entre 15 et 34°C. La tendance de la régression de l'humidité (Figure 7.C.) est positive sur l'ensemble de la plage de donnée, elle est croissante de 20 à 35 %, décroissante de 35 à 60 % puis à nouveau croissante de 60 à 100 %.

4. Discussion

Le but de cette étude est, dans un premier temps, de comprendre comment les changements climatiques influencent les productions des miels de printemps et totaux en Corse et, dans un second temps, d'appréhender les causes liées à la chute de production de miel du point de vue des apiculteurs et d'objectiver les adaptations que ces derniers ont mises en place pour faire face aux irrégularités des miellées. Nos résultats ont montré que, d'après les apiculteurs enquêtés, le changement climatique est la cause principale de l'irrégularité des miellées et les analyses statistiques des variables climatiques ont un impact sur les productions de miel. Nous avons également modélisé une typologie des apiculteurs relative à l'adaptation de leurs pratiques.

4.1. Effets des variations climatiques sur les productions de miel

Le déclin de la production de miel est un phénomène observable dans de nombreuses régions du monde. Il est lié à différents facteurs dont le changement des conditions climatiques, les maladies affectant les colonies d'abeilles et les pratiques apicoles (Delgado *et al.* 2012 ; Ukmaka et Eberechukwu 2018 ; Garzón et Young 2016). Cette baisse de production liée aux changements climatiques a également été mise en évidence pour des régions du bassin méditerranéen comme en Italie (Varelli *et al.* 2021). À notre connaissance, il s'agit de la première étude qui traite des effets des variations climatiques sur la production de miel en Corse.

Malgré la hausse du nombre d'adhérents et du nombre de ruches, la production de miel a diminué sur l'île depuis ces dix dernières années (Syndicat AOP Mele di Corsica 2020), menaçant l'avenir de la filière apicole régionale. Ces observations ont également été confirmées lors des enquêtes menées auprès des apiculteurs dans le cadre de cette étude. Nous avons montré que, pour la totalité d'entre eux, les changements climatiques induisent des miellées irrégulières et sont la principale cause de la baisse de leur production. Les apiculteurs enquêtés ont remarqué une baisse de la disponibilité des ressources pollinifères et nectarifères en relation avec les variations climatiques actuelles basée sur leurs observations. Selon eux, ces phénomènes pourraient s'expliquer par des périodes de sécheresse plus intenses et des hivers plus doux, comme le suggèrent Varelli *et al.* (2021) pour les activités apicoles de la région du Piémont.

Nos résultats montrent que les 7 microrégions (Balagne, Centre Corse, Ouest Corse, Pays Bastiais, Pays Ajaccien, Plaine Orientale, Sud) étudiées présentent des anomalies climatiques pour les paramètres de précipitations et de températures. D'autres études ont mis en évidence

des variations climatiques en Corse. D'après Orsini (2022), les conséquences des changements climatiques en Corse se traduisent principalement par une élévation de la température de l'air et une modification du régime des précipitations. Cette élévation des températures est globale sur l'île mais est néanmoins plus marquée lorsque l'on monte en altitude tandis que le régime des pluies est caractérisé par l'augmentation d'événements extrêmes. Avec la hausse des températures et la grande variabilité des pluies, la sécheresse pourrait s'accroître sur l'île. Mori *et al.* (2017) ont démontré une augmentation des moyennes annuelles d'évapotranspiration entre 1970 et 2016 qui dépassent les moyennes annuelles des précipitations, ce qui soutient la tendance à l'assèchement. Cette situation pourrait entraîner une augmentation de la durée et de l'intensité de la sécheresse des sols (Orsini 2020). Bien que certaines espèces sclérophylles méditerranéennes soient adaptées aux conditions environnementales imposées par les sécheresses liées au climat méditerranéen (Rome et Giorgetti 2007), d'autres y semblent plus sensibles engendrant la diminution de leur croissance et l'augmentation de leur mortalité (Sardans et Peñuelas 2013). Les variables climatiques pourraient avoir un effet indirect sur les productions de miel en influençant les floraisons des plantes mellifères mais aussi direct en ayant un effet sur les activités de butinage et sur l'état des colonies d'abeilles.

Nous avons mis en évidence que les paramètres de température, de vent, d'humidité, d'amplitude thermique, de nombre de jours de pluie et de gel exerçaient une influence sur les productions de miel par les analyses de rendement de miels AOP de Corse. Nos résultats montrent que ces derniers ont un niveau de rendement maximal pour des températures moyennes annuelles situées entre 12,5 et 14,5 °C. Il a été démontré que les températures avaient une influence sur les activités de butinage et la collecte de pollen et de nectar des pollinisateurs (Blazyte-Cereskiene *et al.* 2010). Au-dessus d'un certain seuil, des températures trop importantes pourraient inciter les abeilles à étendre leur aire de butinage vers des zones plus froides (Malisa et Yanda 2016) incitant les colonies à essaimer, tandis que des températures trop basses restreignent leurs activités de vol (Joshi et Joshi 2010).

De même, la moyenne de rendement de miel semble atteindre un seuil maximal pour une vitesse de vent de 1, 3,5 et 4,6 m/s. En effet, la vitesse de vent varie en fonction de microrégion en Corse. Nous avons remarqué que la vitesse annuelle moyenne du vent ne dépasse pas 3 km/h en Centre Corse et Ouest Corse, alors qu'elle varie entre 4,46 et 5,36 m/s dans le pays Bastiais. La vitesse annuelle moyenne du vent se situe entre 3,01 et 4,41 m/s pour les autres microrégions. La présence de vent induirait la baisse de l'efficacité des activités de butinage qui serait liée à l'accroissement de l'hésitation à décoller pour les abeilles (Hennessy *et al.*

2020) jusqu'à un certain seuil de vitesse où la sortie des ruches deviendrait impossible et les pousserait à consommer les stocks déjà établis. Ce seuil de vitesse varie en fonction des microrégions, le rendement de miel annuel maximal semble être atteint pour des vitesses moyennes annuelles de vent à 1 m/s pour le Centre Corse et l'Ouest Corse, 4,6 m/s pour le Pays Bastiais et 3,5 m/s pour les autres microrégions.

L'impact positif de l'humidité sur les rendements annuels du miel pourrait s'expliquer par l'influence des variations d'humidité relative atmosphérique sur la sécrétion de nectar (Pacini et Nepi 2007). Le volume de nectar sécrété est positivement corrélé à l'humidité relative de l'air (Bareke *et al.* 2021) ce qui pourrait permettre d'expliquer la croissance du poids des ruches. En revanche, le nombre de jours de pluie annuel impacte négativement les rendements annuels du miel. Les précipitations limitant la sortie des abeilles à l'extérieur de la ruche (Poulsen 1996), la récolte de nectar et de pollen serait limitée durant la période de floraison des plantes.

Nous avons démontré que le nombre de jours de pluie et l'humidité durant l'année précédente avait un effet positif sur les rendements de miel de Maquis de printemps suivant. Cet effet peut être expliqué par le temps nécessaire à l'assimilation de l'humidité du sol par les plantes pour générer ces ressources qui seront ensuite allouées aux fleurs et au nectar (Vasiliev et Greenwood 2021). Ce résultat montre que l'occurrence d'événements météorologiques peut avoir un effet sur les productions de miel avec un décalage de plusieurs mois. Les rendements de miel de Maquis de printemps étaient néanmoins sensibles au nombre de jours de gels de l'année passée. Il a été démontré que les plantes mettaient en place des mécanismes de réponse grâce à des changements physiologiques, biochimiques, moléculaires ou morphologiques face à des stress abiotiques comme des gelées (Al-Issawi 2013). Ainsi, la réduction du nombre de fleurs ou le décalage de la période de floraison a pu être mise en place en réponse aux gels tardifs et aux dommages mécaniques durant l'année précédente. L'effet positif du nombre de jours de gelée et l'effet négatif de la température de l'hiver précédent sur le rendement de miel de Maquis de printemps, pourrait s'expliquer par une limitation de la propagation des maladies et une efficacité de traitement contre le varroa selon les apiculteurs.

Pour le printemps 2022, la variation journalière du poids des ruches est supérieure à zéro entre 15 et 34 °C avec un accroissement maximal autour de 25 °C. Le printemps 2022 s'est révélé chaud avec un grand nombre de données enregistrées entre 25 et 34 °C. Cette période présente une forte amplitude thermique qui se situe principalement entre 15 et 18 °C de différence, et semblent avoir un impact sur la variation du poids de ruche. Une forte amplitude thermique printanière est souvent caractérisée par une situation anticyclonique avec une masse d'air sèche,

ce qui explique une humidité relativement faible autour des ruchers qui varie majoritairement entre 30 et 60 %. Les effets de l'humidité et des températures peuvent également être expliqués par des phénomènes de stress thermique et de stress hydrique affectant les activités photosynthétiques des plantes mellifères (Pandley *et al.* 2015 ; Rizhsky *et al.* 2002) engendrant des modifications de leurs floraisons. Ces stress pourraient donc induire une diminution du nombre (Muhl *et al.* 2013) et de la taille des organes floraux d'une plante (Sato *et al.* 2006) ainsi que la diminution des quantités de nectar et de ses concentrations en sucre (Carroll *et al.* 2001 ; Mu *et al.* 2015). L'effet négatif du vent sur le poids des ruches pourrait également s'expliquer par l'assèchement des fleurs induisant l'inefficacité des activités de butinage pour la récolte de nectar. Néanmoins, en plus d'être dépendant de la vitesse et de la durée des vents, cet assèchement dépend de leur direction et de l'humidité des masses d'air transportées.

Les variations climatiques du printemps 2022 montrent que les conditions climatiques ne sont pas favorables à la production de nectar. Des périodes de sécheresse importantes et des températures anormalement hautes pourraient avoir un impact sur l'attrait des plantes mellifères du printemps pour les pollinisateurs et sur la fréquence des visites (Descamps *et al.* 2018). En effet, sur ces emplacements de rucher, la majorité des apiculteurs n'ont pas pu récolter du miel de Maquis de printemps. La bruyère arborescente, ressource nectarifère dominante du miel de Maquis de printemps, n'a pratiquement pas fleuri. D'autres études ont mis en avant la baisse de production du miel de bruyère liée aux variations climatiques au cours de ces dernières années en France (Lehébel-Peron 2016).

Bien que les variations climatiques aient un effet sur les productions de miel, nos modèles n'expliquent respectivement que 14,5 et 48,7 % de la déviance de la variabilité des différences de poids de ruche et des rendements de miel total, ce qui suggère qu'il est nécessaire de considérer d'autres variables explicatives. L'état des colonies et l'état de la floraison de la végétation environnante sont des facteurs qui permettraient d'alimenter le modèle puisqu'il s'agit d'éléments constituant la notion de miellée. En effet, les variables de paramètres météorologiques, d'état de végétation et d'état de colonie étant interdépendantes, leur inclusion dans le modèle permettrait d'expliquer plus précisément les facteurs de chute de production. De plus, les microrégions présentant des climats différents et propres à leur topographie et à leur situation géographique, l'analyse des effets des variations climatiques sur les productions des microrégions aurait permis de présenter des modèles plus robustes.

4. 2. Les adaptations face aux irrégularités des miellées

Nous avons pu mettre en évidence de nombreuses hypothèses émises par les apiculteurs concernant les effets des variations climatiques sur leur production de miel qui concernent notamment des hivers plus doux, les effets de la sécheresse et l'influence des vents sur les sécrétions nectarifères. D'autres causes pourraient permettre d'expliquer la baisse de leur production de miel comme les activités extérieures ou leurs pratiques mais ne permettent pas de justifier la tendance à la baisse générale observée sur l'île depuis ces dernières années. D'après leur expérience et leurs savoirs empiriques, les apiculteurs ont su analyser et comprendre certaines causes climatiques liées au déclin de leur production et ont mis en place des stratégies d'adaptation. La pratique de la transhumance est perçue comme une mesure d'adaptation dans les territoires soumis au climat méditerranéen qui permet de palier les manques de ressources dans certaines zones (Jara *et al.* 2021 ; Varcelli *et al.* 2021). De nombreux apiculteurs enquêtés (16 sur 18) pratiquaient déjà la transhumance avant de faire face aux irrégularités des miellées afin de bénéficier de l'ensemble de la gamme des miels de Corse durant la saison apicole. Néanmoins, certains d'entre eux ont modifié leurs pratiques migratoires face à la situation actuelle en choisissant de transhumer en cas d'absence de miellée ou de transhumer plus régulièrement pour bénéficier d'un plus grand nombre de miellées. Des études ont montré que l'intensification des transhumances pouvait avoir un impact sur la santé de l'abeille et sur la propagation de maladies provoquées notamment par *Varroa destructor* (Jara *et al.* 2021). Cependant, certains enquêtés nous ont fait part de la difficulté à trouver des emplacements relativement au potentiel de la ressource mellifère environnante pour la production de miel. En général, les apiculteurs choisissent leur emplacement de rucher en tenant compte de la présence d'un point d'eau à proximité (cours d'eau, mare). Pour faire face à l'augmentation des sécheresses, certains apiculteurs ont mis à disposition des sources d'eau pour les abeilles sur leurs ruchers. Étant essentielle aux colonies et majoritairement puisée dans le nectar, cette mesure d'adaptation permettrait d'assurer un apport en eau aux colonies malgré la diminution des sécrétions nectarifères. En effet, les colonies ayant besoin d'eau pour refroidir les ruches surtout durant la période estivale ou en cas de sécheresse importante, cette mesure permettrait d'assurer un apport en eau à proximité de ruches afin d'éviter l'épuisement de colonies.

L'augmentation de la fréquence des visites (notamment en hiver) permettrait aux apiculteurs de suivre l'état de leurs colonies et d'agir selon leurs besoins, en les nourrissant ou en les transhumant par exemple. Afin de palier l'irrégularité des rendements, certains apiculteurs

disposent un grand nombre de ruches sur un emplacement afin de maintenir un certain niveau de production et un équilibre économique. Un nombre de ruches trop important dans une même zone pourrait cependant affecter la reproduction de la flore non-mellifère et donc la biodiversité locale (Valido *et al.* 2019). L'intérêt pour les études scientifiques, notamment l'utilisation des outils météorologiques ou des balances connectées, est une forme d'adaptation qui a été mise en avant dans la typologie. Certains apiculteurs utilisent l'outil météorologique pour se tenir informés de l'état des conditions météorologiques sur leur emplacement de rucher afin de juger si les miellées sont suffisantes pour produire. D'autres apiculteurs disposent également un nombre restreint de « ruches tests » (< 3 ruches) sur certains emplacements comme indicateur de production pour potentiellement y transporter leur cheptel afin de produire plus.

Nous avons montré que la mise en place de ces adaptations était dépendante du profil des apiculteurs. Les individus des groupes 1 et 2 pratiquent respectivement l'apiculture en loisir et en activité secondaire. Ils exercent une activité professionnelle principale et ne sont donc pas exclusivement dépendants des revenus issus des produits de la ruche. Cet aspect pourrait expliquer pourquoi ces individus ne mettent pas en place d'adaptations pour faire face aux irrégularités des miellées et à la baisse de leurs productions. Les individus du groupe 3 sont des professionnels de la filière possédant un grand nombre de ruches qui pourraient les contraindre dans les actions à entreprendre pour s'adapter à la situation actuelle. En effet, leur cheptel pourrait les empêcher d'augmenter la fréquence de leurs transhumances du fait de l'importance des moyens techniques et financiers à mettre en place. En outre, d'autres mesures comme les visites plus régulières des ruches pourraient être trop chronophages à établir. L'esprit négatif des apiculteurs enquêtés témoigne notamment de leur impuissance face à la situation actuelle, la production apicole corse étant en grande partie dépendante des conditions climatiques sur l'état de floraison de la flore mellifère non-cultivée (INAO 2013).

5. Conclusion

La production de miel en Corse décroît depuis les dix dernières années. Les analyses des effets des variables climatiques sur les données de rendement depuis 1999 et sur les données issues du printemps 2022 ont montré des corrélations avec plusieurs paramètres. Ces relations peuvent s'expliquer par l'influence directe et indirecte des changements climatiques sur les activités de butinage des colonies et sur la floraison de la végétation mellifère. La sécheresse avec la variabilité des pluies et la hausse des températures est la principale cause de l'irrégularité des miellées pour les apiculteurs qui ont dû s'adapter afin de limiter la chute de leurs productions. Les principales mesures d'adaptation adoptées par les apiculteurs concernent les transhumances qui leur permettent d'agir en cas de faible production des ruches et de bénéficier d'un plus grand nombre de miellées au cours de la saison apicole. L'utilisation d'outils météorologiques et de ruches tests par les apiculteurs est également un moyen d'adaptation important qui illustre l'attention qu'ils portent à l'influence des facteurs environnementaux sur les miellées. La mise en place d'adaptations est néanmoins dépendante de certains facteurs liés au profil de l'apiculteur, notamment à la taille de son exploitation, son état d'esprit ou son statut professionnel. Dans le futur, avec l'accélération des changements climatiques, les apiculteurs devront persister à trouver et à employer les mesures d'adaptation nécessaires au maintien de leur activité. La mise en œuvre de solutions efficaces visant à retrouver une dynamique de production durable est un enjeu majeur pour le futur de l'activité de la filière apicole en Corse dont dépend le maintien des populations d'*Apis mellifera mellifera* écotype Corse, élément du fonctionnement des écosystèmes de l'île.

Bibliographie

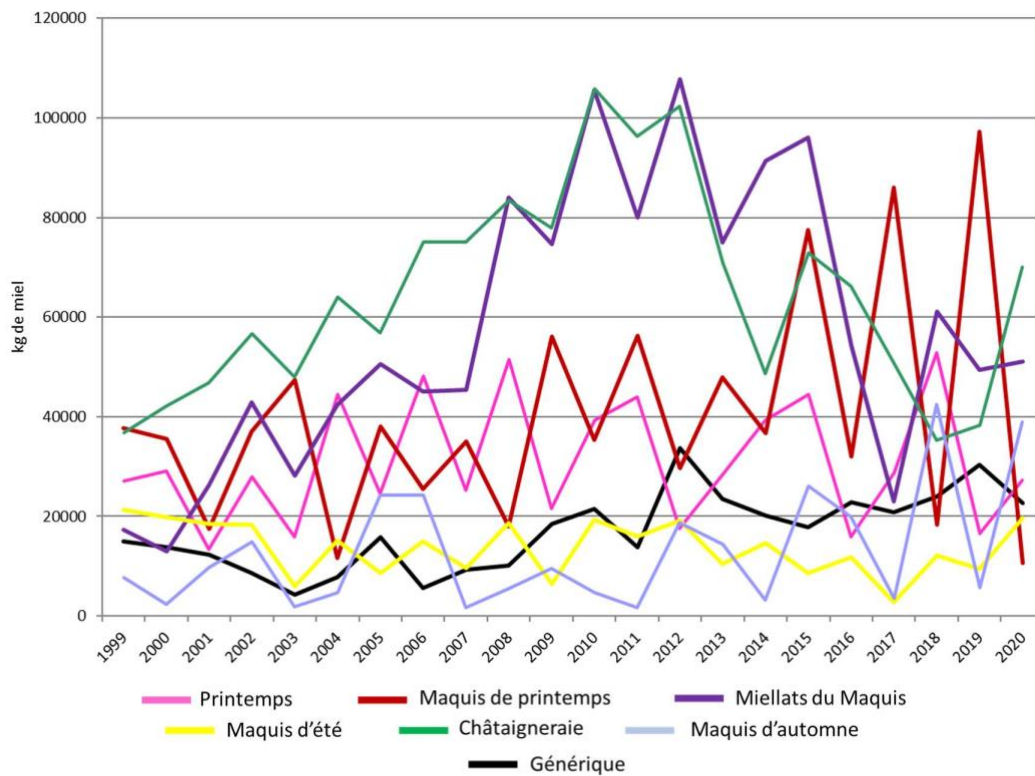
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. In *Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes* (pp. 19-31). Elsevier.
- Bareke, T., Addi, A., Wakjira, K., & Kumsa, T. (2021). Dynamics of nectar secretion, honey production potential and colony carrying capacity of *Coffea arabica* L., Rubiaceae. *Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)*, 115(1), 125-138.
- Battesti, M. J. (1990). *Contribution à la mélissopalynologie méditerranéenne : les miels corses*. PhD thesis, Université Aix-Marseille 3, France.
- Blažytė-Čereškienė, L., Vaitkevičienė, G., Venskutonytė, S., & Būda, V. (2010). Honey bee foraging in spring oilseed rape crops under high ambient temperature conditions. *Žemdirb.(Agric.)*, 97, 61-70.
- Brown, M. J., Dicks, L. V., Paxton, R. J., Baldock, K. C., Barron, A. B., Chauzat, M. P., Freitas, B. M., Goulson, D., Jepsen, S., Kremen, C., Li, J. L., Neumann, P., Pattemore, D. E., Potts, S. G., Schweiger, O., Seymour, C. L., & Stout, J. C. (2016). A horizon scan of future threats and opportunities for pollinators and pollination. *PeerJ*, 4, e2249.
- Burkle, L. A., & Runyon, J. B. (2016). Drought and leaf herbivory influence floral volatiles and pollinator attraction. *Global Change Biology*, 22(4), 1644-1654. <https://doi.org/10.1111/gcb.13149>
- Carroll, A. B., Pallardy, S. G., & Galen, C. (2001). Drought stress, plant water status, and floral trait expression in fireweed, *Epilobium angustifolium* (Onagraceae). *American Journal of Botany*, 88(3), 438-446. <https://doi.org/10.2307/2657108>
- Corbet, S. A., Williams, I. H., & Osborne, J. L. (1991). Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. *Bee world*, 72(2), 47-59. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1991.11099079>
- Décret n° 2010-1045 du 31 août 2010 relatif à l'appellation d'origine contrôlée « Miel de Corse - Mele di Corsica », Texte n° 45, JORF n°0204 du 3 septembre 2010.
- Delgado, D. L., Pérez, M. E., Galindo-Cardona, A., Giray, T., & Restrepo, C. (2012). Forecasting the influence of climate change on agroecosystem services: potential impacts on honey yields in a small-island developing state. *Psyche*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/951215>
- Descamps, C., Marée, S., Hugon, S., Quinet, M., & Jacquemart, A. L. (2020). Species-specific responses to combined water stress and increasing temperatures in two bee-pollinated congeners (*Echium*, *Boraginaceae*). *Ecology and Evolution*, 10(13), 6549-6561. <https://doi.org/10.1002/ece3.6389>
- Dimelu, M. U., & Nwuba, L. E. (2018). Indigenous climate change adaptation strategies used by honey producers in rural communities of Enugu State. *Journal of Agricultural Extension*, 22(2), 180-192. <https://doi.org/10.4314/jae.v22i2.16>
- France Agrimer, Observatoire de la production de miel et gelée royale 2022 (données 2021). www.franceagremer.fr
- Gajardo-Rojas, M., Muñoz, A. A., Barichivich, J., Klock-Barría, K., Gayo, E. M., Fontúrbel, F. E., Olea, M., Lucas, C. M., & Veas, C. (2022). Declining honey production and beekeeper adaptation to climate change in Chile. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, In press, pp. 03091333221093757. <https://doi.org/10.1177/03091333221093757>
- Gallai, N., Salles, J. M., & Vaissiere, B. E. (2009). Évaluation de la contribution économique du service de la pollinisation à l'agriculture européenne. *Bulletin Technique Apicole*, 36(2), 110-116.
- Garzón, J. M., & Young, M. (2016). La actividad apícola en Córdoba. *Aspectos básicos y potencial productivo. IERAL–Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba*.
- Gasparri, A., Armstrong, B., & Kenward, M. G. (2010). Distributed lag non-linear models. *Statistics in medicine*, 29(21), 2224-2234.
- Hennessy, G., Harris, C., Eaton, C., Wright, P., Jackson, E., Goulson, D., & Ratnieks, F. F. (2020). Gone with the wind: effects of wind on honey bee visit rate and foraging behaviour. *Animal Behaviour*, 161, 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2019.12.018>

- Jara, L., Ruiz, C., Martín-Hernández, R., Muñoz, I., Higes, M., Serrano, J., & De la Rúa, P. (2020). The effect of migratory beekeeping on the infestation rate of parasites in honey bee (*Apis mellifera*) colonies and on their genetic variability. *Microorganisms*, 9(1), 22. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010022>
- Joshi, N. C., & Joshi, P. C. (2010). Foraging behaviour of Apis spp. on apple flowers in a subtropical environment. *New York Science Journal*, 3(3), 71-76.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 274(1608), 303-313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Le Conte, Y., & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 27(2), 499-510.
- Lehébel-Péron, A., Sidawy, P., Dounias, E., & Schatz, B. (2016). Attuning local and scientific knowledge in the context of global change: The case of heather honey production in southern France. *Journal of Rural Studies*, 44, 132-142. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.01.005>
- Malisa, G., & Yanda, P. (2016). Impacts of climate variability and change on beekeeping productivity. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, 64(1), 49-55.
- Mori, C., Orsini E., Colonna F., Orsini S., Faggianelli J., 2017. The consequences of climate change for the mountain environment in Corsica. Interdisciplinary Symposium, topic global change, 5-6-7 July 2017, University of Corsica, Corti (France)
- Mu, J., Peng, Y., Xi, X., Wu, X., Li, G., Niklas, K. J., & Sun, S. (2015). Artificial asymmetric warming reduces nectar yield in a Tibetan alpine species of *Asteraceae*. *Annals of botany*, 116(6), 899-906. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv042>
- Muhl, Q. E., du Toit, E. S., Steyn, J. M., & Apostolides, Z. (2013). Bud development, flowering and fruit set of *Moringa oleifera* Lam. (Horseradish Tree) as affected by various irrigation levels. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 114, 79-87.
- Orhant, L. (2022). *Les facteurs liés à la chute de la production de Miel de Corse AOP : le cas des pratiques apicoles*. Rapport de stage, ESA - L'Ecole supérieure des agricultures, Angers, France.
- Orsini, A. (2022). *Les Eaux Douces de Corse*. Editions 8Studioscamaroni, Corse.
- Pacini, E., & Nepi, M. (2007). Nectar production and presentation. In *Nectaries and nectar* (pp. 167-214). Springer, Dordrecht.
- Pandey, P., Ramegowda, V., & Senthil-Kumar, M. (2015). Shared and unique responses of plants to multiple individual stresses and stress combinations: physiological and molecular mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 6, 723. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00723>
- Peden, D. (1998). Agroecosystem management for improved human health: applying principles of integrated pest management to people. In R. Blair, R. Rajamahendran, L. S. Stephens, & M. Y. Yang, *Conference proceedings of annual meeting of the Canadian Society of Animal Science*.
- Poulsen, B. O. (1996). Relationships between frequency of mixed-species flocks, weather and insect activity in a montane cloud forest in Ecuador. *Ibis*, 138(3), 466-470. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1996.tb08066.x>
- Opescu, A., Dinu, T. A., Stoian, E., & Serban, V. (2021). Honey production in the European Union in the period 2008-2019-A statistical approach. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21(2), 461-473.
- Rizhsky, L., Liang, H., & Mittler, R. (2002). The combined effect of drought stress and heat shock on gene expression in tobacco. *Plant physiology*, 130(3), 1143-1151. <https://doi.org/10.1104/pp.006858>
- Rome, S., & Giorgetti, J. P. (2007). La montagne corse et ses caractéristiques climatiques. *La météorologie*, 59, 39-50.
- Sardans, J., & Peñuelas, J. (2013). Plant-soil interactions in Mediterranean forest and shrublands: impacts of climatic change. *Plant and soil*, 365(1), 1-33. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1591-6>
- Schiere, J. B., & Grasman, J. (1996). Agro-ecosystem health: aggregation of systems in time and space. In *Proceedings of a Seminar on Agro-Ecosystem Health* (pp. 23-36). Wageningen, NRLO-rapport 97/31.
- Syndicat AOP Miel de Corse - Mele di Corsica, 2020. Alerte sur la situation des exploitations apicoles de Corse.

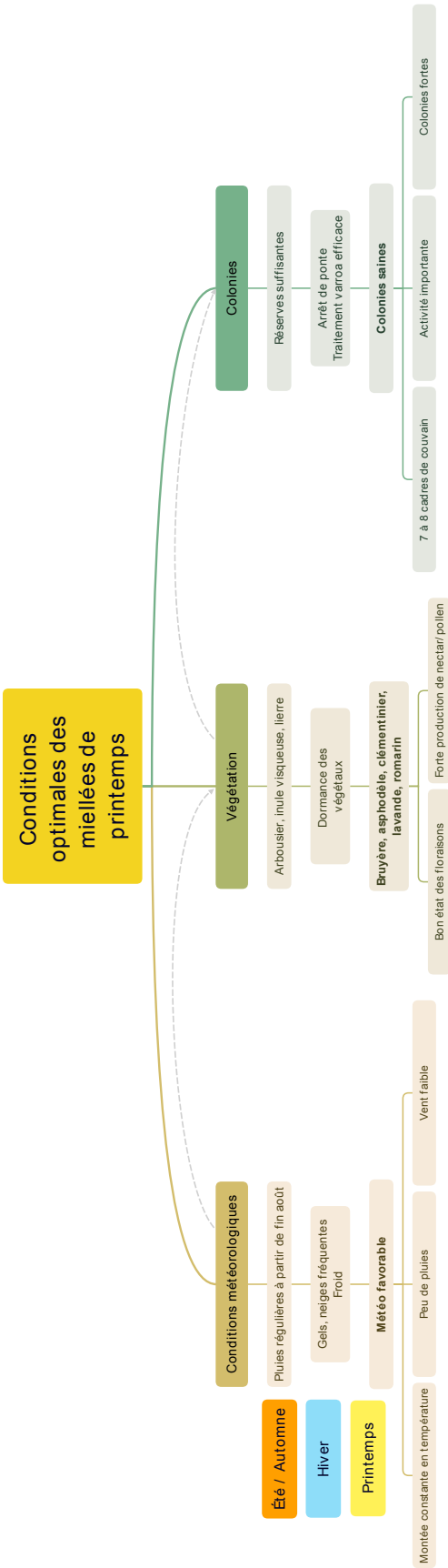
- Valido, A., Rodríguez-Rodríguez, M. C., & Jordano, P. (2019). Honeybees disrupt the structure and functionality of plant-pollinator networks. *Scientific reports*, 9(1), 1-11.
- Vasiliev, D., & Greenwood, S. (2021). The role of climate change in pollinator decline across the Northern Hemisphere is underestimated. *Science of the Total Environment*, 775, 145788. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145788>
- Vercelli, M., Novelli, S., Ferrazzi, P., Lentini, G., & Ferracini, C. (2021). A qualitative analysis of beekeepers' perceptions and farm management adaptations to the impact of climate change on honey bees. *Insects*, 12(3), 228. <https://doi.org/10.3390/insects12030228>
- Vicens, N., & Bosch, J. (2000). Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environmental entomology*, 29(3), 413-420. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.3.413>
- Waser, N. M., & Price, M. V. (2016). Drought, pollen and nectar availability, and pollination success. *Ecology*, 97(6), 1400-1409. <https://doi.org/10.1890/15-1423.1>
- Yang, X., & Cox-Foster, D. (2007). Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology*, 134(3), 405-412. <https://doi.org/10.1017/S0031182006000710>
- Yokoi, S., Mori, S., Katsumata, M., Geng, B., Yasunaga, K., Syamsudin, F., Nurhayati, & Yoneyama, K. (2017). Diurnal Cycle of Precipitation Observed in the Western Coastal Area of Sumatra Island: Offshore Preconditioning by Gravity Waves. *Monthly Weather Review*, 145(9), 3745-3761. <https://doi.org/10.1175/mwr-d-16-0468.1>

Annexes

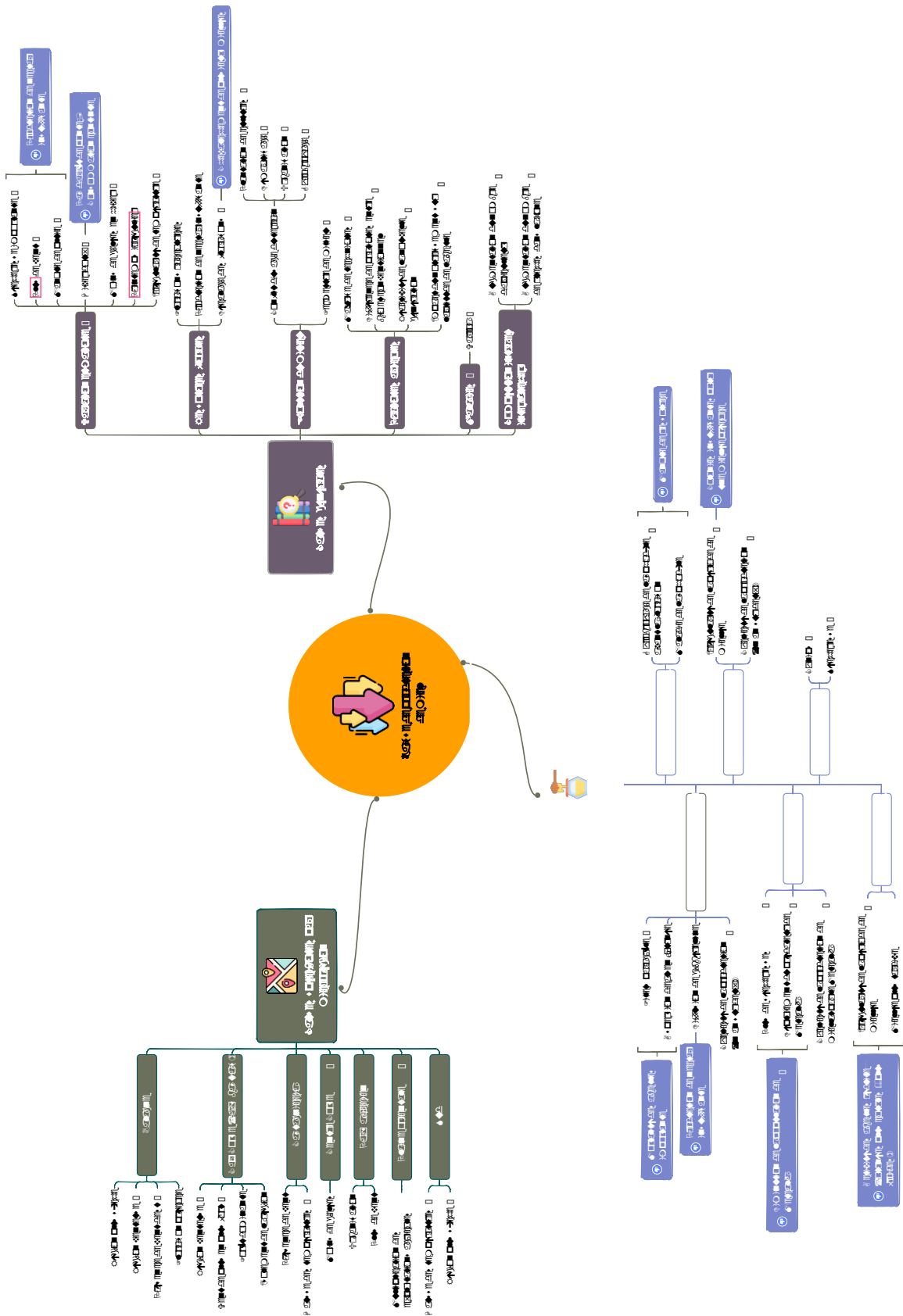
Annexe 1 : Graphique de l'évolution des productions des miels de la gamme AOP Miel de Corse – Mele di Corsica (Syndicat AOP Miel de Corse)



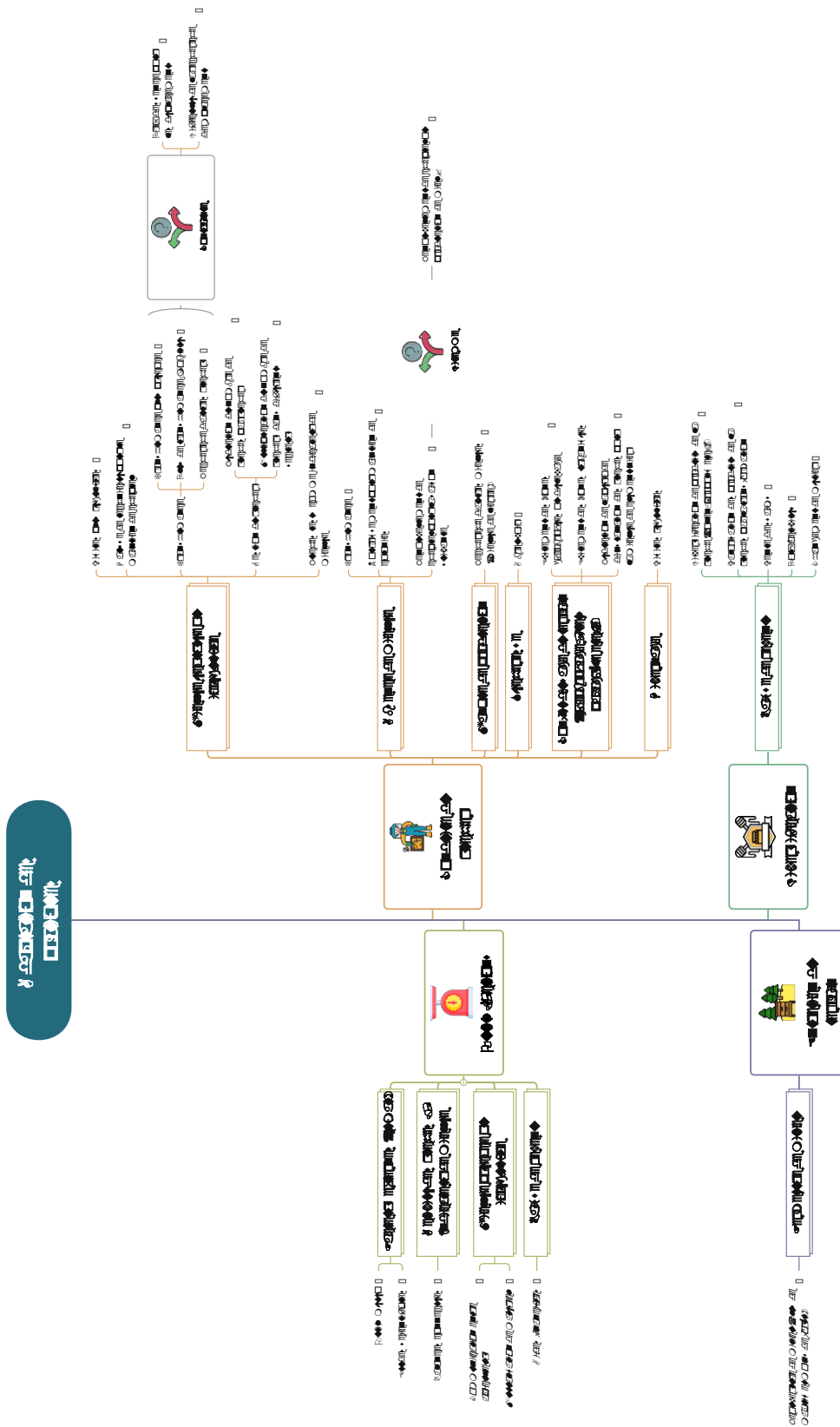
Annexe 2 : Carte mentale des conditions optimales des miellées de printemps



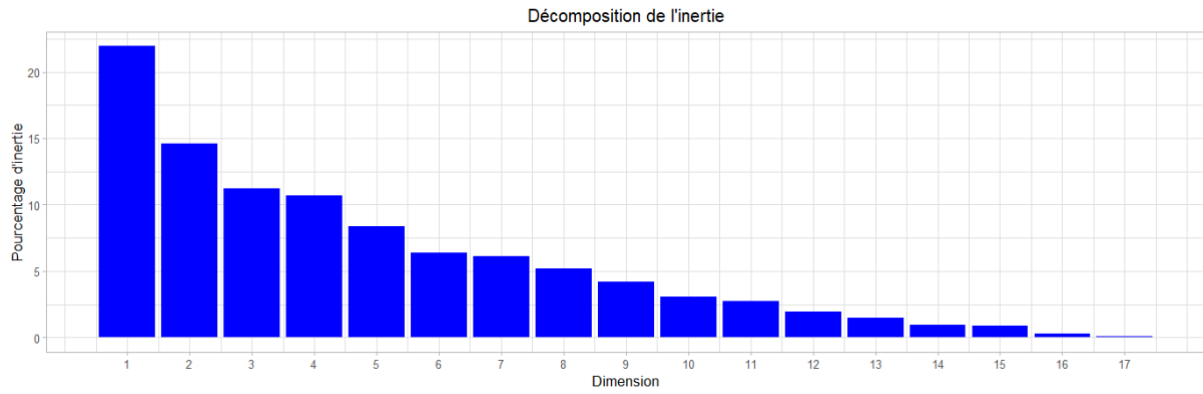
Annexe 3 : Carte mentale des explications de la chute de production de miel



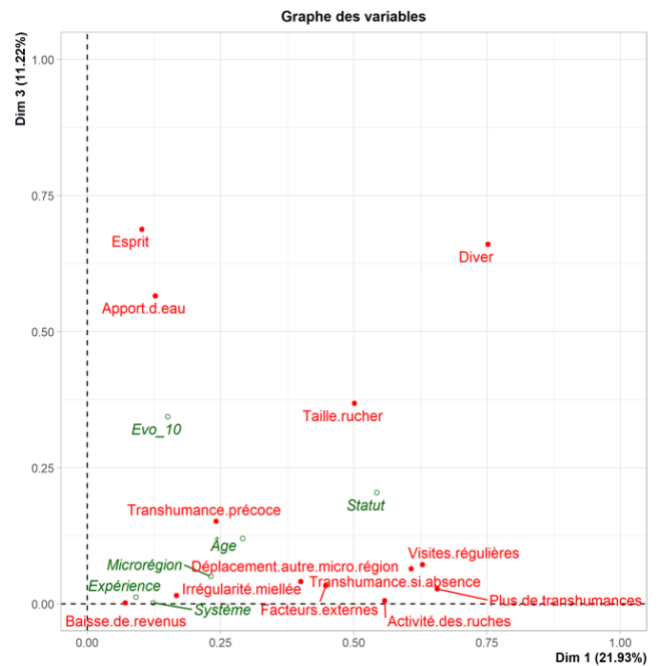
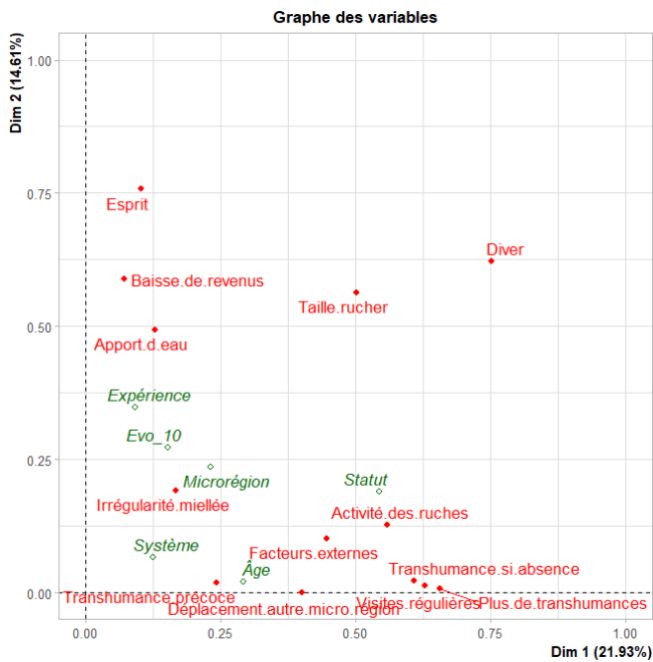
Annexe 4 : Carte mentale des stratégies d'adaptation des apiculteurs



Annexe 5 : Décomposition de l'inertie de la variance de l'ACM



Annexe 6 : Carré des liaisons des modalités sur les dimensions 1 et 2 et sur les dimensions 1 et 3



Annexe 7 : Tableau du rapport de corrélation des variables qualitatives aux dimensions de l'ACM

	Variable	R²	p-value
Dimension 1	Plus.de.transhumances	0,657	4,57E-05
	Visites.plus.régulières	0,629	8,64E-05
	Transhumance.si.absence	0,608	1,37E-04
	Activité.des.ruches	0,558	3,69E-04
	Déplacement.autre.microrégion	0,400	4,81E-03
	Facteurs.externes	0,447	1,18E-02
	Taille.rucher	0,501	1,81E-02
	Diver	0,752	1,86E-02
	Statut	0,543	2,77E-02
	Transhumance.précoce	0,242	3,82E-02
Dimension 2	Esprit	0,757	2,45E-05
	Baisse.de.revenus	0,588	2,05E-04
	Apport.d.eau	0,494	6,09E-03
	Taille.rucher	0,564	7,39E-03
	Expérience	0,347	1,01E-02
Dimension 3	Esprit	0,689	1,61E-04
	Apport.d.eau	0,566	1,92E-03

RÉSUMÉ

La production de miel en Corse décroît depuis les dix dernières années sans que l'on puisse expliquer les raisons de cette chute, mettant en situation critique les exploitations apicoles de l'île. L'une de ces causes pourrait être les effets des changements climatiques. Cette étude a pour objectif i) d'identifier les facteurs liés aux conditions environnementales pouvant avoir un impact sur la baisse de la production de miel en Corse sous l'Appellation d'Origine Protégée ; ii) d'étudier les paramètres météorologiques annuels durant la période de 1999 – 2021 et les conditions météorologiques journalières durant le printemps 2022 afin de mieux appréhender les effets des variations climatiques sur la production des miels de printemps et iii) d'objectiver les adaptations mises en place par les apiculteurs pour faire face aux irrégularités des miellées. Les changements climatiques ont été la principale cause de l'irrégularité des miellées et de la chute des productions selon les apiculteurs enquêtés. De nombreuses hypothèses émises par les apiculteurs quant à l'influence de certains paramètres sur leurs productions ont été validées par des analyses statistiques entre les conditions climatologiques et la production de miel de Corse en AOP. En effet, certains paramètres météorologiques, à savoir la température, la précipitation, la vitesse du vent et l'humidité pourraient avoir un impact sur la production de miel. La variation de ces paramètres induite par l'aggravation des épisodes de sécheresse pourrait expliquer les irrégularités des miellées. Face à cette situation, les apiculteurs ont mis en place des mesures d'adaptation de leurs conduites du rucher comme les pratiques de transhumances et l'augmentation de fréquence de visite, d'une part, et d'utilisation des outils météorologiques et des balances connectées comme l'indicateur de prise de décision, d'autre part. Néanmoins, certaines caractéristiques de l'apiculteur comme les statuts agricoles, la taille de cheptel etc. pourraient les contraindre dans les actions à entreprendre pour s'adapter à la situation actuelle.

Mots-clés : Changements climatiques, enquête, apiculture, production de miel, plante mellifère.

ABSTRACT

Honey production in Corsica has been decreasing for the last ten years without any explanation of the reasons for this fall, putting the island's beekeeping farms in a critical situation. One of the causes could be the effects of the climatic changes. This study aims i) to identify the factors related to the environmental conditions which can have an impact on the fall of the honey production in Corsica under the Protected Designation of Origin; ii) to study the annual meteorological parameters during the period of 1999 – 2021 and the daily meteorological conditions during the spring 2022 in order to better apprehend the effects of the climatic variations on the production of the spring honeys and iii) to objectify the adaptations set up by the beekeepers to face the irregularities of the honey flows. The climatic changes were the main cause of the irregularity of the honey flows and the productions fall according to the surveyed beekeepers. Many hypotheses emitted by the beekeepers as the influence of certain parameters on their productions were validated by statistical analyses on the climatological conditions and the production of honey of Corsica in PDO. Indeed, some meteorological parameters, namely temperature, precipitation, wind speed and humidity could have an impact on the honey production. The variation of these parameters induced by the aggravation of the drought episodes could explain the irregularities of the honey flow. Faced with this situation, beekeepers have implemented measures to adapt their apiary management, such as transhumance practices and increased frequency of visits, on the one hand, and the use of meteorological tools and connected scales as decision-making indicators, on the other. Nevertheless, some characteristics of the beekeeper such as agricultural status, herd size etc. could constrain them in the actions to be taken to adapt to the current situation.

Keywords: Climate change, survey, beekeeping, honey production, melliferous plant.