



Exploration des défis, stratégies et perspectives d'adaptation au changement climatique des maraîchers biologiques d'Île-de-France

Karine Cartau

► To cite this version:

Karine Cartau. Exploration des défis, stratégies et perspectives d'adaptation au changement climatique des maraîchers biologiques d'Île-de-France. Sciences agricoles. 2021. hal-03810474

HAL Id: hal-03810474

<https://hal.inrae.fr/hal-03810474>

Submitted on 11 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Exploration des défis, stratégies et perspectives d'adaptation au changement climatique des maraîchers biologiques d'Île-de-France

Karine Cartau

Mémoire de fin d'études

Octobre 2021

100^{ème} promotion

Résumé

Depuis ces dernières années, le changement climatique impacte de plus en plus le maraîchage biologique francilien. Les événements climatiques extrêmes, tels que les sécheresses et les canicules, entraînent une diminution de la qualité et du rendement des légumes. De fait, les maraîchers s'inquiètent de l'avenir de leur production et de la pérennité de leurs exploitations.

Dans ce contexte, le GAB Île-de-France, en partenariat avec INRAE, proposent d'identifier les stratégies et leviers d'adaptation envisageables face au changement climatique. L'objectif de cette étude est d'identifier les actions concrètes à mettre en œuvre et les perspectives à explorer en matière d'expérimentation et de diffusion des connaissances.

A l'issue d'une étude qualitative menée sur les fermes franciliennes, un panel de stratégies agronomiques, techniques et économiques ont été identifiées. L'enquête a permis de définir des priorités d'action pour le futur, basées sur la formation et l'expérimentation avec et pour les maraîchers.

Mots-clés : GAB Île-de-France, INRAE, maraîchage biologique, adaptation au changement climatique

Abstract

Over the past few years, climate change increasingly impacted organic market gardening in the Paris region. The extreme climate events such as droughts and heat waves result in a lower quality and vegetable yield. Market gardeners are thereby concerned about the future of their production and the sustainability of their farms.

In this context, the GAB Île-de-France, in partnership with INRAE, propose to identify the adaptation strategies to climate change. The aims of this study are to determine the specific actions to be undertaken, and to assess the opportunities to be explored in terms of trial and knowledge-sharing.

On conclusion of the qualitative research lead on organic vegetable farms, a range of agronomic, technical, and economical solutions have been identified. The investigation has identified priorities for the future, based on training and experiment with and for the organic gardeners.

Keywords: GAB Île-de-France, INRAE, organic market gardening, climate change adaptation

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mon organisme d'accueil, le Groupement des Agriculteurs Biologiques d'Île-de-France qui m'a permis de réaliser mon stage de fin d'études. Je remercie Grégory Tierce, coordinateur technique au GAB Île-de-France, qui m'a encadrée et supervisée au cours de ces six mois. Je tiens également à remercier l'ensemble de l'équipe du GAB Île-de-France qui m'a accueillie avec beaucoup de sympathie et de bienveillance.

Mes remerciements vont à Kévin Morel, chercheur de INRAE pour son encadrement de qualité, ses conseils avisés et sa bienveillance tout au long de ce stage. J'ai beaucoup apprécié travailler aux côtés d'un chercheur et découvrir le monde passionnant de la recherche.

Je remercie l'ensemble des maraîchers qui m'ont généreusement accordé leur temps, leur patience et leur générosité lors des entretiens. Ils m'ont beaucoup appris sur la production maraîchère et enseigné une nouvelle vision de l'agriculture. Les échanges à leurs côtés ont été très enrichissants pour mon stage et le reste de mon parcours professionnel.

Je souhaite remercier toutes les personnes qui ont répondu à mes questions et sollicitations au cours de ce stage. Ces échanges m'ont permis de mener à bien ma mission.

Je tiens à remercier Edwige Armand, ma tutrice de mémoire, pour son accompagnement au long des six mois. Elle a été très disponible pour m'aider à réaliser mon mémoire.

J'adresse mes remerciements à l'Ecole d'Ingénieurs de Purpan, sans qui ce stage n'aurait pas pu avoir lieu. Je dois à cette Ecole cette expérience ainsi que toutes celles que j'ai pu avoir au cours de ces cinq dernières années. Elles ont été incroyablement riches et demeureront inoubliables.

Enfin, je tiens à remercier ma famille, qui a toujours su m'accompagner, m'épauler et me soutenir au travers de ma formation. Mes remerciements vont également à mes amis, qui ont su rendre cette aventure purpanaise particulièrement belle.

Sommaire

.....	1
Résumé.....	2
Remerciements	3
Sommaire.....	4
Sigles et abréviations	5
Introduction	6
Partie 1 : Contexte et enjeux de l'étude	7
1. Le maraîchage biologique en Île-de-France	7
2. La production de légumes face aux enjeux du changement climatique	13
3. Une approche collaborative GAB/INRAE pour soutenir l'adaptation au changement climatique	22
4. Problématique.....	24
Partie 2 : Démarche et Méthodologie d'étude.....	25
1. Démarche générale	25
2. Méthodologie de la phase d'enquête	27
3. Méthodologie de traitement des résultats.....	31
Partie 3 : Résultats obtenus.....	33
1. Changements climatiques et impacts sur le maraîchage en Île-de-France.....	33
2. Stratégies d'adaptation face au changement climatique	41
3. Perspectives et priorités en matière d'adaptation au changement climatique.....	51
Partie 4 : Discussion et propositions.....	57
1. Rappel des objectifs de l'étude et des enjeux pour l'entreprise	57
2. Synthèse des résultats.....	57
3. Discussion des résultats et limites de l'étude	59
4. Présentation des propositions.....	59
Conclusion	70
Table des figures.....	71
Table des tableaux	72
Table des matières.....	73
Annexes	77
Bibliographie	90

Sigles et abréviations

AB : Agriculture Biologique

AFOCG : Association de Formation Collective à la Gestion

AMAP : Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne

CIPAN : Culture Intermédiaire Pièges à Nitrates

ETP : Equivalent Temps Plein

FNAB : Fédération Nationale d'Agriculture Biologique des régions de France

GAB IdF : Groupement des Agriculteurs Biologiques d'Île-de-France

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GMS : Grandes et Moyennes Surfaces

INRAE : l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

MO : Matière Organique

MSV : Maraîchage Sol Vivant

PAC : Politique Agricole Commune

PCAE : Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles

PIB : Produit Intérieur Brut

PPAM : Plantes à Parfum Aromatiques et Médicinales

RU : Réserve Utile

SAFER : Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural

SAU : Surface Agricole Utile

UMR : Unité Mixte de Recherche

CO2 : dioxyde de carbone

h : heure

ha : hectare

kg : kilogramme

mm : millimètres

Mt : million

ppm : parties par million

t : tonne

Introduction

Le maraîchage possède un ancrage historique en Île-de-France (Gaulin, 1987). Dès le 17^{ème} siècle, des techniques horticoles se développèrent et permirent aux maraîchers d'approvisionner abondamment la capitale en fruits et légumes. Les environs de Paris se démarquèrent par des produits spécialisés, typiques de terroirs remarquables (Menapace et Goelzer, 2019). Au cours du 20^{ème} siècle, le développement de la voie ferrée et l'essor de l'urbanisation contribuèrent à faire décliner la production maraîchère. Ce déclin se poursuivit au début du 21^{ème} siècle du fait de difficultés économiques et structurelles inhérentes à cette filière spécifique (Terre de Liens, 2011). A cette période, c'est même l'ensemble du secteur de la production de légumes qui est fragilisé (AGRESTE, 1999).

Depuis ces dernières années, le maraîchage biologique connaît néanmoins un léger regain en Île-de-France. Les surfaces en agriculture biologique connaissent une progression remarquable tandis que le nombre de nouveaux installés en maraîchage biologique croît de 10% par an (GAB IdF, 2020b). Les nouveaux installés sont accompagnés par des structures dont le GAB Île-de-France, car le maraîchage biologique est une production spécifique qui demande une grande technicité (FNAB, 2020). Une ferme maraîchère repose en effet sur un système de production diversifié et complexe, qui va de pair avec une approche globale de la production (Bio Hauts-de-France, 2021).

En plus des défis quotidiens de leur métier, les maraîchers sont confrontés depuis quelques années à une menace grandissante, celle du changement climatique. Depuis ces dernières années, les maraîchers biologiques franciliens sont affectés par les effets de ce phénomène planétaire (Coisne, 2020b). Les épisodes caniculaires et les sécheresses dégradent leur production estivale tout en favorisant le développement de bioagresseurs (Humbaire, 2019). Les aléas climatiques menacent ainsi la production de légumes qui est pourtant essentielle à un régime alimentaire sain et équilibré (Ayyogari et al., 2014).

Dans ce contexte, le GAB Île-de-France cherche à proposer un accompagnement adapté pour les maraîchers face aux défis du changement climatique. INRAE vise de son côté à acquérir des connaissances et capitaliser des références qui soient utiles aux producteurs. Ensemble, les deux structures désirent collaborer afin d'assurer la pérennité des fermes maraîchères franciliennes.

Les objectifs de ce mémoire sont (i) de recueillir les perceptions et les préoccupations des maraîchers biologiques franciliens face au changement climatique, (ii) de déterminer dans quelle mesure les maraîchers mettent déjà en place ou envisagent de mettre en place des stratégies pour s'adapter aux aléas, (iii) d'identifier les perspectives et priorités à explorer en matière d'expérimentation, de recherche et de diffusion de connaissances auprès des maraîchers.

Dans un premier temps, le contexte et les enjeux de l'étude seront abordés, suivis de la méthodologie. Puis, nous nous intéresserons aux résultats obtenus et aux propositions mises en avant pour améliorer l'étude.

Partie 1 : Contexte et enjeux de l'étude

1. Le maraîchage biologique en Île-de-France

1.1 L'histoire des maraîchers de Paris

1.1.1 Un terroir unique à l'origine de productions remarquables

Le maraîchage regroupe les « parcelles de plein air ou sous abris bas toujours consacrées à des légumes au fil des campagnes » (AGRESTE, 2013). Le maraîchage se distingue des légumes de plein champ qui sont produits en rotation avec d'autres cultures (AGRESTE, 2013). En 2016, le maraîchage représentait 6% des exploitations agricoles franciliennes (Kirthichandra, et al., 2018). Bien qu'il ne tienne pas une place prépondérante à l'heure actuelle, le maraîchage a pourtant figuré parmi les productions historiques et traditionnelles de la région (Gaulin, 1987). Du Moyen Âge à la révolution industrielle, le maraîchage s'est développé, bénéficiant du climat tempéré de l'Île-de-France, de la richesse des sols et du vaste réseau de cours d'eau délimités par la Seine et ses affluents (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme, 2017). Ainsi, en 1790, les 48 000 ha du département du Grand Paris étaient principalement dédiés à l'agriculture. Les surfaces agricoles et de bois s'étendaient à l'époque sur une surface de 40 000 ha, tandis que 8000 ha étaient urbanisés (Roy, 2019). Entre le 17^{ème} et le 20^{ème} siècle, Paris était un haut lieu d'innovations et de création variétale. Au cours de cette période, ce sont environ 45 variétés de légumes qui ont porté le nom de Paris ou de villages alentours (chou-fleur de Vaugirard, pomme de terre de la Plaine des Vertus) (Roy, 2019).

1.1.2 La science des maraîchers de Paris

Au cours de la seconde moitié du 19^{ème} siècle, la production maraîchère atteint un haut niveau de technicité (Gaulin, 1987). Les maraîchers pouvaient en effet récolter jusqu'à six ou sept récoltes par an (Menapace et Goelzer, 2019). Le système de production reposait ainsi sur l'intensité des rotations et les associations culturales. Par ailleurs, les maraîchers avaient recours à l'utilisation des couches chaudes et au forçage des cultures, ce qui leur permettait de produire à contre saison et d'assouvir la demande (Péron, 2014). La « science des maraîchers de Paris » était d'ailleurs pratiquée dès le 17^{ème} siècle au Potager du roi à Versailles. Il était ainsi possible de fournir la table du roi en petits pois dès le mois d'avril, en figues au mois de juin et en asperges au mois de décembre.

1.1.3 Le ventre de Paris et sa ceinture maraîchère

Pendant la seconde moitié du 19^{ème} siècle, la ville de Paris était ceinturée de jardiniers-maraîchers qui alimentaient les Halles de Paris. Les 1800 jardiniers cultivaient sur 1378 ha de terres et fournissaient les Halles avec une abondance de légumes. Les maraîchers d'Île-de-France étaient réputés notamment pour les carrières de champignons de Paris (Conseil Régional d'Île-de-France, 2018), les asperges d'Argenteuil et les haricots d'Arpajon (Menapace et Goelzer, 2019). Le système



Figure 1 : maraîchers de la Plaine des Vertus aux Halles au début du XX^{ème} siècle (Roy, 2019)

d'économie circulaire (Conseil Régional d'Ile-de-France, 2018) mis en place permettait aux jardiniers de produire près de 25 kilos de légumes par m², avec huit récoltes par an : les maraîchers repartaient toujours des Halles avec du fumier (Menapace et Goelzer, 2019). Les surfaces cultivées en légumes connurent leur apogée en 1880 (Roy, 2019) puis amorcèrent leur déclin avec l'urbanisation, l'avènement du train et le déclin de la traction animale. Alors qu'on dénombrait 1000 maraîchers dans Paris en 1859, on en comptait plus que 291 en 1921 et 140 en 1936. En 1939, le département du Grand Paris avait en effet perdu son caractère rural (Roy, 2019).

1.2 Une production légumière soumise à de nombreuses contraintes

1.2.1 Le déclin de la production de légumes pendant la seconde moitié du 20^{ème} siècle

Le déclin du maraîchage s'est poursuivi au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle notamment à cause du développement urbain, de la pression foncière et des problèmes émergents de pollution dans certaines plaines maraîchères (Terre de Liens, 2011). La proximité avec Rungis et l'essor de l'importation ont de plus amplifié la concurrence avec les produits nationaux et mondiaux (Terre de Liens, 2011). Enfin, l'âge vieillissant des exploitants en productions spécialisées a constitué une contrainte supplémentaire à laquelle le secteur du maraîchage a été confrontée à l'approche du 21^{ème} siècle (Conseil Régional d'Ile-de-France, 2018). Ainsi, entre 1988 et 2000, le nombre d'exploitations maraîchères a diminué de 71% en petite couronne (Terre de Liens, 2011).

De manière générale, l'ensemble des producteurs de légumes ont été affectés en Île-de-France au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle. Ils ont été particulièrement affectés par des problèmes économiques liés au coût des salariés, aux frais de logement pour les ouvriers agricoles et au montant des impôts (AGRESTE, 1999). Les producteurs ont en effet été confrontés à des charges croissantes liées à la main d'œuvre, associées à des prix de vente trop bas (Aubry et Chiffolleau, 2009). Ainsi, ce sont plus de 1700 exploitations productrices de légumes qui ont disparu entre 1979 et 1997 (AGRESTE, 1999).

Cette diminution s'est même poursuivie au début du 21^{ème} siècle, où les surfaces légumières ont diminué de 37% entre 2000 et 2010 (Cheveau, 2013). Les légumes destinés à la transformation ont été plus affectés par cette baisse par rapport aux surfaces de légumes dédiées au marché du frais (Cheveau, 2013). En effet, les débouchés pour la production de légumes sont multiples, de même que les types d'exploitations qui les produisent.

1.2.2 Une place mineure réservée à la production de légumes en Île-de-France

Dans le cadre du projet « Agriculture et marchés alimentaires territorialisés » mené entre 2016 et 2018, la Chambre d'Agriculture d'Ile-de-France a défini 7 types d'exploitations agricoles productrices de légumes (Chambre d'Agriculture Région Ile-de-France, 2019) :

- **Céréaliier ayant un atelier maraîchage diversifié** : SAU moyenne de 90 ha (dont 6 ha en maraîchage), marchés forains (95% du chiffre d'affaires)
- **Céréaliier légumier pour l'industrie** : SAU moyenne de 250 ha, grossistes ou entreprises de transformation
- **Maraîcher diversifié spécialisé** : faible surface (12 ha en moyenne), marchés forains (90% du chiffre d'affaires)
- **Maraîcher diversifié en maraîchage biologique** : faible surface (5 ha en moyenne) en agriculture biologique, AMAP (jusqu'à 100% du chiffre d'affaires)

- **Maraîcher de gros, producteurs de salades** : surface moyenne de 100 ha (50 ha grandes cultures, 40 ha salades), commercialisation auprès de Rungis, GMS
- **Céréaliériste producteur de pommes de terre** : surface moyenne de 250 ha (dont 30 ha de pommes de terre), grossistes et négociants
- **Maraîcher de gros, légumes variés** : grande diversité de systèmes, commercialisation à Rungis et GMS/centrales d'achat (Chambre d'Agriculture Région Ile-de-France, 2019)

La production de légumes est variée et diversifiée en Île-de-France mais elle reste minoritaire. En effet, elle ne représente que 0,8% des surfaces agricoles, et moins de 9% des fermes franciliennes produisaient des légumes en 2010 lors du dernier recensement agricole (Drouet, 2020). En 2016, on dénombrait 298 exploitations en maraîchage et horticulture en Île-de-France, ce qui représente uniquement 6% des exploitations agricoles (Kirthichandra, et al., 2018). Ce sont les grandes cultures qui dominent les productions agricoles de la région (figure 2) (FRSEA et al., 2016). Sur les 593 000 ha de surface agricole totale en région francilienne, 510 000 ha sont destinés aux grandes cultures soit 86% (DRIAAF, 2020). 70% des surfaces en grandes cultures sont en outre dédiées aux céréales, et surtout au blé, qui occupe 2/3 de la surface agricole francilienne (DRIAAF, 2020).

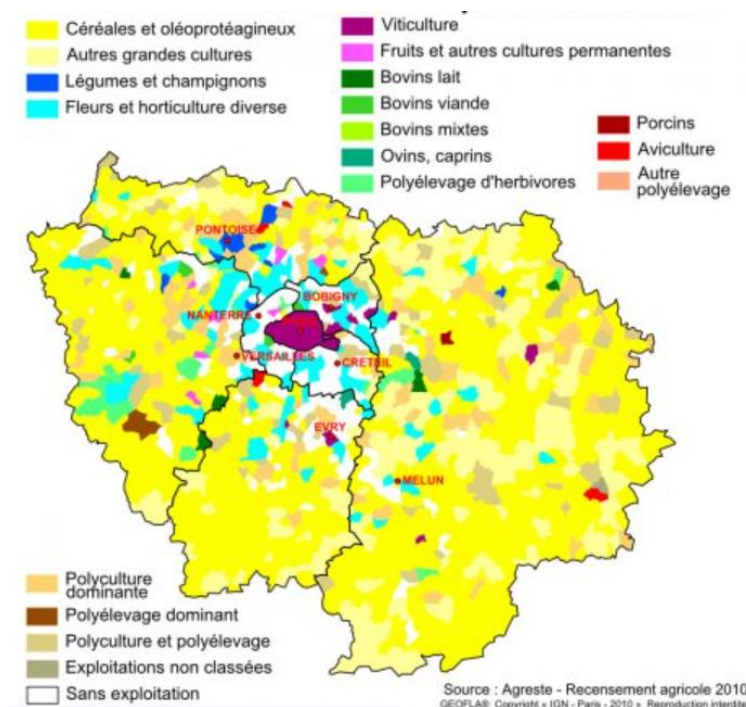


Figure 2 : orientation technico-économique des exploitations d'Ile-de-France (Agreste, 2010)

1.2.3 Des contraintes qui subsistent pour la production maraîchère

Les maraîchers franciliens sont toujours soumis à l'accroissement de l'urbanisation qui s'accompagne d'une forte pression foncière (Jeunes Agriculteurs d'Ile-de-France, 2017). Par ailleurs, ils font face à la multiplication d'actes de vols et de dégradations (AGRESTE, 1999). Enfin, les maraîchers sont particulièrement concernés par les problèmes de main d'œuvre qualifiée et motivée qui leur est particulièrement difficile à trouver (Conseil Régional d'Ile-de-France, 2018).

La situation pour la production maraîchère est de ce fait fragilisée. Néanmoins la sauvegarde des productions spécialisées dont le maraîchage est nécessaire afin de préserver l'identité agricole francilienne (Conseil Régional d'Île-de-France, 2018). La protection et la pérennisation de cette production historique doivent ainsi s'ancrer dans les politiques locales (Terre de Liens, 2011). En ce moment, les agriculteurs biologiques sont favorisés au moment de l'installation (Terre de Liens, 2011). L'agriculture biologique est actuellement en plein essor en Île-de-France, elle répond directement à une demande des consommateurs et à des enjeux de politiques alimentaires. Ainsi, elle pourrait peut-être contribuer à redynamiser le secteur du maraîchage.

1.3 L'espoir d'un regain pour le maraîchage biologique

1.3.1 L'essor de l'agriculture biologique en Île-de-France

La part de l'agriculture biologique dans la SAU francilienne est particulièrement réduite par rapport aux autres régions françaises. Toutefois, ce mode de production connaît une forte progression en Île-de-France depuis ces dernières années (Agence bio, 2020). Les surfaces engagées en agriculture biologique ont progressé de 165% entre 2010 et 2018 (Drouet, 2020). En 2018, la progression des surfaces a été particulièrement forte puisque ces dernières ont augmenté de 31,6% (figure 3) contre 13% sur le territoire national (GAB IdF, 2020b).

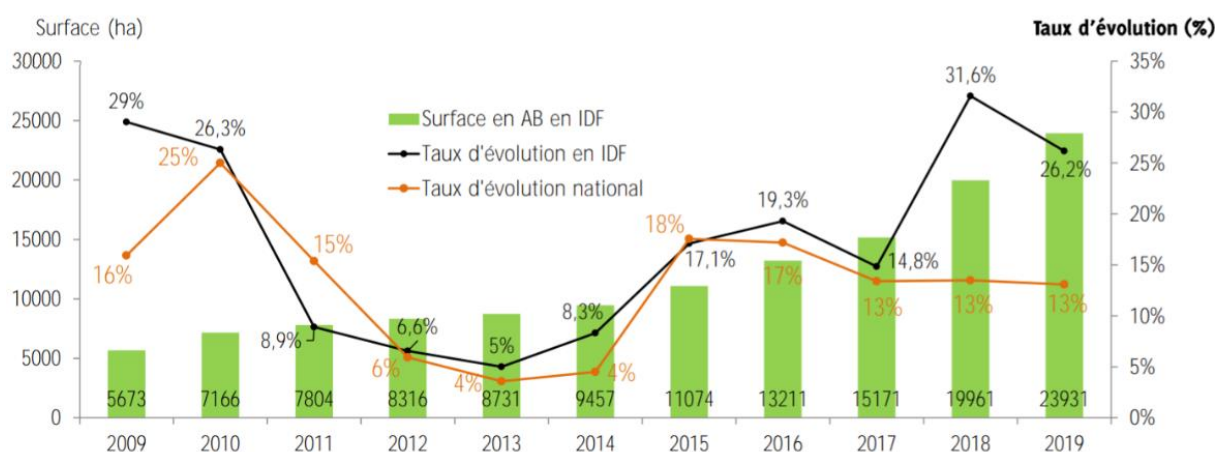


Figure 3 : progression des surfaces en agriculture biologique (GAB IdF, 2020)

L'année suivante, ce sont 89 exploitations qui se sont engagées dans l'agriculture biologique (Carré, 2020). Entre 2018 et 2019, le nombre d'exploitations en agriculture biologique a augmenté de 25% en Île-de-France, contre 13% en Occitanie (Agence bio, 2020). Cette région détient pourtant la plus forte part de fermes (22,6% contre 1% en Île-de-France) et de surfaces biologiques (503 026 ha contre 23 931 ha en Île-de-France) à l'échelle nationale (Agence bio, 2020). En 2020, on dénombre ainsi près de 30 000 ha en agriculture biologique et 546 exploitations engagées, selon les chiffres de l'Observatoire régional (GAB IdF, 2020a). Les surfaces en agriculture biologique représentent donc 5,05% de la SAU régionale, et 11,3% des exploitations franciliennes sont en agriculture biologique (DRIAAF, 2020).

1.3.2 Une part non négligeable du maraîchage biologique dans la production de légumes biologiques en Île-de-France

Selon la FNAB, la production de légumes biologiques peut être répartie au sein de 4 typologies d'exploitations (FNAB, 2020) : le maraîchage diversifié, maraîchage spécialisé, la production légumière et la production légumes/céréales. En 2019, la catégorie « légumes » (maraîchage diversifié, légumes de plein champ, légumes secs, cresson, champignons, PPAM) ne représente que 5,1% des surfaces en agriculture biologique, contre 63,4% pour les grandes cultures et 22,3% pour les productions fourragères (GAB IdF, 2020b). Si on se réfère toutefois au nombre d'exploitations en agriculture biologique, on remarque que 34% des exploitations d'Île-de-France produisent des légumes biologiques en production principale (GAB IdF, 2020b).

Fin 2019, parmi les 157 exploitations franciliennes produisant des légumes biologiques en production principale, la majorité (80%) est dédiée au maraîchage diversifié (GAB IdF, 2020b). On compte en effet 127 maraîchers diversifiés qui pratiquent le maraîchage en tant que production principale, sur un total de 474,1 ha (figure 4). Ainsi, 38,7% des surfaces de légumes sont dédiées au maraîchage diversifié contre 27,3% pour les légumes de plein champ (GAB IdF, 2020b). A l'échelle régionale, les fermes biologiques pratiquant le maraîchage diversifié en production principale représentaient 28% fin 2019 (GAB IdF, 2020b). Le maraîchage diversifié est donc particulièrement important au sein de la catégorie « légumes » en Île-de-France (GAB IdF, 2020b). C'est d'ailleurs au sein de la catégorie « maraîchage biologique » qu'on dénombre le plus d'installations depuis les dernières années (GAB IdF, 2020b).

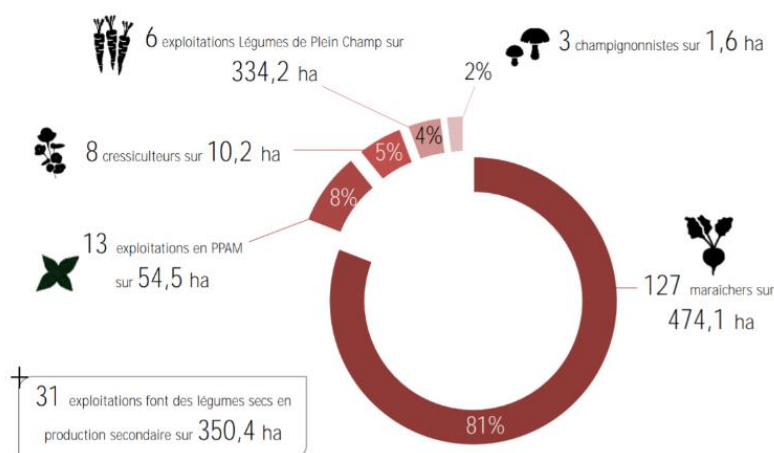


Figure 4 : surfaces et nombre d'exploitations productrices de légumes en Île-de-France (GAB IdF, 2020)

1.3.3 Une installation plus marquée en maraîchage biologique

On remarque depuis les dernières années une forte installation en maraîchage biologique. En effet, depuis cinq à six ans, il y a 10 fermes qui se créent en maraîchage chaque année (Drouet, 2020). Fin 2019, on dénombrait 23 nouvelles installations et parmi elles, 65,2% en maraîchage (GAB IdF, 2020b). Au cours de l'année 2020, la majorité des installations a concerné le maraîchage (GAB IdF, 2021). Cette tendance est confirmée par les structures d'accompagnement à l'installation telles que le réseau des AMAP, le Champ des Possibles, Terre de Liens, le GAB Île-de-France, l'AFOCG et ABIOSOL (Drouet, 2020). En effet, depuis une dizaine d'années, la plupart des projets d'installation sont tournés vers le maraîchage biologique. De nombreux porteurs de projet souhaitant s'installer en maraîchage sont souvent

issus d'un milieu non agricole. Très souvent, ces personnes désirent changer de cadre de vie et découvrir une activité professionnelle qui ait davantage de sens (Drouet, 2020).

1.4 Le maraîchage biologique diversifié, un système de production complexe basé sur la diversité

Par ailleurs, les structures d'accompagnement sont très souvent en lien avec des porteurs de projet maraîchers du fait de la spécificité de la production (Bio Hauts-de-France, 2021). Les systèmes maraîchers diversifiés sont complexes. Ils sont basés sur :

- **Une très grande diversité de légumes produits** : entre 30 à 50 espèces (Bio Hauts-de-France, 2021). Cela requiert beaucoup de technicité (FNAB, 2020). En comparaison, le maraîchage spécialisé produit un nombre plus réduit d'espèces (environ 10), tandis que la production légumière est spécialisée sur une rotation de 3 à 5 légumes (FNAB, 2020).
- **Un faible recours à la mécanisation**
- **Des surfaces réduites** : entre 0,5 et 2-6 ha (FNAB, 2020). La surface moyenne des exploitations biologiques franciliennes qui cultivent en premier lieu du maraîchage est de 3,5 ha (GAB IdF, 2020b). En maraîchage spécialisé, les surfaces sont en moyenne de 5 à 20 ha tandis que la production légumière peut se cultiver entre 20 et 100 ha (FNAB, 2020).
- **Une commercialisation en vente directe principalement**, en AMAP ou circuit court (FNAB, 2020). Selon les chiffres fin 2019 de l'Observatoire régional d'Île-de-France, 83,4% des légumes en maraîchage diversifié ont effectivement été vendus en vente directe dont 46,7% en AMAP et 15,6% en vente à la ferme (GAB IdF, 2020b)
- **Un temps de travail important et une forte saisonnalité dans le travail** : en effet, le temps de travail hebdomadaire est situé entre 40 et 60h par semaine mais peut atteindre 10 à 14h par jour pendant l'été contre 5 à 8h par jour en hiver (Réseau des Chambres d'agriculture, 2019).
- **Une main d'œuvre de 4,3 ETP en moyenne** mais elle peut être de 5,1 ETP en saison estivale contre 2,7 ETP en hiver (Chambre d'Agriculture Région Ile-de-France, 2019).

L'ensemble de ces caractéristiques demande des grandes capacités d'anticipation et d'organisation, et c'est en cela que les organismes de développement détiennent un rôle majeur (Bio Hauts-de-France, 2021). Ainsi, le maraîchage biologique repose sur une conduite culturale complexe qu'il est impératif de maîtriser. Être maraîcher requiert une forte polyvalence et un tempérament solide, permettant de rebondir à la suite d'évènements imprévus tels que des « pertes de récolte dues à des conditions climatiques exceptionnelles » (Réseau des Chambres d'agriculture, 2019). Ces aléas sont pourtant de plus en plus récurrents et sont sources de préoccupations grandissantes pour les maraîchers franciliens (Humbaire, 2019). En effet, ils attestent notamment de la récurrence des épisodes de sécheresse et de canicules ces dernières années (Coisne, 2020b). Certains d'entre eux sont également atteints par des attaques d'altises¹ et de pucerons (Humbaire, 2019). Le maraîchage étant déjà une production très technique, on peut en effet se demander comment gérer au mieux les aléas climatiques en production de légumes. Dans la partie suivante, nous nous intéresserons donc aux conséquences du changement climatique sur la production de légumes (2.2) et aux leviers d'adaptation qui sont envisageables (2.3.2).

¹ Insecte coléoptère

2. La production de légumes face aux enjeux du changement climatique

2.1 Le changement climatique en France et en Île-de-France

2.1.1 Description du phénomène climatique

Le changement climatique, défini par le GIEC comme une « variation des paramètres climatiques » affecte l'ensemble de la planète. Désormais, ce phénomène mondial est indiscutable au sein de la communauté scientifique (Berard et Detrie, 2015). Le cinquième et dernier rapport du GIEC de 2014 estime qu'il existe un lien très probable entre les activités humaines et la hausse des températures depuis 1950 (ADEME et al., 2013). Les activités anthropiques sont en effet responsables du rejet de gaz à effet de serre notamment par la combustion des énergies fossiles, l'agriculture intensive et la déforestation (Agence Parisienne du Climat, 2019). Les gaz rejetés, tels que le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote, amplifient l'effet de serre et contribuent à l'augmentation de la température moyenne à la surface de la terre (ADEME, 2019).

2.1.2 Evolutions climatiques en France

Depuis 1850, on constate en France un réchauffement du climat qui fait suite à la révolution industrielle (Agence Parisienne du Climat, 2019). Au cours du 20^{ème} siècle, la température a augmenté de 1°C en France (Météo-France, 2020) (figure 5). Ce réchauffement se serait même accentué depuis les dernières décennies puisque depuis 1980 la pente moyenne d'évolution de la température en France est de 0,4°C par décennie (Touchais et Levraut, 2015).

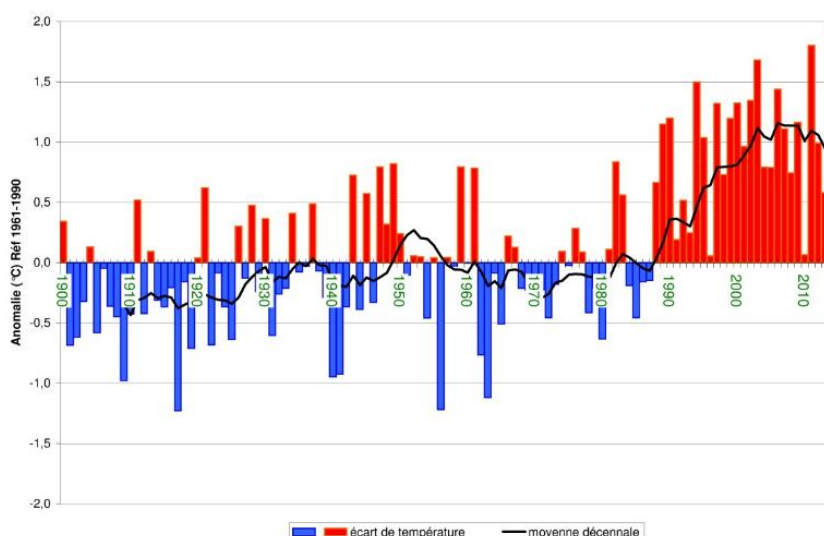


Figure 5 : écart de température moyenne par rapport à la normale de référence sur la période en France (Météo France, 2020)

2.1.3 Evolutions climatiques en Île-de-France

Bien que le changement climatique soit plus rapide dans le sud-ouest de la France (Touchais et Levraut, 2015), la région Île-de-France subit tout de même les évolutions du climat et notamment l'augmentation des températures. La station climatique de Paris-Montsouris, qui figure parmi les trois stations centenaires de France (Bardis & Hissem, 2018), a recensé entre 1901 et 2000 une hausse des températures minimales de 1,6°C (Agence Parisienne du Climat et Météo-France, 2015).

La tendance au réchauffement en Île-de-France a été particulièrement marquée au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle (Berard et Detrie, 2015) (Annexe 1). En effet, au cours de cette période, les températures maximales ont augmenté de 1,5°C. En conséquence de l'augmentation des températures, le nombre de jours chauds a augmenté de 3 à 6 jours par décennie entre 1959 et 2009 en Île-de-France (Bardis et Hissem, 2018) (Annexe 2). L'Île-de-France a également été confrontée à des épisodes caniculaires et des sécheresses plus fréquentes durant l'été (AREC, 2019).

En région francilienne et à l'instar du pays, une poursuite du réchauffement actuel est prévue pour la première moitié du 21^{ème} siècle. Au cours de cette période, les températures pourraient augmenter de 1,5 à 3°C. Sur la seconde moitié du 21^{ème} siècle, l'augmentation des températures pourrait atteindre 4,5°C. A Paris, la hausse des températures serait particulièrement importante en été, où elle serait de 5,7°C en moyenne, contre 3,8°C en hiver d'ici 2080 (DRIEE et al., 2012). Il y aura en outre davantage de jours chauds, voire très chauds (Annexe 3), ce qui aura des impacts conséquents sur les productions de légumes qui sont particulièrement sensibles à des températures constamment élevées (Kumari et al., 2018).

2.1.4 Impacts sur l'agriculture francilienne

En Île-de-France et dans le reste du territoire national, de nombreuses préoccupations émergent quant aux conséquences du changement climatique sur la santé humaine (vagues de chaleur, inondations, qualité de l'eau potable...), l'économie (baisse du PIB...) mais également sur l'agriculture (Denhartigh, 2014). Ce secteur est en effet un des premiers impactés par le changement climatique (Lasnier, 2020), car l'élévation des températures affecte le cycle des plantes cultivées (ADEME, 2019).

Jusqu'à présent, les effets du changement climatique ont été peu documentés en production de légumes contrairement aux productions pérennes (Bertuzzi, 2020). En effet, on entend plus souvent parler des effets sur la vigne ou l'arboriculture, ce qui est certainement dû au fait que les cultures maraîchères en cycle court sont moins sensibles et cultivées sous abris, donc protégées (ACPEL, 2021). Les impacts sur la production maraîchère biologique en Île-de-France sont encore moins renseignés, le maraîchage biologique représentant moins de 2% des surfaces biologiques (GAB IdF, 2020b) et environ 0,08% de la SAU francilienne. Pourtant, il y a un réel enjeu à s'intéresser aux impacts du changement climatique sur les légumes, car ce sont des éléments majeurs des régimes alimentaires (Kumari et al., 2018). Ils assurent en effet un apport conséquent en nutriments, minéraux et sont consommés toute l'année. De plus, les légumes sont très vulnérables aux évolutions climatiques (Abewoy, 2018) et certains maraîchers franciliens attestent déjà de l'influence du changement climatique sur la production des légumes. Le manque d'eau et les températures excessives affectent notamment leur qualité (radis piquants, blettes filandreuses...) (Coisne, 2020b).

Il est donc question dans les parties suivantes d'étudier les impacts sur les légumes de la modification des paramètres climatiques (CO₂, température) et des événements météorologiques extrêmes. En ce qui concerne les variations de températures, on dissocie les effets de l'augmentation des températures (partie 2.2.2), des effets des températures extrêmes (partie 2.2.3). En effet, les végétaux sont impactés à la fois par l'augmentation de la température moyenne et par des températures extrêmes (Benyoussef Bisbis et al., 2018).

2.2 Les effets du changement climatique sur la production de légumes

Le changement climatique est une des premières causes de baisse de production des légumes à travers le monde, du fait de la réduction des rendements moyens. Des pénuries seraient même à craindre au niveau mondial (ACPEL, 2021). Un ensemble de paramètres affecte les légumes, tels que la hausse des températures, les inondations, la salinité et la réduction de la disponibilité en eau d'irrigation. Nous allons aborder dans un premier temps les effets négatifs de l'augmentation du CO₂ et des températures sur la production de légumes.

2.2.1 Impacts de la hausse du CO₂ sur la production de légumes

L'élévation du taux de CO₂ peut entraîner une diminution de la qualité et du rendement :

- **Diminution des micro et macronutriments** : il y a une baisse des taux de protéine, magnésium, fer et zinc de 9.5%, 9.2%, 16.0%, et 9.4%, respectivement. La teneur en protéine diminue particulièrement dans les légumes racines (20,5%) par rapport aux légumes fruits (10,5%) (Dong et al., 2018). Le taux en fer a fortement diminué dans les légumes feuilles (31%) contre 8,2% pour les légumes racines. Cette baisse du taux de fer a été plus marquée en production de légumes (16%) qu'en riz (5,2%) et en blé (5,1%). Les impacts de la hausse du CO₂ doivent donc être pris en compte puisqu'ils diminuent le taux de sels minéraux tels que le fer et le zinc, qui sont pourtant importants dans la nutrition humaine et surtout celle des enfants (Dong et al., 2018).
- **Développement des adventices** : l'accroissement des taux de CO₂ bénéficie aux adventices en stimulant la croissance du rhizome et du tubercule. On observe donc une augmentation de leur capacité de reproduction et de leur abondance (Korres et al., 2016). Ainsi, des espèces telles que le liseron ou le chardon pourrait se développer avec le changement climatique (Korres et al., 2016), notamment en maraîchage où elles sont souvent présentes.

Malgré ses conséquences néfastes, la hausse du CO₂ peut présenter des effets positifs sur la production de légumes, tel que l'augmentation du rendement par stimulation de la photosynthèse. Il a été observé une hausse de 44% du rendement de tomates, concombres, et laitues lorsque le taux de CO₂ est doublé (étude de E.Korres de l'INRA en 2016) et une hausse de 35% du rendement de haricots verts lorsque le taux de CO₂ passe de 378 ppm à 550 ppm (étude de K.Burkey en 2012). Toutefois, l'augmentation est à relativiser car les cultures s'adaptent à la hausse du CO₂, via le « processus d'acclimatation ». En production de concombres, après 16 jours d'exposition à 1000 ppm CO₂ dans une chambre de croissance, les taux d'assimilation et de croissance diminuaient (Benyoussef Bisbis et al., 2018).

L'augmentation du taux de CO₂ entraîne également une hausse du taux de sucres solubles. L'élévation de la concentration de CO₂ entraîne l'augmentation de 13,2% du glucose, 14,2% du fructose, 3,7% du sucrose pour l'ensemble des légumes (figure 6). L'augmentation des sucres solubles est particulièrement importante pour les choux chinois, avec une hausse comprise entre 38 et 188% dans

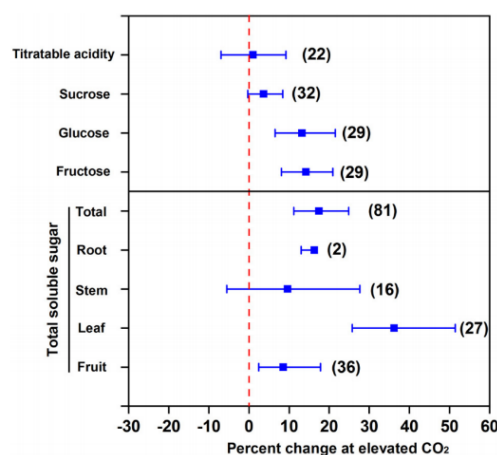


Figure 6 : effets de l'élévation du CO₂ sur les concentrations de sucres solubles et sur l'acidité des légumes (Dong et al., 2018)

les feuilles (Dong et al., 2018). La hausse du taux de CO₂ peut certes améliorer la qualité nutritionnelle des légumes, toutefois pour cela il est nécessaire que les facteurs de lumière, de nutriments et d'eau ne soient pas limitants, ce qui n'est pas toujours le cas (Benyoussef Bisbis et al., 2018).

2.2.2 Effets de l'élévation des températures sur la production de légumes

De même que l'élévation du taux de CO₂, la hausse des températures peut conduire à une baisse du rendement et de la qualité en production de légumes :

- **Réduction du rendement des légumes** : les réponses des plantes à la température dépendent grandement de l'espèce et du stade de développement (Benyoussef Bisbis et al., 2018). Toutefois, de nombreuses activités physiologiques, métaboliques et biochimiques dépendent de la température de l'air (Kumari et al., 2018). Les fluctuations de la température moyenne journalière peuvent ainsi constituer une menace importante pour les légumes. Au-delà de 21°C, on constate une nette réduction du rendement du tubercule (Ayyogari et al., 2014). En plantes à bulbes (ail, échalotte, ciboulette...), une augmentation de 1°C pourrait décroître le rendement de 3,5 à 15% (Gora et al., 2019).
- **Diminution de la qualité** : le pigment responsable de la couleur de la tomate, le lycopène, se développe à une température optimale de 21 à 24°C (Kumari et al., 2018). Au-delà de 27°C, le pigment commence à se dégrader ce qui résulte en une diminution de la qualité du fruit (Ayyogari, Sidhya, et Pandit, 2014).
- **Altération de la phénologie** : l'augmentation des températures va contribuer à modifier les stades clés de développement des légumes et va altérer la floraison, la pollinisation et les dates de récolte des légumes (Webb et Whetton, 2010).
- **Emergence de certains bioagresseurs** : la hausse des températures et l'adoucissement de la saison froide auraient des conséquences sur les insectes : baisse du taux de mortalité, hausse des invasions, multiplication des générations, accélération de la phénologie et vols plus précoces (Benyoussef Bisbis et al., 2018). L'amplification des populations de pucerons et d'aleurodes est à craindre car ils sont vecteurs de viroses (Keatinge et al., 2014). La diminution des gelées pourrait en outre favoriser la survie d'agents pathogènes (maladies, virus, bactéries...) et accentuer leur cycle de développement (Abewoy, 2018).
- **Besoins en vernalisation** : certains légumes (asperges, choux-fleurs) ont besoin de températures froides pendant l'hiver pour se développer. Une température entre 7 et 10°C est nécessaire pour la floraison et la croissance des choux-fleurs. Une augmentation moyenne de 2,9°C a pour conséquence un délai de 49 jours dans la formation des méristèmes (étude menée par Wurr en 1996) (Benyoussef Bisbis et al., 2018).

L'élévation des températures peut présenter certains intérêts, qu'il est intéressant de présenter. Du fait de l'augmentation des températures, la période de production s'allonge ce qui permettrait l'augmentation des rendements de certaines espèces. Entre 1961 et 2005, la saison de production (période de l'année où la température de l'air est supérieure à 5°C) a augmenté de 35 jours. La hausse des températures au printemps permettrait de réchauffer précocement les sols ce qui bénéficierait notamment aux carottes et oignons, dans la mesure où l'augmentation des températures serait associée à une hausse des précipitations. L'excès d'eau pourrait toutefois être néfaste pour certaines opérations telles que le semis ou la récolte

(Benyoussef Bisbis et al., 2018). Ainsi, l'augmentation des températures au printemps et à l'automne pourrait être bénéfique uniquement si elle n'est pas accompagnée d'un excès d'eau. La hausse des températures permet en outre d'introduire de nouvelles espèces. En effet, une plus grande saison de production à l'automne faciliterait la production d'espèces exotiques telles que le melon qui se cultive traditionnellement au sud de l'Europe (Benyoussef Bisbis et al., 2018).

Enfin, la hausse des températures associée à une diminution du gel permettrait de produire certaines cultures en plein champ. Avec des hivers plus doux et une diminution des gels, il serait possible de produire certains légumes en plein champ, qui sont normalement produits sous serre (choux-fleur, endive, mâche...). En Île-de-France, ce sont entre 3 et 4 jours de gel qui ont été perdus chaque année entre 1959 et 2009 (Bardis et Hissem, 2018). La poursuite du réchauffement au 21ème siècle devrait entraîner une diminution de l'occurrence des gelées (10/20 jours de gel par an en 2080 contre 60/70 actuellement) et un raccourcissement de la période hivernale ce qui pourrait rendre la production hivernale plus attractive en Île-de-France (DRIEE et al., 2012). Ainsi, la production de légumes fait preuve de capacités d'adaptation face à l'évolution du CO₂ et des températures (Benyoussef Bisbis et al., 2018). La figure 7 ci-dessous montre les effets négatifs et positifs observables sur les légumes. Toutefois, ces capacités d'adaptation présentent des limites, notamment face aux événements climatiques extrêmes, que nous allons désormais aborder.

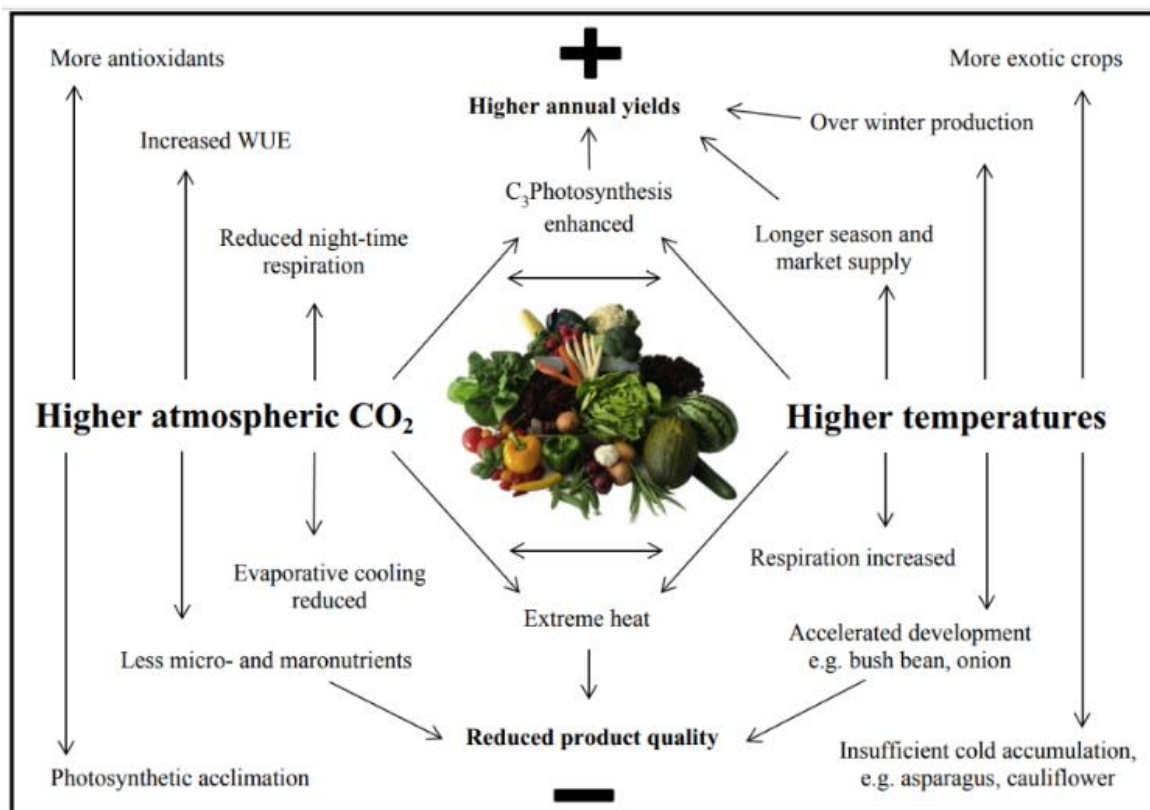


Figure 7 : effets de la hausse du CO₂ et des températures sur le rendement et la qualité des légumes (Bisbis et Teixeira, 2018)

2.2.3 Conséquences des extrêmes climatiques sur la production de légumes

Evènements extrêmes	Impacts sur les légumes
Températures élevées (supérieures à 35°C) (Korres <i>et al.</i> , 2016).	Altération de la pollinisation et de la formation des fruits : réduction de la nouaison des tomates à des températures journalières de 37°C (Benyoussef Bisbis <i>et al.</i>, 2018) Altération des tissus végétaux : coups de soleil sur la peau des légumes (exemple : tomate, pois, piment) (Benyoussef Bisbis <i>et al.</i>, 2018) Abscission des fleurs et avortement des ovules des haricots verts à une température supérieure à 35°C (Ayyogari <i>et al.</i>, 2014) Augmentation de la demande évaporative (Amigues <i>et al.</i>, 2006)
Canicules (température anormalement élevée le jour et la nuit pendant 3 jours d'affilée) (Taburet, 2020)	Brûlures sur les fruits de tomates et les salades Avortement des fleurs de tomates Diminution du calibre des tomates
Sècheresse : météorologique (déficit prolongé de précipitations), hydrologique (niveaux de lacs, rivières et nappes anormalement bas), agricole (déficit en eau des sols superficiels) (Amigues <i>et al.</i> , 2006). Périodes où « la transpiration et l'évaporation sont supérieures aux précipitations » (Benyoussef Bisbis <i>et al.</i> , 2019).	Altération des activités physiologiques, génétiques et biochimiques de la plante : modification de la photosynthèse et de la respiration : diminution de la croissance des plantes Modification de la germination des graines d'oignons et des tubercules de pommes de terre Altération de l'abscission des fleurs : une sécheresse à ce stade clé peut causer jusqu'à 50% de pertes de rendement en production de tomates (Abewoy, 2018) Réduction des rendements en laitues et carottes de 25 à 30% selon les capacités d'irrigation (Benyoussef Bisbis <i>et al.</i>, 2019) Mort de la plante en cas de stress hydrique intense (Kumari <i>et al.</i>, 2018)
Canicules et sécheresses	Augmentation de la pression parasitaire : développement de l'altise, insecte de la famille des chrysomèles (Humbaire, 2019) qui crée des trous sur les feuilles et pond dedans. Il attaque différents types de choux de la famille des crucifères (choux verts, rouge, de Bruxelles ou brocolis) (Noyal, 2019).
Pluies excessives et inondations	Stress abiotiques entraînant une réduction de la croissance et du rendement des légumes (Kumari <i>et al.</i>, 2018) Evolution du métabolisme du stade aérobie vers le stade anaérobie : faible taux d'oxygène stimule la formation d'éthylène : fruit endommagé, parfois mort de la plante, surtout en tomates (Kumari <i>et al.</i>, 2018)

Tableau 1 : impacts des extrêmes climatiques sur les légumes

Comme le montre le tableau 1 ci-dessus, de manière générale, les extrêmes climatiques diminuent le rendement et la qualité des légumes. En Île-de-France, les maraîchers subissent les effets de ces événements sur leurs produits : la canicule de l'été 2019 a causé des brûlures sur salades (Humbaire, 2019) et une réduction du calibre et du rendement en tomates (Léo, 2019). La même année, la présence d'altises favorisée par les canicules et les sécheresses a occasionné jusqu'à 70% de pertes dans certains départements d'Île-de-France (Humbaire,

2019). Ces deux événements extrêmes contribuent à augmenter les besoins en irrigation, ce qui entraîne une vigilance accrue des maraîchers (Terre-net, 2017) et un accroissement de leur charge de travail.

Les effets croisés des canicules et des sécheresses se révèlent être les plus dommageables : les températures élevées, combinées à un faible taux d'humidité dans les sols, constituent en effet les principales causes de pertes de rendement en production de légumes (Abewoy, 2018). Les chercheurs de la London School of Hygiene and Tropical Medicine ont établi en 2018 que d'ici 2050, la combinaison des températures élevées et de la disponibilité réduite en eau pourrait réduire les rendements des légumes de 35% contre 9% pour les légumineuses (Ochs, 2018). Malheureusement, les prédictions climatiques prévoient l'augmentation des événements ci-dessous en Île-de-France d'ici la fin du 21^{ème} siècle :

- Augmentation du nombre d'épisodes canicules : 10 à 20 jours par an en 2100 contre 1 actuellement (Berard et Detrie, 2015)
- Hausse des périodes de sécheresses : 34 jours en moyenne par an en 2100 contre 19 jours par sur la période 1951-2009 (DRIEE et al., 2012), avec variabilités interannuelles. Les sécheresses constituent une source de préoccupation grandissante pour les maraîchers car le maraîchage est entièrement dépendant de la ressource en eau (Gazeau et al., 2020). L'eau étant un facteur déterminant pour la croissance de la plante, son absence peut effectivement être létale pour les légumes (Calcet, 2016)
- Multiplication des pluies intenses : 1,5 à 2 fois plus fréquentes qu'à la fin du 20^{ème} siècle (Bardis et Hissem, 2018)

Ainsi, les extrêmes climatiques ont des effets particulièrement dommageables sur les légumes. Il existe toutefois des solutions pour s'adapter face au changement climatique et diminuer son ampleur.

2.3 Les perspectives d'atténuation et d'adaptation au changement climatique mentionnées dans la littérature

2.3.1 L'atténuation du changement climatique en agriculture biologique

Le changement climatique affecte de manière considérable l'agriculture et altère les cycles des végétaux cultivés (ADEME, 2019). L'agriculture est donc victime des évolutions climatiques, mais elle en est également responsable. En effet, à l'échelle française, l'agriculture contribue à hauteur de 19% aux émissions de gaz à effet de serre (méthane, protoxyde d'azote, dioxyde de carbone) soit 85,3 Mt de CO₂ (Villar et Catalina, 2020). Les chiffres seraient même bien plus importants car les données ne prennent pas en compte les gaz à effet de serre émis en amont des exploitations agricoles. Ainsi, le calcul ne tient pas compte des émissions liées à la production des intrants, au transport et à la transformation (Villar et Catalina, 2020).

L'agriculture peut toutefois contribuer à la réduction des gaz à effets de serre, c'est-à-dire à l'atténuation du changement climatique (Denhartigh, 2014). L'agriculture biologique possède un « potentiel considérable pour atténuer le changement climatique » (FAO, 2021). En effet, elle offre des perspectives intéressantes en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, listées ci-dessous :

- **Non utilisation des engrais de synthèse** : la production d'engrais azotés minéraux produit beaucoup de dioxyde de carbone, tandis que l'épandage des engrais sur les

cultures génère la volatilisation du protoxyde d'azote (Agence Bio, 2015). Dans la charte de l'agriculture biologique, les engrais de synthèse sont exclus, et remplacés par des engrais organiques et/ou par l'introduction de légumineuses dans la rotation (Agence Bio, 2015). De ce fait, l'agriculture biologique contribue à réduire les émissions de dioxyde de carbone et de protoxyde d'azote (Agence Bio, 2015).

- **Recyclage de la matière organique** : les systèmes biologiques favorisent la présence de prairies, qui contribuent grandement au stockage du carbone. Une prairie peut stocker entre 500 et 1200 kg de carbone par hectare et par an selon la gestion. Un sol en agriculture biologique comporte ainsi 0,2% de carbone en plus par ha qu'un sol en agriculture conventionnelle (Agence Bio, 2015).

Toutefois, il est important de mentionner que l'impact de l'agriculture biologique sur le changement climatique fait controverse. Selon certains scénarii, l'agriculture biologique contribuerait à accroître les émissions de gaz à effet de serre (MacDonald, 2019). Ceci s'explique par le fait que les rendements en agriculture biologique sont plus faibles et devraient être compensés par des importations de produits conventionnels (Vinopal, 2019). Par ailleurs, l'agriculture biologique requiert des surfaces agricoles plus importantes, ce qui diminue la part d'espaces pouvant stocker du carbone. En outre, l'émission de carburant via les tracteurs serait plus importante du fait du désherbage mécanique (MacDonald, 2019).

2.3.2 L'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique

L'adaptation consiste à « modérer les conséquences préjudiciables des changements climatiques actuels et à venir, ainsi qu'à saisir les opportunités éventuelles » (Denhartigh, 2014). L'agriculture biologique peut non seulement atténuer le changement climatique, mais elle possède également un « potentiel considérable [...] pour s'y adapter ». En effet, l'agriculture biologique est un mode de production plus résilient face au changement climatique (Villar et Catalina, 2020). En maraîchage biologique, il existe déjà quelques solutions permettant de s'adapter au changement climatique, qui figurent dans le tableau ci-dessous :

Solutions d'adaptation		Bénéfices de la pratique
Pratiques agricoles	Couverture du sol : plastiques ou paillages organiques	Reduction de l'évaporation de l'eau du sol (Gazeau <i>et al.</i>, 2020) Conserve les ressources en eau du sol Apport de matière organique : meilleure résistance des plantes en cas de stress hydrique (Villar et Catalina, 2020).
	Itinéraires techniques	Non travail du sol : limiter l'évapotranspiration (Coisne, 2020a) Agriculture de conservation : favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol et sa rétention (INRAE, 2020b) Binage : limiter l'évaporation de l'eau, améliorer la réserve utile en eau du sol (Gazeau <i>et al.</i>, 2020).
	Adaptation des plannings culturaux	Avancée des dates de semis (Denhartigh, 2014) Décalages des plantations, plusieurs séries afin d'assurer une offre en légumes tout au long de l'année et éviter certains aléas climatiques (GAB Bretagne, 2021) <u>Note</u> : prendre en compte les spécificités de l'espèce, les contraintes pédo-climatiques et les périodes d'activité des bioagresseurs (INRAE, 2020a)

	Sélection de variétés adaptées au changement climatique	Améliorer le comportement des légumes face aux températures élevées et à la sécheresse (Coisne, 2020b) Sélectionner des variétés par rapport à la résistance aux températures pour les choux-fleurs (vernalisation) (Benyoussef Bisbis, Gruda, et Blanke, 2018). Multiplier ses semences pour obtenir des variétés adaptées aux contextes pédoclimatiques locaux (Villar et Catalina, 2020), accroître sa résilience et son autonomie (Coisne, 2020b)
	Plantation de haies, d'arbres ou d'arbustes	Assurer une protection physique face au vent et limiter l'évapotranspiration (Coisne, 2020b) Prodiguer de l'ombre aux cultures afin de limiter les brûlures sur légumes Favoriser un microclimat frais Tamponner les excès climatiques (canicules l'été et gel l'hiver) Créer un milieu favorable pour les auxiliaires de culture <u>Note</u> : Prendre en compte l'orientation, la topographie, le choix des espèces... (Lechevallier, 2020)
Investissement matériels	Abris climatiques	Augmenter la surface protégée des cultures contre les événements extrêmes et intempéries (vent violent, grêle) (ACPEL, 2021)
	Blanchiment des serres	Faire diminuer la température de 5°C (Chambre d'Agriculture Nouvelle-Aquitaine, 2019) Limiter les effets des chaleurs extrêmes (coups de soleil sur poivrons, coulures sur tomates, nécroses apicales sur poivron et tomate) Diminuer le stress des plantes et leurs besoins en eau
	Systèmes d'irrigation économes en eau	Limiter l'évaporation (Calcet, 2016). Economiser l'eau en l'apportant directement aux pieds des plantes
	Programmateurs	Economiser l'eau Eviter les oublis de fermeture de vannes
	Récupération des eaux de pluie	Augmenter son autonomie S'adapter aux épisodes de sécheresse Participer à une gestion intégrée de l'eau
Diversification des productions		Assurer une résilience en cas d'aléas climatiques (FNAB, 2020b) Diversifier les revenus économiques Avoir une diversité de variétés, d'espèces et d'ateliers pour assurer la pérennité de la ferme

Tableau 2 : solutions permettant de s'adapter au changement climatique en maraîchage biologique

3. Une approche collaborative GAB/INRAE pour soutenir l'adaptation au changement climatique

3.1 Le GAB, acteur de l'accompagnement auprès des agriculteurs

3.1.1 Un organisme de développement agricole dédié à l'accompagnement

Le GAB Île-de-France est un groupement d'agriculteurs biologiques à l'échelle de la région francilienne. Il s'agit d'un organisme professionnel à vocation syndicale qui a été créé en 1988 dans l'objectif de défendre les intérêts des agriculteurs. Le GAB est composé d'un conseil d'administration regroupant 11 membres et d'une équipe salariée de 17 personnes. Pour l'année 2021, on regroupe 182 producteurs adhérents au GAB Île-de-France, ce qui constitue plus de 50% des fermes biologiques franciliennes (GAB IdF, 2019). Le GAB Île-de-France est effectivement reconnu comme un organisme de référence concernant l'agriculture biologique. Son objectif principal est le développement cohérent et durable de l'agriculture biologique en Île-de-France.

L'organisation interne du GAB Île-de-France se décompose en filières. Les animateurs/conseillers techniques sont affectés aux filières grandes cultures, légumes de plein champ, maraîchage, arboriculture, PPAM, aviculture, apiculture et ruminants. Au sein de ces filières, les chargés de missions terrain organisent des animations, groupe d'échanges, et réunions. Ils mettent en place des formations et des forums sur des thématiques spécifiques. Les animateurs/conseillers techniques assurent également les visites individuelles sur le terrain et le suivi des projets individuels tout en capitalisant les données techniques. Enfin, ils mettent en place des forums d'échanges numériques et veillent à la diffusion de lettres d'actualités et de newsletters.

3.1.2 Le rôle clé du GAB dans l'accompagnement des maraîchers biologiques face au changement climatique

Le GAB est impliqué dans la filière maraîchage biologique en Île-de-France par l'accompagnement des maraîchers nouvellement installés et la proposition d'actions adaptées à la diversité des fermes biologiques dans la région francilienne. Pendant l'année 2019, les animateurs ont organisé des rencontres, groupes d'échanges locaux tout en assurant le suivi individuel des fermes. Ils ont également permis de nombreux échanges entre maraîchers via une liste d'échanges, et ont rédigé 48 calendriers de travail à destination des maraîchers. Au cours de cette année, les chargés de mission en maraîchage ont organisé 5 formations dont les thématiques étaient : la phytothérapie agricole, la fertilisation, le travail du sol, le maraîchage sol vivant et la biodiversité fonctionnelle (GAB IdF, 2019). Un forum a également été organisé en octobre 2019 sur le thème de l'arboriculture et du maraîchage biologique en Île-de-France et a regroupé plus de 200 participants (GAB IdF, 2019).

C'est à ce moment qu'ont émergé les discussions au sujet des préoccupations liées au changement climatique en Île-de-France. En effet, au moment du forum, certains maraîchers ont fait remonter les inquiétudes liées aux sécheresses récurrentes des dernières années (Coisne, 2020b). Certains maraîchers biologiques sont préoccupés par l'avenir de leurs productions dans un contexte de changement climatique. Ces inquiétudes ont été confirmées lors de visites individuelles, où les maraîchers ont pu faire part de la récurrence des épisodes caniculaires et d'attaques renouvelées d'altises et de pucerons (notamment au printemps 2020). D'autres sont également préoccupés par des épisodes inattendus de gel et de grêle. Ces observations à la fois lors du forum et lors des visites individuelles ont fait émerger le besoin d'une étude sur l'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique en

Île-de-France. L'objectif de cette étude serait d'avoir une appréhension plus globale, à l'échelle de la région francilienne, sur les défis et stratégies d'adaptation face au changement climatique en maraîchage biologique. C'est ainsi que ce stage de fin d'études est né, avec pour vocation de réaliser des entretiens auprès d'une vingtaine de maraîchers afin de sonder les perceptions, préoccupations liées au changement climatique et de définir des leviers d'adaptation envisageables.

A l'issue de ce stage, il est question de définir des orientations, des priorités et des actions concrètes pour le futur. C'est en cela que le GAB détient un rôle majeur. En effet, le GAB Île-de-France est un organisme de développement agricole. Or, ces derniers sont identifiés comme les acteurs majeurs de l'accompagnement à l'adaptation au changement climatique (Touchais et Levraut, 2015). Le GAB peut donc devenir un acteur de référence pour l'accompagnement à l'adaptation au changement climatique au travers de diverses actions. L'étude menée au travers de ce stage permettra de comprendre comment le GAB peut assurer cet accompagnement. Plusieurs pistes sont déjà envisageables : le GAB pourrait intégrer à son programme de formations des thématiques directement liées au changement climatique (gestion de l'irrigation, couverts végétaux, agroforesterie...). Le GAB pourrait également mettre en place des groupes d'échanges et organiser des ateliers collectifs autour du changement climatique, tout en sensibilisant les maraîchers aux impacts qu'auront les aléas climatiques futurs. L'étude doit donc permettre au GAB d'identifier quelles actions concrètes mettre en place afin d'assurer le meilleur accompagnement possible à destination des maraîchers biologiques franciliens.

3.2 INRAE, un acteur du monde de la recherche

3.2.1 Présentation de l'UMR SADAPT et de ses travaux de recherche

L'UMR SADAPT est une unité mixte de recherche, rattachée à INRAE ainsi qu'à AgroParisTech. Il s'agit d'une unité qui travaille sur des thématiques de sciences humaines, sciences biotechniques et s'intéresse aux dynamiques des systèmes sociotechniques et des systèmes socio-écologiques. L'UMR SADAPT comprend notamment une équipe Agricultures Urbaines qui travaille plus spécifiquement sur l'analyse et le soutien de la durabilité des systèmes de production agroécologiques intégrés dans des projets de (re)territorialisation de l'alimentation en régions urbaines. Kevin Morel, chercheur de l'UMR SADAPT, a donc participé à faire naître le stage, co-encadré de ce fait par le GAB et INRAE. Il est en effet spécialisé dans les systèmes de production de légumes biologiques.

3.2.2 Un stage servant de base à un projet futur : CLIMALEG

Les résultats de ce stage serviront de base à un projet de recherche futur mené par l'UMR SADAPT avec plusieurs partenaires d'Île-de-France dont le GAB : CLIMALEG (septembre 2021-septembre 2022). Ce projet, financé par le programme LEADER aura pour objectifs :

- D'identifier collectivement les préoccupations prioritaires actuelles des producteurs de légumes par rapport au changement climatique
- De favoriser les échanges de connaissances entre producteurs et capitaliser sur la pertinence et l'efficacité des stratégies d'adaptation déjà mises en œuvre dans différents contextes et types d'exploitations
- De modéliser l'impact de scénarios climatiques futurs (ex : horizon 2030, 2050) sur un panel de légumes jugés clés par les producteurs et traduire les effets de ces scénarios en indicateurs concrets de ce que cela impliquerait pour les agriculteurs

- D'identifier collectivement les priorités de recherche futures à partir de ces projections
- D'envisager des dispositifs d'expérimentation (en ferme, en station expérimentale), d'échanges de connaissances entre pairs, de formation qui pourraient être développés après le projet pour répondre à ces priorités

Ce stage matérialise donc une première collaboration entre INRAE et le GAB IdF autour de l'avenir des maraîchers biologiques franciliens face au changement climatique. La collaboration entre des organismes de développement en lien avec les agriculteurs et des instituts de recherche semble particulièrement pertinente pour penser et opérationnaliser l'adaptation au changement climatique (Touchais et Levraut, 2015).

4. Problématique

Le maraîchage a connu des difficultés importantes depuis le début du 20^{ème} siècle mais commence à se réaffirmer avec le développement de l'agriculture biologique. La production maraîchère se caractérise par une haute technicité et nécessite une connaissance précise des pratiques horticoles. Bien que la hausse des températures moyennes puisse offrir certaines opportunités de production, les légumes restent particulièrement sensibles aux températures élevées et aux événements extrêmes. Les aléas climatiques peuvent diminuer le rendement et la qualité des légumes, faisant naître de nombreuses incertitudes quant à l'avenir de la production maraîchère.

Face à ces aléas climatiques, la littérature met en avant que les maraîchers pourraient mettre en place un ensemble de stratégies et de leviers. Toutefois, la mobilisation concrète de ces stratégies par les maraîchers biologiques est très peu renseignée, en particulier en région francilienne.

La problématique générale du stage est donc la manière dont les maraîchers biologiques s'adaptent ou pourraient s'adapter au changement climatique.

Cette problématique sera abordée au travers des questions de recherche suivantes :

- Comment les maraîchers biologiques perçoivent-ils les aléas climatiques auxquels ils ont été/sont confrontés ?
- Quelles sont les stratégies d'adaptation mises en place à l'échelle de l'exploitation ?
- Quelles sont les priorités identifiées par les maraîchers en termes d'adaptation pour des actions de recherche ou développement futur ?

Partie 2 : Démarche et Méthodologie d'étude

1. Démarche générale

L'étude s'est déroulée de janvier à juin 2021, et s'est décomposée en cinq phases. La première est la phase exploratoire, qui a permis d'acquérir des connaissances à propos du sujet d'étude grâce à des recherches bibliographiques et des échanges avec des personnes ressources. La deuxième phase a consisté en l'élaboration du guide d'entretien et la sélection des fermes à enquêter. Ensuite, la phase d'enquête a pris place et a permis de collecter les données. Cette étape a été suivie par le traitement des données et l'analyse des résultats. Enfin, il a été question de synthétiser les résultats et de proposer des réponses à la problématique de départ. Les différentes phases sont représentées dans le schéma méthodologique ci-dessous (figure 8).

Problématique: Comment les maraîchers biologiques d'Île de France font-ils face au changement climatique ? Quelles sont les perspectives d'adaptation pour le futur ?

Phase 1 : Phase exploratoire

Objectifs:

- ✓ Comprendre les enjeux du changement climatique en agriculture et explorer les stratégies d'adaptation envisageables
- ✓ Étudier les caractéristiques du maraîchage biologique en Ile-de-France
- ✓ Explorer les impacts du changement climatique sur cette production en région francilienne

Méthodes:

- ⇒ Recherches bibliographiques : sources scientifiques, institutionnelles et professionnelles
- ⇒ Contact par mail avec 5 personnes ressources

Phase 2 : Elaboration du guide d'entretien et sélection des fermes

Objectifs:

- ✓ Élaboration du guide d'entretien selon l'approche qualitative
- ✓ Sélection des fermes maraîchères à enquêter en Ile-de-France

Méthodes:

- ⇒ Recherches bibliographiques sur les méthodes d'entretiens semi-directifs
- ⇒ Echanges avec la technicienne maraîchage du GAB sur le choix des fermes
- ⇒ Exploration de la base de données du GAB et utilisation de tableau Excel

Phase 3 : Phase d'enquête sur le terrain

Étudier la perception du changement climatique par les maraîchers biologiques et les principales préoccupations

Définir quelles sont les stratégies d'adaptation déjà mises en place et lesquelles pourraient être mises en place dans le futur

Analyser les freins et les obstacles à la mise en place de stratégies

Délimiter les priorités d'actions et les pistes de réflexion à creuser pour le futur

Méthode:

- ⇒ 16 entretiens semi-directifs en personne + 1 au téléphone auprès des maraîchers biologiques franciliens

Phase 4 : Analyse des résultats

Résultat:

Profils des fermes maraîchères en fonction de la perception du changement climatique

Résultat:

Liste de stratégies d'adaptation mises en place et en réflexion

Résultat:

Identification des principaux freins de manière générale et par stratégie

Résultat:

Identification des thématiques à approfondir et de leurs modes de diffusion

Méthode:

- ⇒ Utilisation du logiciel d'analyse qualitative NVIVO, d'Excel, du logiciel de mindmapping XMIND

Phase 5 : Synthèse des propositions

Objectifs:

- ✓ Présenter les priorités d'action en matière d'expérimentation et de recherche pour l'INRAE
- ✓ Établir des préconisations pour le GAB pour accompagner les maraîchers franciliens face au changement climatique

Figure 8 : schéma méthodologique

2. Méthodologie de la phase d'enquête

2.1 Choix de la méthode d'entretien

L'objet de l'étude consistait à étudier la perception du changement climatique par les maraîchers biologiques franciliens et découvrir les stratégies mises en œuvre pour s'y adapter. La méthode de l'entretien semi-directif a donc été choisie car elle permet, en études sociologiques, de comprendre les représentations des personnes enquêtées ainsi que leurs attitudes (Lugen, 2007). Les entretiens semi-directifs permettent également de recueillir un grand nombre de réponses et d'informations, ce qui nous intéressait particulièrement pour cette étude.

L'entretien semi-directif doit comporter une attitude directive de par des questions préparées et spontanées ainsi qu'une attitude non directive de par la reformulation des propos (Salès-Wuillemin, 2006). En effet, l'enquêteur doit obtenir des réponses par rapport aux thèmes d'étude définis mais doit laisser l'interlocuteur s'exprimer librement. Le travail mené en entretien auprès des maraîchers a donc été de poser des questions sur des thématiques précises, de relancer sur les points d'intérêts et de les inciter à approfondir certaines réponses. Pour ce faire, les entretiens ont été menés à partir d'un guide d'entretien, consultable en Annexe 4, également appelé « grille d'entretien » et utilisé en approche qualitative. Le guide d'entretien regroupe les différents thèmes qu'il est nécessaire d'aborder (Lugen, 2007) et permet d'avoir un support pour conduire pertinemment l'entretien. Il ne s'agit pas d'un questionnaire avec un ordre fixé de questions mais d'un support avec les thèmes à ne pas oublier au cours de l'échange.

2.2 Elaboration du guide d'entretien

L'élaboration du guide d'entretien s'est basée sur la phase exploratoire, c'est-à-dire une étude bibliographique approfondie et des échanges avec des personnes ressources. Le fait d'avoir certaines connaissances à la fois sur le changement climatique et le maraîchage biologique permettent en effet de pouvoir mieux rebondir lors des enquêtes de terrain.

Les recherches bibliographiques ont regroupé l'étude de sources scientifiques (ouvrages, articles, thèses), institutionnelles et professionnelles. Elles se sont portées dans un premier temps sur les enjeux du changement climatique associés à l'agriculture française et les stratégies mises en place pour s'y adapter. Cette approche globale a permis de comprendre la relation particulière que l'agriculture possède par rapport au climat : elle est à la fois émettrice de gaz à effet de serre et principale victime du réchauffement climatique. En second temps, l'étude bibliographique a permis de découvrir le contexte agricole francilien. Il a été question d'étudier le maraîchage biologique en Île-de-France avec un intérêt particulier pour les impacts du changement climatique dans cette région et au sein de cette production. Nous nous sommes ensuite intéressés à l'étude des stratégies mises en place par les maraîchers biologiques franciliens afin de s'adapter au changement climatique.

Ensuite, il a été question de contacter des personnes ressources afin d'obtenir des éléments d'information sur l'adaptation au changement climatique en agriculture et en maraîchage biologique. Parmi les 20 personnes contactées par mail, 5 ont répondu et ont pu donner quelques clés de compréhension par rapport à notre sujet d'étude :

- **GRAB** : Groupe de Recherche en Agriculture Biologique : un programme d'expérimentation a été mis en place en 2014 en PACA pour étudier la gestion des

irrigations dans un contexte de changement climatique en comparant 2 stratégies d'irrigation en production de poivrons.

- **ACPEL** : Association Collaborative de Production d'Expérimentations et de références Légumières en Nouvelle-Aquitaine. La personne membre de cet organisme a indiqué que les voies à explorer en matière d'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique sont : la gestion de la ressource en eau et des abris climatiques (agir sur le climat à la culture). Ces éléments de réponse ont pu orienter le guide d'entretien car nous avons à ce moment saisi l'importance de ces deux thématiques.
- **INRAE** : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement : cette personne a mentionné que les sujets prégnants en maraîchage biologique face au changement climatique seraient : le besoin en eau et la gestion des bioagresseurs. Ces informations ont renforcé l'importance d'aborder ces thématiques lors des entretiens.
- **Graines VOLTZ Ile-de-France** : entreprise de distribution de semences florales et potagères auprès des horticulteurs et maraîchers. La personne membre de cette entreprise a évoqué comment les entreprises semencières adaptaient leur offre de variétés face au changement climatique, la tendance au réchauffement en Île-de-France et la tendance actuelle des maraîchers en matière d'investissement dans les abris. Cet échange a eu une importance majeure dans la construction du guide d'entretien car il a permis de saisir les enjeux spécifiques de la sélection variétale en maraîchage biologique face aux évolutions du climat.
- **AGROSEMENS** : entreprise semencière spécialiste des variétés anciennes, des semences paysannes et des variétés reproductibles. Lors de l'échange, nous avons abordé la stratégie de conseil de l'entreprise par rapport au choix de variétés adaptées.

Ces échanges ont donc permis de comprendre davantage les enjeux du changement climatique en maraîchage biologique, qui sont notamment : la gestion des ressources en eau, des bioagresseurs, la protection des cultures par les abris et la sélection variétale. Ainsi, la phase exploratoire a été essentielle à la construction du guide d'entretien et a permis de préparer les enquêtes. Le guide d'entretien regroupe cinq thèmes, eux-mêmes décomposés en plusieurs questions. Chaque thème correspond à des objectifs d'étude :

Thématiques du guide d'entretien	Objectifs d'étude
<u>Thème 1</u> : présentation globale de la ferme et présentation de la conduite culturale en maraîchage	Connaitre le profil de l'exploitant et le contexte de production de la ferme
<u>Thème 2</u> : aléas climatiques survenus sur la ferme et conséquences sur la production de légumes	Comprendre l'impact du changement climatique sur la production de légumes en maraîchage
<u>Thème 3</u> : Stratégies d'adaptation face au changement climatique : mises en place actuellement et en cours de réflexion pour le futur	Savoir si les maraîchers biologiques ont déjà mis en œuvre ces pratiques et s'ils comptent le faire dans le futur
<u>Thème 4</u> : Freins et obstacles : contraintes à la mise en place de stratégies	Comprendre si les maraîchers sont freinés dans la mise en œuvre de stratégies d'adaptation
<u>Thème 5</u> : Perspectives et priorités : aspects du maraîchage et pratiques prometteuses à explorer	Définir les priorités d'action, les perspectives en matière d'adaptation au changement climatique

Tableau 3 : thématiques et objectifs d'étude du guide d'entretien

2.3 Sélection des fermes

Les entretiens semi-directifs ont été menés auprès de 17 maraîchers dont les exploitations sont situées dans les différents départements d'Île-de-France. Ainsi, les entretiens ont été réalisés auprès de 6 maraîchers en Seine-et-Marne (77), 3 dans les Yvelines (78), 6 en Essonne (91), 1 dans le Val-d'Oise (95) et 1 à Paris (75). 16 entretiens ont été réalisés en présentiel sur les fermes et 1 entretien a été mené à distance. Les enquêtes étaient réalisées à partir du guide d'entretien (Annexe 4), duraient entre une heure et trois heures et étaient enregistrées. En amont des entretiens, il a été question de sélectionner les fermes et ce, à partir de critères précis. L'objectif était d'avoir une grande diversité au sein des profils enquêtés.

2.3.1 Critères de sélection des fermes

En étude qualitative, c'est la diversité des profils interrogés qui assure la pertinence de l'étude (Duchesne, 2014). Ainsi, les enquêtes ont été réalisées auprès d'un panel de profils variés ce qui pouvait entraîner des différences de pratiques en matière d'adaptation au changement climatique. Cette méthode de sélection de l'échantillon « qualitatif » se distingue d'une approche quantitative qui exigerait d'enquêter un certain nombre de personnes afin d'avoir un échantillon représentatif de la population qui nous intéresse (Duchesne, 2014). Dans notre cas, il a été question d'enquêter les fermes les plus diversifiées possibles par rapport à certains critères que nous avons retenus. Pour établir ces critères, nous nous sommes basés dans un premier temps sur les typologies de fermes maraîchères biologiques en Île-de-France. Dans un second temps, nous nous sommes intéressés à ce qui pouvait entraîner des différences en matière de perception du changement climatique et de mise en place de stratégies d'adaptation. Nous avons donc retenu 8 critères de sélection afin d'assurer la représentativité des profils :

- **La surface en maraîchage biologique diversifié** : comme mentionné précédemment en partie 1.4, les surfaces en maraîchage biologique diversifié oscillent en moyenne entre 0,5 et 2-6 ha (FNAB, 2020). Nous estimons que les maraîchers peuvent mettre en place des stratégies d'adaptation variables en fonction de la surface en maraîchage diversifié. Les catégories ci-dessous ont donc été choisies pour différencier les exploitations :
 - ⇒ < 1,5 ha : 3 enquêtés
 - ⇒ Entre 1,5 et 5 ha : 7 enquêtés
 - ⇒ > 5 ha : 7 enquêtés
- **La surface agricole totale en agriculture biologique** : la surface en maraîchage biologique diversifié ne suffit pas à décrire la taille de l'exploitation, qui peut comporter d'autres ateliers. On distingue donc ces quatre catégories :
 - ⇒ Entre 0,5 et 5 ha : 8 enquêtés
 - ⇒ Entre 5 et 20 ha : 3 enquêtés
 - ⇒ Entre 20 et 100 ha : 4 enquêtés
 - ⇒ > 100 ha : 2 enquêtés

En outre, la surface agricole totale influence le niveau de mécanisation et le mode de commercialisation (vente directe, AMAP, circuit court, circuit long...). En général, des fermes de petites surfaces sont peu mécanisées et ont recours à des circuits de commercialisation

courts tandis que les exploitations de grandes surfaces sont plus fortement mécanisées et ont des circuits de commercialisation plus longs. Il est donc intéressant d'inclure ces deux critères dans notre liste.

- **Le niveau de mécanisation** : il est donc influencé par la surface totale. Le niveau de mécanisation peut influencer sur la mise en place de certaines pratiques. Par exemple, la mise en place de paille pour limiter le désherbage et conserver l'eau du sol peut être facilitée par certaines machines. On distingue donc le niveau de mécanisation en trois différents niveaux :
 - ⇒ Niveau 0 : au maximum, un microtracteur avec quelques outils attelés : 2 enquêtés
 - ⇒ Niveau 1 : un tracteur avec outils attelés classiques type cultirateur, herse étrille, bineuse, actisol, planteuse : 9 enquêtés
 - ⇒ Niveau 2 : plusieurs tracteurs et planteuse/semoir pneumatique/récolteuse à pommes de terre/matériel spécifique type lit de désherbage : 6 enquêtés
- **Le mode de commercialisation** : le mode de commercialisation est également influencé par la surface totale. En Île-de-France, on trouve différents modes de commercialisation au sein des fermes maraîchères :
 - ⇒ La vente directe (AMAP, vente à la ferme, marchés)
 - ⇒ Les circuits courts (GMS, détaillants, restaurateurs, restauration collective, coopératives)
 - ⇒ Les circuits longs (centrales d'achat, grossistes type Rungis)

Bien que l'objectif ait toujours été d'avoir des profils les plus diversifiés possibles, certains profils se ressemblent car ils représentent une tendance en Île-de-France. En effet, en région francilienne, 83,4% des légumes en maraîchage diversifié sont vendus en vente directe dont 46,7% en AMAP (GAB IdF, 2020b). Ainsi, le mode de commercialisation en vente directe est davantage représenté dans les enquêtes. Sur 17 entretiens, 12 fermes maraîchères sont en vente directe (AMAP, vente à la ferme, marchés) contre 2 en vente directe et circuits courts et 1 en circuits courts et longs.

- **La durée depuis l'installation** : nous pensons qu'il est important d'étudier la perception du changement climatique et de ses impacts auprès de différentes catégories de maraîchers : ceux qui sont installés depuis longtemps et ceux qui viennent de s'installer. La durée depuis l'installation peut éventuellement exercer une influence sur la perception. Ainsi, on distingue 4 catégories :
 - ⇒ < 5 ans : 4 enquêtés
 - ⇒ Entre 5 et 10 ans : 4 enquêtés
 - ⇒ Entre 10 et 15 ans : 3 enquêtés
 - ⇒ > 15 ans : 6 enquêtés
- **L'âge de l'exploitant(e)** : il est en moyenne de 37 ans pour les exploitants en maraîchage en France (Agence bio, 2012), ainsi il a été question de choisir des fermes dont l'âge des exploitants est situé en dessous et au-dessus de cette limite. Les différentes catégories sont donc les suivantes :
 - ⇒ Moins de 40 ans : 4 enquêtés
 - ⇒ 40 à 59 ans : 13 enquêtés

- **Le sexe** : féminin (2) ou masculin (15)
- **La diversité des ateliers** : la diversité en agriculture est identifiée comme un critère de résilience par rapport au changement climatique (Denhartigh, 2014). Les fermes ont donc été sélectionnées selon les catégories ci-dessous :
 - ⇒ Maraichage : 4 enquêtés
 - ⇒ Maraichage – Arboriculture : 3 enquêtés
 - ⇒ Maraichage – Arboriculture – Grandes cultures : 1
 - ⇒ Maraichage – Arboriculture – PPAM (Plantes à Parfum Aromatiques et Médicinales) : 1
 - ⇒ Maraichage – Grandes cultures : 4 enquêtés
 - ⇒ Maraichage – Grandes cultures - Légumes de plein champ : 1
 - ⇒ Maraichage – Légumes de plein champ : 1
 - ⇒ Maraichage – Aviculture : 2

Deux derniers critères peuvent être pris en compte. Il est à noter toutefois qu'ils n'ont pas été définis en amont comme des critères de sélection. Il s'agit davantage de regarder à l'issue des enquêtes le lien qu'ils peuvent avoir avec les éléments de réponse. Ces deux critères comprennent le lien au foncier (locataire, propriétaire) et la nature du sol (sable limoneux, limono sableux, limono argilo sableux, argilo limono sableux). Le fait d'avoir un panel de fermes qui possèdent des natures de sol différentes permet d'avoir des retours variés sur les pratiques agricoles et permet de comprendre le lien qu'a la ferme au terroir.

2.3.2 Le panel de fermes sélectionnées

Après avoir retenu 8 critères de sélection, le choix des fermes s'est fait à partir de deux sources de données. En premier lieu, nous nous sommes basés sur les fermes recommandées par la référente en maraîchage au GAB, dont la connaissance précise des exploitations a permis de sélectionner une liste pertinente de 13 exploitations à enquêter. Ces fermes ont été retenues car elles présentaient des profils diversifiés au regard des critères de sélection mais également parce qu'elles possèdent des caractéristiques intéressantes pour notre enquête :

- ✓ Une gestion intégrée de la ressource en eau
- ✓ L'implication dans un réseau de semences paysannes
- ✓ La mise en place du blanchiment des serres
- ✓ La prise en compte de la biodiversité sur la ferme

Pour compléter le panel, il a été question en second lieu d'utiliser les informations de la base de données du GAB. En exportant ces données sous Excel, il a été possible de faire une sélection de 14 fermes afin d'arriver à une liste totale de 27 fermes. Ce chiffre a été fixé au-delà de l'objectif premier défini à 20 fermes, car l'hypothèse était faite que tous les maraîchers sélectionnés ne pourraient pas forcément prendre part aux enquêtes. En effet, lors de la prise de contact par téléphone, certains maraîchers ne pouvaient pas participer à l'enquête ce qui a conduit à une modification de la liste initiale. Finalement, nous avons établi une liste de 17 enquêtés.

3. Méthodologie de traitement des résultats

Le traitement des données qualitatives a consisté dans un premier temps à la retranscription des entretiens puis à l'analyse du contenu. La retranscription s'est faite sur des fichiers Word

et l'analyse du contenu s'est portée sur une analyse dite « thématique » (ou verticale). Cette dernière vise à analyser les phrases des répondants selon différents thèmes. Elle a pour objectif de traiter les éléments constitutifs du discours des interrogés (Lugen, 2007). L'analyse du contenu des entretiens s'est faite sur le logiciel d'analyse qualitative NVIVO.

3.1 Utilisation du logiciel NVIVO

NVIVO est un logiciel qui permet d'accélérer le traitement des données en facilitant l'organisation et le classement des informations. Tout d'abord, les fichiers Word retranscrits sont ajoutés sur l'interface NVIVO. Ensuite, il s'agit de les « coder », c'est-à-dire, d'associer un « code » aux éléments textuels des fichiers Word (Aberdeen, 2013). Pour ce faire, nous avons suivi une démarche d'analyse qualitative qui consiste à créer des codes très détaillés, qui seront ensuite regroupés au sein de catégories plus larges afin de faciliter l'analyse. Dans un premier temps, on analyse les cas de manière individuelle, puis de façon transversale.

Par exemple, les codes « *manque d'eau* », « *pas de pluie pendant 5 mois* », « *été sec* » constituent des données singulières de différentes fermes. Ces codes ont été regroupés dans la catégorie « *sècheresse* », qui est plus globale. Ces codes regroupent des références de texte et permettent de voir tout ce qui a été dit à propos d'un sujet. Lorsqu'on double clique sur un code, on peut voir toutes les références associées. L'analyse du contenu est donc grandement facilitée puisqu'il est possible de voir à la fois le nombre de maraîchers qui ont parlé de la sécheresse et le nombre de références textuelles associées à ce sujet.

A partir d'NVIVO, des « cas » regroupant des caractéristiques peuvent être créés. Dans notre étude, des « cas » ont été créés pour caractériser les fermes selon les critères de sélection précédemment mentionnés : surface en maraîchage biologique diversifié, surface agricole biologique totale, durée depuis installation, etc. A un stade plus avancé de l'analyse, il est donc possible de croiser les « codes » avec les « cas » grâce à un outil du logiciel appelé les « requêtes ». Il existe différentes « requêtes » possibles sous NVIVO :

- Recherche textuelle : voir où des termes apparaissent dans les fichiers
- Fréquence de mots : identifier les termes qui apparaissent souvent dans les fichiers
- Encodage : rechercher du contenu suivant la manière dont il est encodé
- Croisements matriciels : afficher les intersections d'encodage entre deux listes d'éléments
- Tableaux croisés : montrer les intersections d'encodage entre les codes et les valeurs d'attribut ou entre les codes et les cas

Les requêtes permettent ainsi d'accélérer le traitement des données et d'affiner le niveau d'analyse. Elles accordent la possibilité de réaliser une multitude d'analyses différentes ce qui enrichit l'étude.

3.2 Utilisation d'Excel et de XMIND

Afin de réaliser l'analyse des résultats, le logiciel Excel a été utilisé. Les données sous NVIVO étaient exportées sous Excel ce qui permettait après de faire des statistiques descriptives. Nous nous sommes également servis du logiciel de mindmapping XMIND (Annexe 10, Annexe 11, Annexe 12) afin d'accomplir l'analyse des résultats. Ce logiciel simplifie le traitement des données et a permis une visualisation claire et précise des résultats, assurant ainsi la qualité de ces derniers.

Partie 3 : Résultats obtenus

1. Changements climatiques et impacts sur le maraîchage en Île-de-France

1.1 Extrêmes climatiques ressentis par les maraîchers

La quasi-totalité des maraîchers enquêtés (16)² témoigne d'événements climatiques extrêmes ressentis sur l'exploitation. Ces événements sont caractérisés selon les maraîchers par une absence de linéarité où les épisodes de sécheresse, les orages et les coups de froid s'entremêlent. Ces aléas climatiques ne s'apparentent pas à des moyennes climatiques et à un changement, mais ressemblent davantage à des « accidents »³. Les aléas sont désordonnés : les automnes doux et les pluies sont suivis par une semaine de gel fort puis des températures de 25 degrés pendant une semaine. Les maraîchers évoquent ainsi des « excès en tout » et notamment des « excès de températures », ce qui associe un caractère excessif aux aléas.

De plus, ils remarquent le manque de régularité et de constance dans les saisons (2), attribué d'après un maraîcher au manque d'anticyclones venant du nord-est. L'influence du Gulf Stream a également été évoquée, dont l'arrêt crée des modalités agressives qui durent un certain temps. Les maraîchers mentionnent de fait qu'il n'y a plus d'année normale et qu'aucune d'elle ne se ressemble par rapport à l'autre. Le climat est devenu imprévisible et d'après un producteur, il faudrait davantage parler de « dérèglement climatique » que de « changement climatique ». L'inquiétude se fait ressentir, car selon certains des maraîchers, les extrêmes climatiques seront de plus en plus fréquents.

1.1.1 Sècheresses et canicules : un phénomène estival récurrent et de longue durée

La sécheresse (16) figure parmi les préoccupations principales des maraîchers lorsqu'on parle de changement climatique ; ils sont en effet inquiets quant à l'avenir de la ressource en eau (7). A ce sujet, un maraîcher a partagé avoir ressenti dans le passé « *un stress terrible* » par rapport à la sécheresse. Les producteurs semblent particulièrement menacés par la durée des sécheresses, pouvant s'étendre sur plusieurs mois, parfois de mars à octobre. Un maraîcher a évoqué à ce sujet : « *J'ai arrêté d'appeler ça la sécheresse, j'appelle juste ça l'été : ça commence entre mi-mars et mi-juin et ça finit entre mi-septembre et mi-novembre* ». Certains d'entre eux ont mentionné des années historiques où le manque d'eau a été particulièrement intense : en 2016, entre trois et cinq mois se sont écoulés sans qu'une seule goutte d'eau ne tombe. Trois maraîchers ont également évoqué l'année 2020 où ils n'ont pas eu d'eau pendant cinq mois. Pour l'un d'eux, l'été 2020 a été « *le plus sec qu'il n'ait jamais eu* ».

Lorsque les maraîchers ont abordé la sécheresse lors des entretiens, ils ont souvent fait référence aux effets croisés de la sécheresse et de la canicule (9). D'ailleurs, le changement climatique est « *avant tout un problème d'eau et de fortes chaleurs* » d'après un producteur interrogé. Ils se sont montrés préoccupés par la baisse de production et les brûlures sur légumes causés par la canicule. Un maraîcher évoquait également un sentiment de vulnérabilité, confiant qu'en période caniculaire « *on ne fait rien, on attend que ça passe* ». Les sécheresses et canicules semblent ainsi figurer parmi les principales difficultés des maraîchers. Il s'avère en outre que ces événements climatiques possèdent des caractéristiques communes : le fait qu'ils adviennent en période estivale, leur caractère

² Les chiffres entre parenthèses font référence au nombre de maraîchers ayant évoqué l'idée

³ Les propos en italique et entre parenthèses correspondent aux paroles des maraîchers

répétitif et leur intensité. Le tableau ci-dessous fait mention des références évoquées par les maraîchers par rapport à ces trois caractéristiques et ces deux événements climatiques :

Evènements climatiques			
Caractéristiques des événements climatiques		Sècheresses	Canicules
	Période estivale	Manque de pluie et absence d'orages ⇒ Sol très sec en août : « <i>comme du béton</i> » ⇒ Réserves d'eau ne sont plus remplies par les pluies et orages d'été	« <i>Très chaud l'été</i> » Juin à août voire jusqu'à septembre Mois de juin et juillet particulièrement chauds ces dernières années
	Caractère répétitif	Sècheresses consécutives depuis 3, 4, 5 ans De plus en plus de périodes avec très peu d'eau	Canicules à répétition depuis 2 à 3 ans : « <i>du jamais vu</i> » Parfois plusieurs canicules le même été : 3 épisodes de canicules pendant l'été 2019
	Intensité du phénomène	« <i>Périodes de sècheresses prolongées</i> » Manque d'eau pendant plusieurs mois	Episode caniculaire d'une semaine Ressenti de 45°C sous serres Semaines à 30/35°C

Tableau 4 : caractéristiques des canicules et sècheresses observés par les maraîchers

1.1.2 Excès d'eau

Le caractère excessif des aléas climatiques se retrouve autant dans le manque d'eau que dans l'excès d'eau, avec des pluies excessives (7). L'année 2016 a été particulièrement marquée par les inondations (5), ayant des impacts considérables sur les grandes cultures et les légumes. Cet exemple montre que les précipitations peuvent être très importantes en quantité. De plus, les agriculteurs ont constaté que les pluies extrêmes se prolongeaient sur plusieurs semaines. Deux maraîchers ont évoqué que les pluies de 2016 avaient duré tout le mois de juin. Face à cela, certains producteurs se sentent vulnérables car ils ne savent pas quoi faire en cas d'excès d'eau.

1.1.3 Episodes venteux extrêmes

Les épisodes venteux extrêmes (5) ont été évoqués, et notamment la fréquence accrue de ces événements. Un maraîcher a remarqué être contraint de devoir rebâcher ses serres de façon plus régulière à cause des tempêtes plus fréquentes. Les producteurs mentionnent également la violence et la force des épisodes venteux. Ils évoquent des rafales de vent à 100 km/h, des vents plus forts et qui durent parfois une semaine. Un d'eux évoque l'idée que ces événements venteux n'étaient pas observés il y a cinq ans. Trois des maraîchers ont également été marqués par la tempête de 1999 et la tempête Xynthia de 2010. Les événements climatiques mentionnés par les maraîchers sont donc représentés par leur caractère répétitif au cours des dernières années, leur longue durée et intensité. Ces événements possèdent un caractère excessif que les maraîchers constatent souvent pour la première fois et qui s'apparentent, selon eux, au changement climatique en cours.

1.2 Evolutions tendancielle perçues par les maraîchers

1.2.1 Modification de l'occurrence des gels

Les maraîchers ont observé une modification de l'occurrence des gels (10). Dans un premier temps, ils constatent une diminution voire une absence des gelées surtout en hiver et plus particulièrement en novembre et décembre. Cela n'est pas sans conséquences puisque le gel, notamment hivernal, permet d'habitude de réguler les ravageurs (limaces, pucerons...) en assurant un vide sanitaire. Les périodes de gel en hiver permettaient également de réaliser certaines opérations dans les parcelles (épandre le fumier, passer dans le champ, faire un engrais vert gélif pouvant être détruit pendant l'hiver). Début février, l'Île-de-France a été confrontée à quelques jours de gelées à -8 degrés, que les maraîchers n'avaient pas connu depuis cinq à six ans. Le mois de janvier était propice aux gelées auparavant, ce qui n'est désormais plus le cas.

En outre, les maraîchers remarquent un décalage dans le temps du cycle des gelées, et notamment des gelées tardives au printemps (5). Elles ont lieu soit au mois de mars et d'avril et peuvent même s'étendre jusqu'au mois de mai entraînant des risques sur les courgettes. Les gelées tardives sont particulièrement intenses si on les compare aux gelées d'hiver, et peuvent même être accompagnées de neige. Enfin, elles sont plus régulières qu'avant : depuis quatre ans, des petites gelées sont observées au mois d'avril.

1.2.1.1 Réchauffement précoce au printemps suivi par les gelées tardives

Les maraîchers témoignent de chaleurs précoces associées aux gels tardifs, et évoquent des températures clémentes au mois de février et mars (5), permettant parfois des conditions de travail excellentes. Les producteurs constatent une accélération du développement des plantes à ce moment-là : des radis et épinards fin mars et des abricotiers et pêchers qui poussent plus vite. Toutefois, ce réchauffement printanier se produit alors que la période de froid n'est pas encore partie, ce que les maraîchers estiment inquiétant. Par ailleurs, ils sont perturbés dans leur planning cultural. Les températures printanières sont soumises à une forte variabilité interannuelle, ce qui fait que les printemps manquent de stabilité. Les maraîchers observent des écarts notables de températures au printemps, et évoquent qu'avec ce manque de stabilité, ils ne savent pas quoi faire à cette période de l'année, et ce, depuis 2006.

1.2.1.2 Hiver de plus en plus doux

En lien avec la modification de l'occurrence des gels, les maraîchers remarquent qu'il n'y a plus vraiment d'hivers comme il pouvait y avoir avant (4). Il y a de moins en moins d'hiver avec de la neige et des températures très basses. Il n'y a ainsi plus de vrais froids depuis cinq à six ans, ce qui correspond à ce qui a été ressenti pour les gelées. Cela modifie les pratiques sur la ferme, puisque les hivers froids impliquaient il y a dix ans certaines précautions telles que la mise hors gel de l'irrigation et l'adaptation des plannings aux froids hivernaux. Les producteurs estiment de ce fait que les hivers sont de plus en plus doux. Ceci est observable au niveau des serres plastiques, qui démarrent presque aussi rapidement en production que les serres en verre, du fait de l'élévation des températures. La modification des gelées et les hivers doux peuvent ainsi être corrélés à l'augmentation des températures moyennes en Île-de-France.

1.2.2 Modification des épisodes de grêle

La modification des épisodes de grêle est observée par les producteurs (8), cependant la plupart (5) mentionnent le fait qu'ils n'ont pas été particulièrement impactés par des orages de grêle et qu'ils n'ont pas réellement de difficultés associées à cela. Les fois où ils ont eu des épisodes de grêle, il y a eu presque aucun dégât. Toutefois, trois maraîchers sont inquiets de ces événements puisqu'ils constatent de plus en plus d'incertitudes face aux épisodes de grêle : une fréquence plus importante des événements de grêle et de la grêle observée pendant l'été.

1.2.3 Evolution du régime des précipitations

Les maraîchers remarquent que le régime des précipitations est modifié (7). Ils abordent surtout le fait que les précipitations sont plus importantes en hiver et que les hivers sont très humides et pluvieux (6) depuis ces dernières années. Il semblerait que les précipitations soient de ce fait lissées sur l'année : le manque d'eau se fait ressentir l'été mais s'équilibre avec des précipitations importantes pendant l'hiver. En effet, un maraîcher énonçait à ce sujet qu'il « *[avait] toujours les mêmes quantités d'eau* ». Toutefois, certains ont observé une baisse des précipitations annuelle à l'automne (2) et 50mm de moins en 2020 comparé au minimum de la moyenne annuelle depuis ces vingt dernières années (1).

1.3 Les impacts du changement climatique sur les légumes

Dans le tableau 5 ci-dessous sont mentionnées les références des maraîchers par rapport aux effets des extrêmes climatiques (excès de chaleur ponctuels, canicule, sécheresse) et des évolutions tendanciennes (manque de gel et de saisonnalité). La catégorie excès de chaleur ponctuels regroupe ce qu'ont dit les maraîchers par rapport à la chaleur et les excès de chaleur, tandis que la catégorie canicule se réfère aux références des maraîchers par rapport à la canicule. Il a en effet été décidé de distinguer l'excès de chaleur de la canicule, afin de retranscrire le plus fidèlement possible le discours des maraîchers. Il s'avère en outre qu'une distinction similaire est faite dans la littérature scientifique pour différencier les gradients de température : on distingue les vagues de chaleur des canicules, comme mentionné dans la partie 2.2.3 de ce mémoire.

Evènements climatiques	Effets directs sur les légumes	Effets sur les ravageurs des cultures
Excès de chaleur ponctuels	- Brûlures sur feuilles et fruits de tomates - Fécondations qui ne se font pas - Effet catastrophique sur pommes de terre (petit calibre) - Qualité médiocre des salades en fin d'été - Impact sur chou chinois - Montée en graines avec pic de chaleur	- Favorise les insectes - Attaques de pucerons noirs sur premières courgettes sous serres - Attaques d'acariens sur haricots, aubergines et concombres
Canicule	- Brûlures sur tomates - Baisse de la production, diminution du rendement en tomates : de 6 à 2t/ha - Arrêt momentané de la production de légumes - Fonte et avortement des fleurs (tomates) : pas de pollinisation - Fermeture des stomates pour garder l'eau	- Développement des altises (affinité pour fortes températures et climat sec) - Explosion du tétranyque (acarien) sous serre et en extérieur et sur haricot

Sècheresse	- Facteur limitant pour les organismes vivants - Chute du nombre de fleurs et du nectar - Altération de la pollinisation et de l'activité des pollinisateurs - Arrêt probable de la production de certaines cultures en été (exemple : salades)	Développement des altises (affinité pour fortes températures et climat sec)
Manque de gel		- Pression des insectes - Favorise pucerons, limaces, altises qui arrivent plus tôt dans la saison et repartent plus tard
Manque de saisonnalité		- Pression des insectes - Développement de Tuta absoluta⁴: dégâts sur tomates en Île-de-France (pouvant aller jusqu'à 100% de pertes)

Tableau 5 : effets des événements climatiques sur les légumes

Les maraîchers attribuent les brûlures sur légumes aux causes mentionnées ci-dessus mais également à l'effet direct du soleil. Ils évoquent en effet des brûlures sur tomates et « coups de soleil » sur tomates, poivrons et concombres directement liées au soleil. Ils ont aussi observé des brûlures sur chou chinois dû au manque d'ombre. Les brûlures sur légumes (9) constituent ainsi les effets les plus mentionnés par les maraîchers et touchent en particulier cinq productions (pommes de terre, tomates, poivrons, concombres, choux chinois).

Les effets des températures sont très dommageables, parfois jugés « catastrophiques » ou « désastreux » par les maraîchers qui déplorent la qualité médiocre des salades en fin d'été, et le calibre exceptionnellement petit des pommes de terre. Globalement, lorsque la température dépasse les 35 degrés (3), les effets sont très néfastes : avortement des fleurs, arrêt de la pousse des légumes dont les salades. Les températures très hautes favorisent en outre les insectes, pucerons et altises. Toutefois, le développement de ces dernières peut être corrélé à d'autres facteurs tels que la présence de champ de colza (4) proche des parcelles de légumes et l'absence de prédateurs. Les maraîchers s'inquiètent de la présence accrue des altises (13) qui constituent un problème émergent et sont associées à des « grosses difficultés » voire des impacts « catastrophiques ». Elles sont particulièrement présentes en Île-de-France depuis les cinq dernières années (5) et s'attaquent surtout aux crucifères (6) : choux, brocolis, navets et radis. A cause des altises, certains producteurs envisagent de ne plus produire de choux (2) pour ne pas perdre davantage d'argent et de temps. Les maraîchers s'interrogent également sur l'utilité de produire des salades en été (2) au vu des sécheresses récurrentes et des besoins en eau des salades (« une salade lève en 48h à 24/26 degrés avec 95% d'hygrométrie »).

1.4 Les impacts du changement climatique sur les maraîchers

La figure ci-dessous présente les impacts du changement climatique sur les maraîchers et leur travail (13).

⁴ Insecte lépidoptère

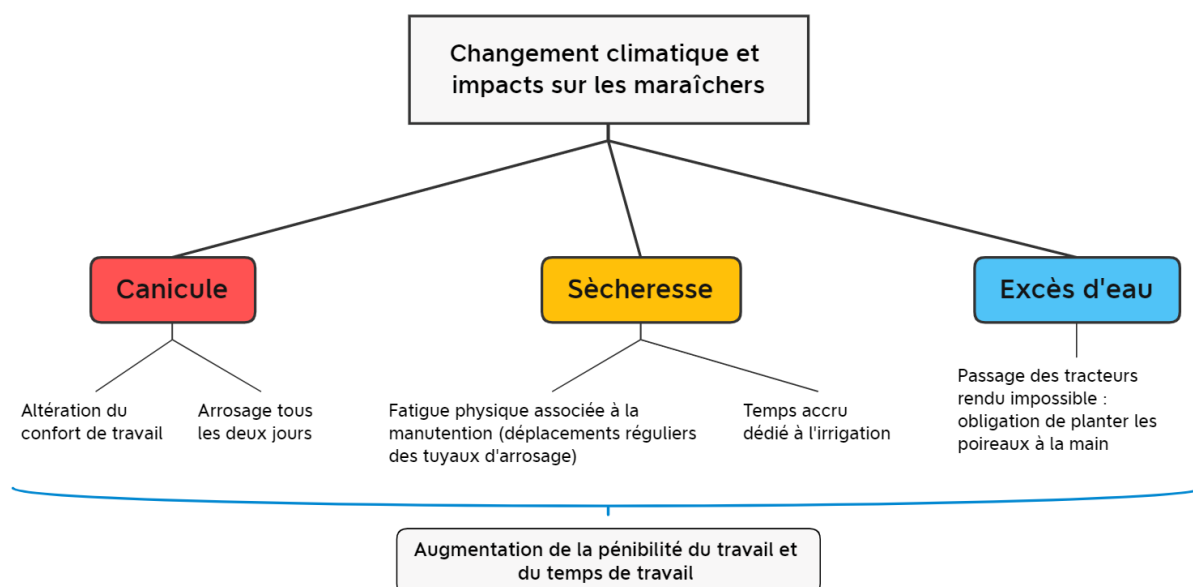


Figure 9 : conséquences du changement climatique sur le travail des maraîchers

Les conséquences majeures du changement climatique sur les maraîchers sont une hausse de la pénibilité du travail et du temps de travail. Ce dernier augmente particulièrement en périodes de sécheresse, où certains maraîchers doivent gérer en permanence l'irrigation. Un producteur évoque à ce sujet : « *de juin à septembre, on ne fait que ça : arroser, déplacer, positionner l'irrigation le mieux possible* ».

Le changement climatique augmente également la pénibilité du travail. La canicule, par exemple, rend le travail « *usant* ». Certains maraîchers évoquent « *ne pas pouvoir travailler avec une telle chaleur* ».

Les producteurs partagent en outre le fait de devoir mettre davantage de voiles d'ombrage contre la chaleur et de voiles de protection contre les insectes. Cela augmente à la fois leur temps de travail et modifie la nature de ce dernier.

Il semblerait que les sécheresses aient davantage d'impact sur le travail des maraîchers et notamment la gestion de l'irrigation tandis que les canicules affectent plus la production de légumes. Nous pouvons expliquer ceci par le fait que les producteurs ont recours à l'irrigation lorsque l'eau manque, ce qui pourrait justifier le fait qu'il n'ait pas mentionné beaucoup d'impacts sur les légumes relatifs à la sécheresse. En revanche, ils ont davantage abordé les effets des fortes chaleurs sur les légumes, probablement puisqu'ils disposent de moins de leviers dans ces situations.

1.5 Les avantages face au changement climatique

Le tableau ci-dessous présente les différents avantages (12) permettant de faire face au changement climatique.

Accès à l'eau sur la ferme (6)	Accès à des ressources hydriques en Île-de-France (2)	Type de sol qui retient l'eau (5)
- Ressource naturelle disponible : quantité, débit d'eau et moyens pour	- « <i>Chance d'avoir accès à l'eau en Île-de-France</i> »	- Argile : très bonne capacité de rétention en eau (plus importante que le sable), avantage lors des sécheresses

l'irrigation (forage (6), systèmes d'irrigation...) - « <i>Equipé pour affronter une année de sécheresse</i> » - Enjeu : gestion de la ressource en eau niveau technique et répartition	- Contrainte en eau moins importante que dans le sud de la France - Ressources en eau présentes en Île-de-France (nappes phréatiques) - Pas de restrictions en eau pour le maraîchage en Île-de-France lors de sécheresses	- « <i>Chance de ne pas être dans du sable</i> » - Bon arrosage fonctionne dans les argiles : diminution de l'irrigation - Bon goût des légumes - Rétention de la chaleur dans le sol
---	--	--

Tableau 6 : avantages des fermes face au changement climatique

Un maraîcher a également évoqué l'avantage que la structure du sol peut offrir, prenant exemple sur ses terres où les racines parviennent à descendre jusqu'à 80cm pour puiser de l'eau et produire sans irrigation. Enfin, dans le cas d'un excès d'eau, un producteur mentionne le fait qu'un bon sol peut assurer un drainage en cas de pluies conséquentes. Le tableau montre ainsi que les maraîchers ne sont pas tous égaux face aux aléas et que certaines fermes possèdent des avantages structurels permettant de rebondir face aux aléas climatiques, dont les maraîchers sont conscients.

1.6 Les opportunités face au changement climatique

1.6.1 Une habitude d'adaptation constante du métier de maraîcher face au climat

Bien que le changement climatique soit une source de préoccupations, notamment en ce qui concerne les ressources en eau, les maraîchers parviennent à relativiser ses impacts. Ils évoquent le fait qu'il y ait toujours eu des excès climatiques (7) et que leurs grands-parents constataient déjà des aléas climatiques dans le passé (2). Les maraîchers mentionnent des canicules, des années avec ou sans gel, des tempêtes et des sécheresses (notamment celle de 1976) qui se sont produits dans le passé. Le climat a déjà connu des variations à l'échelle des décennies voire des siècles. Il est donc difficile de statuer sur la dégradation du climat si on se réfère seulement à une année avec des excès climatiques. Même en se référant à quelques décennies de vie et plusieurs années d'expérience en maraîchage, certains producteurs n'ont pas un ressenti très marqué du changement climatique (4) : ne voyant pas spécialement d'impacts sur le maraîchage (2) ou jugeant ces derniers comme n'étant « *pas catastrophiques* » (2). Ils estiment qu'ils auraient eu ces problèmes (brûlures de tomates sous serres, voiles contre alises) avec ou sans changement climatique (2). Selon eux, l'hémisphère sud subit davantage les effets du changement climatique que l'hémisphère nord (2). Toutefois, lorsqu'ils sont confrontés à des aléas, les maraîchers semblent savoir réagir, comme l'a confié l'un d'eux : « *il y [a eu des aléas climatiques] dans le passé avec nos grands-parents, mais la question est de s'adapter* ».

Les maraîchers sont constamment dans une posture d'adaptation du fait de leur métier (6) puisqu'ils sont en permanence tributaire de la météo (2). De plus, ils adaptent leurs plannings culturels (semis, plantation) d'année en année par rapport à l'année précédente (2) et en fonction du climat (2). L'adaptation est ainsi une caractéristique intrinsèque du métier de maraîcher et d'agriculteur. Face au changement climatique, les maraîchers optent ainsi pour des aménagements (2) (exemple : essais de paille), la réadaptation des séries de légumes, un changement des modes de production, ou l'arrêt de certaines cultures.

1.6.2 Des opportunités permises par le changement climatique

1.6.2.1 Possibilité de produire en plein champ grâce à la chaleur

Les maraîchers explorent quelques possibilités offertes par l'évolution du climat, et notamment le fait de produire en plein champ des cultures qui ne l'étaient pas habituellement (5). Ils le font pour les tomates (3), notamment anciennes (1), qui se comportaient mal en serres du fait de la chaleur et de la hausse des températures (2). Les tomates ne sont d'ailleurs plus malades du mildiou⁵ lorsqu'elles sont produites en plein champ (1). Ce changement de pratique est également opté pour les melons (2), auparavant produits sous serres. Un climat chaud et sec a permis de produire les melons en plein champ, ce qui a servi à éviter les attaques de pucerons sous serres de l'année dernière (1).

1.6.2.2 Allongement de la période de production avec la hausse des températures

Le recul des gelées automnales et les automnes et hivers doux (liés à la hausse des températures) permettent d'allonger la période de production, comme le montre le schéma ci-dessous.

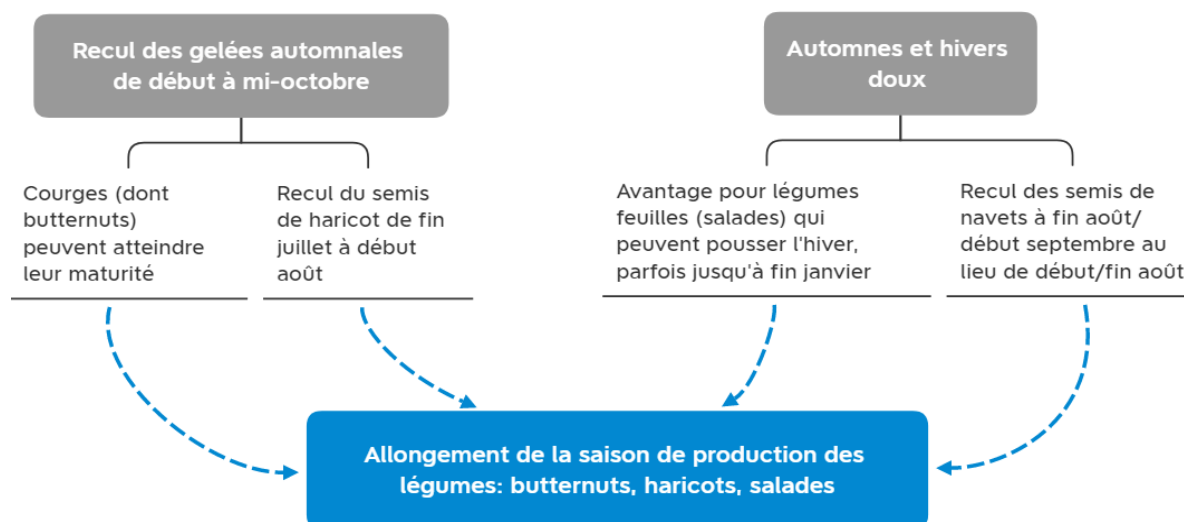


Figure 10 : allongement de la période de production de légumes avec le recul des gelées et les automnes et hivers plus doux

Certains maraîchers considèrent de ce fait que la chaleur sera bénéfique, positive et efficace sur la production de légumes (2) : « 2 degrés de plus, c'est jackpot ». Deux maraîchers témoignent d'automnes « assez extraordinaires qui permettent de sauver la mise » et qui permettent d'avoir « des haricots quasiment jusqu'au mois de novembre parce qu'il n'a pas du tout gelé ». Les hivers doux offrent quant à eux l'opportunité d'avoir des « navets magnifiques et pour tout l'hiver ». Ainsi, il semblerait que les maraîchers puissent tirer profit des évolutions tendanciennes, et notamment de l'augmentation des températures moyennes en Île-de-France (Annexe 1). Les extrêmes climatiques, en revanche, leur portent davantage préjudice et les incitent à mettre en place des stratégies d'adaptation, que nous allons maintenant aborder.

⁵ Maladie cryptogamique

2. Stratégies d'adaptation face au changement climatique

Les enquêtes ont permis d'identifier trois catégories de stratégies d'adaptation : les pratiques agronomiques (en vert sur la figure 11), les leviers techniques (en bleu) et les leviers économiques et financiers (en jaune). Les pratiques d'adaptation qui ont été moins mentionnées sont consultable en Annexes (5, 6, 7).

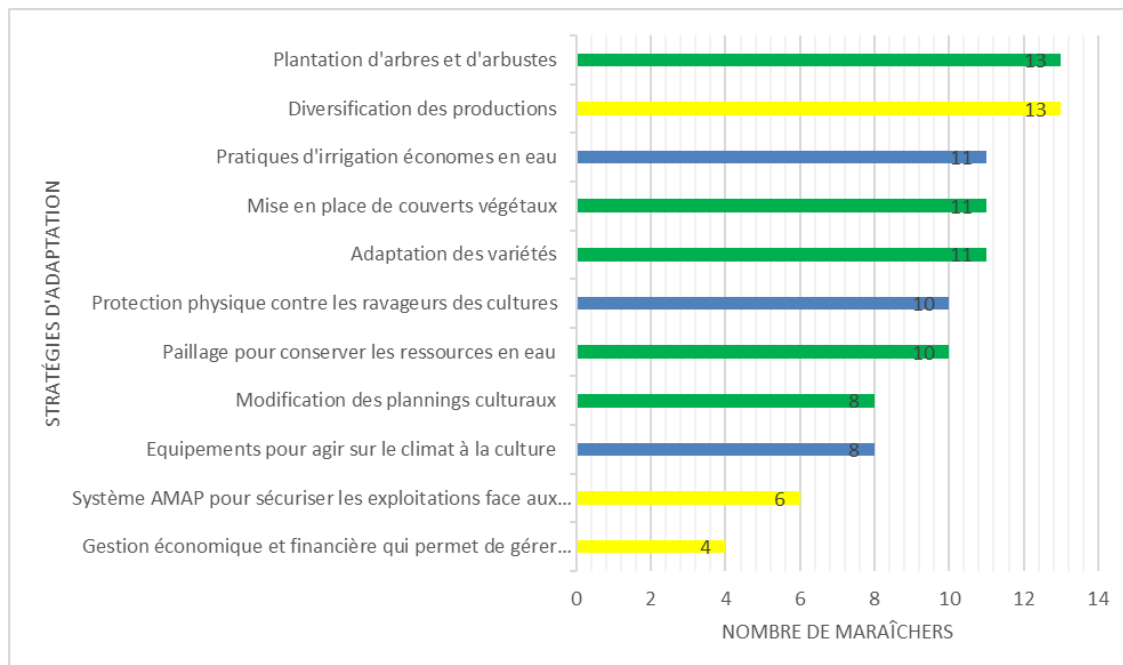


Figure 11 : stratégies d'adaptation mises en place par les maraîchers

2.1 Pratiques agronomiques

2.1.1 Plantation d'arbres et d'arbustes

La plantation d'arbres et d'arbustes, ou l'agroforesterie, a été mentionnée par le plus grand nombre de maraîchers (13). Les motivations associées à l'agroforesterie figurent dans le tableau ci-dessous telles qu'elles ont été énoncées par les maraîchers, afin de retranscrire l'exactitude des discours. Toutefois, afin de faciliter la compréhension du contenu, les motivations ont été réparties dans différentes catégories⁶ (production, biodiversité, climat, paysage et beauté).

Thématiques	Motivations	Bénéfices associés
Production	Diversification des productions (10) : arbres fruitiers (pommiers, poiriers, pruniers, pêchers, cerisiers, figuiers...)	- Proposer des fruits en AMAP, vente à la ferme : répondre à une demande des consommateurs - Sécuriser la production face aux aléas climatiques : assurer la résilience de l'exploitation
Biodiversité	Arbres fruitiers, haies, arbustes endémiques, petits fruits pour attirer la biodiversité (8)	- Pollinisation par les insectes - Refuge et nourriture pour les animaux (mammifères, oiseaux)

⁶ Catégories issues de recherches bibliographiques (AFAHC, 2009), (AFAF, 2013)

Climat	Effet brise-vent (6) avec arbres, arbustes et haies (pertinent en zone de plaine)	- Protection des plantes contre le vent : éviter l'assèchement et diminuer l'évapotranspiration - Régulation des amplitudes thermiques - Protection physique des serres et tunnels
	Effet parasol	- Apport d'ombre : poules, conservation de la RU en eau du sol, limiter les brûlures (choux chinois) - Microclimat frais et maintien de l'humidité - Diminution des températures - Régulation des amplitudes thermiques
	Effet puits de carbone (1)	- Stockage du carbone
Paysage et beauté	Beau cadre de travail (4)	- Epanouissement personnel - Structuration des parcelles (esthétique) - Participation forte des amapiens (joie de planter des arbres)
Sol	Nourrir les microorganismes du sol par apport de matière organique	
Eau	Conservation de la réserve utile en eau du sol par apport de matière organique	

Tableau 7 : motivations et bénéfices identifiés par les maraîchers pour la mise en place de l'agroforesterie

Nous pouvons constater que le climat vient en troisième catégorie des motivations des maraîchers : en effet, ils sont davantage motivés par la diversification des productions (sur le plan économique) et l'apport de biodiversité. L'arbre constitue pourtant un intérêt considérable dans la gestion du climat (AFAHC, 2009), dans la mesure où la conception du projet agroforestier est réfléchi et prend en compte les éléments ci-dessous :

- Risque de concurrence avec les cultures : jouer sur les horizons de surface et de profondeur pour éviter la compétition
- Passage des engins agricoles entre les arbres (2) : prévoir un espacement suffisamment grand et tenir compte de la largeur des machines agricoles
- Être locataire des terres (3) (peut empêcher l'implantation d'arbres)
- Spécificité du site : prendre en compte l'orientation et la pente de la parcelle
- Coût d'investissement (2) : budgétiser les arbres, arbustes et haies
- Echelle de temps long (3) : caractéristique intrinsèque de l'agroforesterie qui est une plante pérenne, à la différence des légumes qui sont des productions annuelles

2.1.2 Adaptation des variétés

L'adaptation des variétés (11) se décline en trois catégories : multiplication des semences (8), utilisation de variétés à cycle différent (4) et sélection de variétés par rapport à la chaleur (2).

○ Multiplication des semences (8)

Cela consiste à produire ses propres semences sur une ou plusieurs générations et permet d'utiliser des graines non uniformisées et standardisées tout en préservant les variétés. Par rapport au climat, la multiplication des semences est particulièrement intéressante sur l'aspect de résilience et d'auto-suffisance. Un maraîcher évoque à ce sujet qu'il « *se sent moins vulnérable lorsqu'il fait ses graines* ». La totalité des maraîchers ayant parlé de multiplication des semences le font sur les tomates, sur lesquelles il est plus simple de faire la sélection car ce sont des fruits. Ils mentionnaient le faire également sur courges (4) (potimarron, butternut), poivrons (2), haricots, aubergines, piments, graines d'aromatiques, poireaux et oignons.

Toutefois, 5 maraîchers sur les 8 soulignent les enjeux de la multiplication des semences. La multiplication est un métier à part entière (5) qui demande beaucoup de technicité et de temps (5) : isoler les plants, récolter les graines au bon moment, trier, nettoyer sont des tâches primordiales à réaliser. En outre, réussir sa production de semences n'est pas chose aisée : les maraîchers ont déjà constaté (2) des dégénérescences sur tomates et pois (ayant un aspect filandreux).

- Utilisation de variétés à cycle différent (4) :

Les maraîchers y ont recours pour s'adapter au changement climatique et notamment aux pressions d'insectes. En outre, ils mentionnent les variétés à cycle court notamment pour des aspects de vigilance et de réadaptation des séries de légumes, pour s'adapter au changement climatique.

- Sélection des semences par rapport à la température et la chaleur (2) :

L'un d'eux a choisi d'adapter ses variétés d'été (tomates, aubergines, poivrons) qui sont très demandeuses en eau. Il choisit notamment d'utiliser des variétés rustiques de tomates qui résistent bien aux forts pics de température. L'autre maraîcher s'est tourné vers des variétés hybrides F1 de fenouil résistantes à la chaleur et à la montée en graines, surtout pour le printemps qui connaît désormais de forts pics de chaleur avec le changement climatique. Il soulignait néanmoins le coût financier que représente le choix de variétés résistantes et recherchées. A ce sujet, les maraîchers ont évoqué le défaut de recherche en semences maraîchères (1) et l'importance cruciale de « *caractériser les variétés par rapport à la résistance à la sécheresse, la canicule* » afin de s'adapter au changement climatique.

2.1.3 Mise en place de couverts végétaux

Le tableau ci-dessous présente les motivations associées à la mise en place de couverts végétaux (11). Le tableau se lit de la même façon que celui de la partie 2.1.1, à savoir que les motivations et bénéfices correspondent aux propos des maraîchers, et les thématiques se basent sur la bibliographie.

Thématiques	Motivations	Bénéfices associés
Amélioration de la fertilité globale des sols (chimique, physique et biologique) (4)	Apport de matière organique	Fertilité et enrichissement du sol
	Apport d'azote au sol par captation atmosphérique	Implantation de légumineuses (vesce, fève, trèfle violet, fèverole, lentilles, luzerne) permet notamment de diminuer l'utilisation d'engrais
	Stockage du carbone	Atténuer le changement climatique
	Structure du sol	Décompactage du sol
Protection face aux agressions (épisodes climatiques extrêmes, érosion, travail du sol...)	Couverture du sol (5), ne pas laisser le sol nu	Amélioration des pratiques en maraîchage, protection des sols notamment en hivers
Amélioration de la qualité de l'eau	CIPAN (1)	Diminuer le lessivage de l'azote

Gestion des adventices	Eviter le développement des adventices (1)	
------------------------	--	--

Tableau 8 : motivations des maraîchers pour la mise en place de couverts végétaux

Il est intéressant de constater de nouveau que le facteur climatique ne figure pas en première motivation des maraîchers pour la mise en place de couverts végétaux. En effet, les producteurs évoquent en premier lieu la couverture du sol (5) et l'amélioration de la fertilité (4). Deux maraîchers seulement ont évoqué le fait que les couverts végétaux aident à conserver l'humidité, retenir l'eau et constituent ainsi un « *levier d'adaptation à la sécheresse* ». D'après la littérature scientifique, des sols ayant une bonne structure et un bon taux de matière organique sont moins sensibles aux aléas climatiques (CDA, 2019).

Les maraîchers identifient cependant des freins à la mise en place de couverts végétaux :

- Réussir à placer les engrais verts dans les cycles (gérer les créneaux d'implantation des couverts végétaux) (4) et gérer la récolte (aspect mécanisation) (1)
- Défaut de surfaces (3)
- Manque de technicité et de temps (3)
- Coût financier des engrais verts et des outils de destruction (2)
- Besoins importants en eau pour que les couverts se développent bien (1)

2.1.4 Paillage

Le paillage regroupe le paillage organique (paille) et le paillage inorganique (bâches, toiles tissées, ensilage et plastique). Il y a 7 maraîchers sur 10 qui ont parlé du paillage spécifiquement pour la gestion de l'eau.

○ Paille (5) :

Elle est considérée comme une « *réponse dans la résilience de la pratique* » et une réponse pour faire face au manque d'eau dans le futur. Elle permet effectivement de conserver l'eau, l'humidité, la fraîcheur par la création d'humus (4). La paille présente un intérêt pour l'arrosage et permet à la fois de diminuer les besoins en eau. Elle offre aussi un bénéfice de régulation thermique en diminuant la chaleur et en favorisant l'isolation. Toutefois, elle comporte plusieurs inconvénients tels que la hausse du temps de travail (3), les attaques de ravageurs (mulots, campagnols, limaces) et d'adventices (2), les besoins importants en paille (1) et les coûts de production plus importants (2).

○ Bâches et toiles tissées (5) :

Elles sont couramment utilisées par les maraîchers, avant tout pour la gestion de l'enherbement. Elles évitent que le sol soit nu, assurent la rétention en eau (2) et c'est en cela que la pratique est intéressante face au changement climatique. Elles permettent en outre de diminuer les besoins en eau. Ses inconvénients sont que toutes les cultures ne peuvent pas être bâchées (carottes) et qu'il existe un risque de concentration de sédiments et de sels minéraux sous les bâches ce qui peut saliniser le milieu. La paille permet d'éviter ce phénomène.

- Ensilage et plastique (2) :

Ils permettent de limiter l'évaporation de l'eau et ainsi de conserver l'humidité. L'ensilage peut même être plus intéressant que la bâche tissée pour garder l'humidité (1). Les maraîchers évoquent toutefois leur volonté de trouver des alternatives à ce type de paillage afin de réduire l'utilisation de plastique sur leur ferme (2).

2.1.5 Modification des plannings culturels

Cette pratique (8) permet de s'adapter aux aléas climatiques. En cas de gels tardifs par exemple, les maraîchers peuvent décider de retarder l'implantation de leurs courgettes. La modification des plannings culturels permet surtout de contrer les altises (6) et concerne principalement les choux qui y sont particulièrement sensibles :

- Avancée de l'implantation (5) (semis, plantation) des cultures : avoir des choux suffisamment développés et robustes pour faire face aux altises (6)
- Recul de l'implantation (2)

Ces mesures ont pour but d'éviter la période allant de juin à août où les altises sont particulièrement présentes : en juin elles migrent du colza pour venir sur les légumes et sont au plein de leur vol entre mi-juillet et mi-août. Les maraîchers doivent néanmoins tenir compte de deux éléments dans le cas où ils reculent l'implantation : les besoins en température des choux et le risque de première gelée mi-octobre ou fin-octobre. De manière générale, en cas de décalage du planning, les producteurs doivent veiller à gérer la maturité des légumes et faire coïncider une arrivée précoce ou tardive de leurs produits avec la demande du consommateur (3). Ces prérequis peuvent être contraignants pour des maraîchers qui viennent de s'installer puisqu'ils manquent d'expérience et de recul dans la pratique du maraîchage.

2.2 Leviers techniques

2.2.1 Systèmes économes en eau

Les systèmes économes en eau (11) sont répartis en deux catégories : les systèmes d'irrigation de précision (7) et la récupération d'eaux de pluie (6).

- Systèmes d'irrigation de précision (7)

Ils regroupent le système goutte-à-goutte (6) et l'arrosage suintant (1). Le goutte-à-goutte présente l'avantage de pouvoir localiser et cibler l'irrigation, ce qui permet de consommer moins d'eau et ainsi d'économiser la ressource. L'investissement dans des systèmes d'irrigation constitue une « *option face à la sécheresse* ». Néanmoins le coût de l'investissement est conséquent autant en termes de matériel que de main d'œuvre (4). En effet, il faut parfois une personne en plus pour s'occuper du goutte à goutte. La maintenance de ce système en plein champ est effectivement un défi et peut constituer un frein à l'investissement (4). Par ailleurs, l'efficacité du goutte-à-goutte est parfois discutée (3), car il n'humidifie pas le sol ce que certains jugent comme important. L'arrosage suintant, évoqué par un maraîcher, permet justement un arrosage homogène tout en s'apparentant au système goutte-à-goutte.

○ Récupération d'eaux de pluie (6)

Ce levier va être « *le sujet de l'adaptation au changement climatique* », l'enjeu étant de « *récupérer le maximum d'eau dans des systèmes divers et variés* » afin d'être autonome sur l'irrigation et d'éviter de puiser dans les nappes phréatiques (2). La récupération d'eaux de pluie constitue un réel levier face aux sécheresses et peut en effet se faire à l'aide de divers systèmes : anciennes cuves, fosses septiques, citernes, toitures de bâtiments (4), toitures des serres (4) et bassins. L'enjeu de ces derniers étant de pouvoir stocker l'hiver ce qui est consommé l'été. La quantité d'eau est en effet considérable, nécessitant davantage de réservoirs d'eau ce qui engendre des frais. La récupération d'eaux de pluie via les toitures implique une certaine organisation : avoir des bâtiments et des bords droits ou des gouttières sur les serres. L'enjeu est également de pouvoir acheminer l'eau stockée jusqu'aux champs, grâce au réseau d'irrigation (2). Etant donné que la récupération d'eau représente une « *gestion de l'eau* », elle pourrait être « *pris[e] en compte dès le début pour quelqu'un d'installé* ».

Enfin, une gestion économe de l'eau passe par le choix du moment d'irrigation (2). Il s'agit en effet d'arroser tôt le matin ou tard le soir, l'idéal étant d'arroser la nuit. Dans tous les cas, la gestion intégrée de l'eau constitue une priorité face au changement climatique. Les maraîchers ont une responsabilité face à la gestion de l'eau, il est ainsi nécessaire de trouver des solutions adaptées aux cultures et permettant de ne pas pomper dans les nappes phréatiques.

2.2.2 Equipements pour agir sur le climat à la culture

Le tableau 9 ci-dessous présente les avantages des équipements pour agir sur le climat à la culture et notamment réduire les températures sous serres.

Type d'équipement	Avantages par rapport au climat
Serres tunnels : bi-tunnels et serres courtes	Meilleure maîtrise du climat en tunnel qu'à l'extérieur : - Maîtrise de l'arrosage : apport plus facile en eau => plus facile de pallier la chaleur - Maîtrise de l'ensoleillement Plus de hauteur : meilleure circulation de l'air et ventilation : - Moins de chaleur directe sur les légumes - Meilleur confort de travail
Serres multichapelles simple ou double paroi	Aération et ventilation des cultures Pas de recours au chauffage (double paroi)
Blanchiment des serres (4)	Apporter de l'ombre et limiter les brûlures sur tomates à cause de la chaleur
Aérations latérales (2)	Faire diminuer la température sous serres Air chauffe moins vite
Voiles d'ombrage (5)	Atténuer la chaleur et le soleil
Plastique diffusant	Limiter les coups de soleil sur les légumes Avoir une homogénéité de l'ensoleillement dans la serre (maturité)
Station météo	Economies d'énergie par rapport au climat, aux températures

Tableau 9 : avantages des équipements face au changement climatique

Les serres ont pour premier objectif un gain de températures en hiver et au printemps, permettant de produire plus tard en hiver et plus tôt au printemps. Ce gain de précocité est un avantage conséquent en Île-de-France, région où il fait froid en hiver. Les serres présentent

des avantages notables par rapport au climat : la maîtrise de certains paramètres (arrosage, ensoleillement) influant sur la production de légumes et le fait de pouvoir « *pallier les à-coups climatiques* ». Dans cette même optique, le blanchiment permet de « *contrer le changement climatique et les pics de chaleur* ». Ces équipements (serres, matériaux pour blanchiment) sont toutefois très coûteux (5). Un maraîcher évoquait devoir acheter quatre à cinq bidons de produits pour blanchiment (blanc F4) à 100 euros/bidon. Généralement, le coût du blanchiment s'élève à 750 euros/ha (Chambres d'Agriculture PACA, 2018). De plus, les maraîchers ont parfois l'impression que ces solutions relèvent du palliatif, notamment pour le blanchiment qui « *n'est pas [une technique] suffisante s'il y a 40 degrés* ». Enfin, ces équipements sont demandeurs en temps et en technique (2), notamment pour le blanchiment, certains ne savant pas comment blanchir.

2.2.3 Protection physique contre les ravageurs

Les maraîchers ont recours à des équipements pour protéger les légumes des ravageurs. Ils utilisent des voiles et filets pour contrer les altises (10) qui s'attaquent particulièrement aux crucifères (choux, navets, radis et roquette). Les maraîchers sont parfois obligés de protéger immédiatement après la plantation des choux, sans quoi les pertes seraient trop importantes. Pour un des maraîchers, il n'y a en effet « *pas d'autres moyens* » pour protéger des altises. Toutefois, certains estiment que l'utilisation de voiles n'est pas une solution satisfaisante (2) car ils sont fabriqués à partir de plastique. De plus, les voiles peuvent favoriser l'enherbement et représentent un coût financier non négligeable (3). Il apparaît de ce fait nécessaire de trouver des alternatives durables pour protéger les légumes des ravageurs.

2.3 Leviers économiques et financiers

2.3.1 Diversification des productions

La diversification des productions (13) concerne surtout la diversification en arbres fruitiers (10) et en patates douces (5). Les producteurs ont également évoqué la production de melons (3), pastèques (3) et en moindre mesure les PPAM (2), la vigne (2) et les fleurs (1). La diversification des productions permet avant tout d'avoir de la gamme et de satisfaire la demande des clients (4). Elle permet de plus aux maraîchers de s'épanouir dans leur activité car ils apprécient le fait de produire différentes choses (3). Dans le cas d'une diversification en arbres fruitiers, les maraîchers évoquent de multiples intérêts :

- Diversifier les paniers et l'activité (notamment pour les AMAP)
- Transformer les produits (ex : jus, confitures, compotes...) : apport de valeur ajoutée et plaisir de cultiver différents produits
- Sécuriser l'ensemble : la diversification confère une résilience à l'exploitation

C'est en cela que réside tout l'intérêt par rapport au climat : une année difficile en légumes peut être compensée par une très bonne production en fruits et inversement. L'idée est que le système soit rentable en s'équilibrant d'une année sur l'autre, avec des bonnes et mauvaises années en fonction des productions. La résilience est ainsi considérée comme une solution clé face au changement climatique, du moment que la diversification est pratiquée de façon durable autant sur le plan économique qu'humain. Le maraîcher doit effectivement prendre en compte le temps et le coût financier que requiert une gamme de produits diversifiée. La diversification en arbres fruitiers nécessite une maîtrise de l'atelier arboricole, ce qui peut être permis par des formations et un accompagnement technique.

2.3.2 Système AMAP

Le système AMAP (6) a été identifié comme un levier économique et financier face au changement climatique. D'après une maraîchère, il permet de « *lisser les dommages du changement climatique* ». Trois principes ou « engagements mutuels » des AMAP (Drouet, 2020) permettent cela :

- Préfinancement et contractualisation :

Le contrat de vente signé entre les amapiens et les paysans permet aux producteurs de toucher les chèques au début de l'engagement (Drouet, 2020). Ce système d'abonnement permet aux maraîchers d'avoir un revenu sécurisé. Les paniers sont payés en début d'année ce qui assure une trésorerie aux maraîchers même si des aléas climatiques surviennent au cours de l'année. La sécurisation des revenus permet également aux producteurs de prendre du temps pour autre chose que la production : selon un des maraîchers, il est possible de s'adonner à des essais expérimentaux sur sa ferme (liés au changement climatique) lorsqu'on est en AMAP tandis qu'une personne qui ne l'est pas devra consacrer tout son temps à la production et la vente.

- Solidarité :

Ce principe engage les amapiens à « *accepter les variations de récolte* ». De fait, les maraîchers ne sont pas les seuls responsables des pertes engendrées par le changement climatique. Cette caractéristique permet aux maraîchers de ne pas perdre tous les fonds suite à des aléas climatiques.

- Transparence et pédagogie :

Les événements climatiques peuvent causer des pertes de récolte (paniers moins remplis) et des dégâts sur légumes (plus difficile à commercialiser). Dans ce contexte, le fait de communiquer avec transparence et pédagogie au sein de l'AMAP est un atout. Les maraîchers peuvent rassurer les amapiens en leur disant que les paniers seront plus remplis à une autre période de l'année. Ils peuvent aussi leur expliquer ce qui a causé les dégâts sur légumes (salade grêlée à cause d'un orage, tomate abîmée à cause de l'insecte lépidoptère *Tuta absoluta*). Le fait de communiquer renforce l'acceptabilité des amapiens et permet aux producteurs de vendre leurs produits, ce qui n'aurait pas forcément été possible dans un autre circuit de commercialisation. Ce principe leur permet de communiquer sur leurs pratiques et sur des notions essentielles telles que la consommation des produits du terroir et de saison.

2.3.3 Gestion économique et financière

Le principe d'une gestion économique et financière par rapport au climat permet dans un premier temps de « *gérer les années noires* ». En effet, une gestion économique à moyen ou long terme compense les années difficiles causées par les aléas climatiques. Il s'agit d'anticiper les pertes liées à des extrêmes climatiques futurs et de faire en sorte de les compenser en amont. Une situation économique et financière stable permettra ainsi de mieux surmonter des événements climatiques.

D'après les maraîchers, l'idée est ensuite d'avoir une réflexion entrepreneuriale par rapport au changement climatique, qui consiste à analyser les ressources disponibles (exemple : eau) et

produire en fonction de ce qui est réalisable. Avant de se lancer dans une démarche, il est nécessaire d'évaluer la rentabilité au niveau de la production (présence ou non de débouchés) et de l'investissement (capacité de remboursement d'un système d'irrigation par exemple).

De plus, l'adaptation au changement climatique représente un coût. Dans ce contexte, la notion de rentabilité des exploitations est primordiale. En effet, une exploitation rentable peut investir dans du matériel et le rembourser. Comme nous l'avons vu dans les parties précédentes, de nombreux matériels sont essentiels pour mettre en place des stratégies d'adaptation face au changement climatique (haies, serres, produit de blanchiment, paille, goutte-à-goutte...). Malheureusement, certains maraîchers investissent peu/n'investissent pas dans ce matériel car il est trop coûteux : prix élevé des systèmes plus économes en eau (7), coût des serres et du blanchiment (4), coût des filets contre les altises (3), etc. Pour 9 stratégies sur 11, les maraîchers évoquaient être freinés par le coût de l'investissement. Ce dernier est de ce fait un obstacle à la mise en place de stratégies d'adaptation face au changement climatique (4). Ainsi, l'amélioration de la rentabilité des fermes devrait augmenter la capacité d'investissement ce qui bénéficierait aux maraîchers pour s'adapter au changement climatique.

Enfin, le fait d'avoir des moyens permet d'innover, de faire des essais (2). Le fait d'avoir une économie stable permet effectivement de s'adonner à d'autres activités, de tester des pratiques, de réaliser des aménagements sur la ferme et d'améliorer sa production.

2.4 Stratégies d'adaptation selon le type de ferme

Le tableau 10 ci-dessous présente les stratégies d'adaptation en fonction de la durée depuis l'installation des maraîchers. Le pourcentage dans les cellules représente la part de maraîchers ayant mis en place la stratégie par rapport au nombre total de maraîchers dans la catégorie. On choisit de réfléchir par catégorie et non par ligne car les effectifs ne sont pas homogènes.

	A : < 5 ans	B : Entre 5 et 10 ans	C : Entre 10 et 15 ans	D : > 15 ans
1 : Diversification des productions	75%	100%	67%	67%
2 : Plantation d'arbres et d'arbustes	100%	100%	100%	33%
3 : Systèmes économes en eau	50%	50%	67%	83%
4 : Adaptation des variétés	75%	100%	67%	33%
5 : Mise en place de couverts végétaux	25%	100%	67%	67%
6 : Protection physique (ravageurs)	75%	75%	67%	33%
7 : Equipements pour agir sur le climat à la culture	75%	50%	67%	17%
8 : Modification des plannings culturaux	0%	75%	67%	50%
9 : Paillage pour conserver les ressources en eau	50%	100%	67%	33%
10 : Système AMAP	50%	25%	33%	33%
11 : Gestion économique et financière	0%	25%	67%	17%

Tableau 10 : stratégies en fonction de la durée depuis installation

▪ Catégorie A : < 5 ans (4 maraîchers)

Toutes les catégories sauf la A mettent en place toutes les stratégies. En effet, les maraîchers installés depuis moins de cinq ans ne modifient pas leurs plannings culturaux et n'ont pas évoqué de gestion économique et financière par rapport au climat. Ceci peut s'expliquer par le manque d'expérience, un maraîcher confiant qu'il « *était trop jeune pour s'adapter* ». Il

évoquait notamment le « *manque de recul* » par rapport au planning cultural. On observe de fait que la catégorie A met en place moins de stratégies (9/11) que les autres catégories. La catégorie A met moins en place les couverts végétaux que les autres catégories, la gestion des créneaux d'implantation étant une chose complexe qui s'acquiert avec l'expérience. Les maraîchers témoignent du fait que les engrais verts sont assez techniques à mettre en place. La stratégie que les trois maraîchers ont mis en place est l'agroforesterie, tandis que les maraîchers de plus de quinze ans d'expérience l'ont moins mis en place. Peut-être il y a-t-il une influence des mouvements de permaculture, de micro-fermes et de verger/maraîcher qui explique cette prise de décision des jeunes installés.

- Catégorie B : entre 5 et 10 ans (4 maraîchers)

C'est la catégorie où tous les maraîchers mettent en place le plus de stratégies. Ceci est peut-être lié au fait que l'exploitation a déjà quelques années d'existence et que les maraîchers maîtrisent davantage leurs productions : « *il faut huit ans pour qu'une ferme tourne bien* ». La catégorie B est la seule où l'ensemble des maraîchers mettent en place la diversification des productions. Il semblerait qu'après quelques années d'expérience, les maraîchers se lancent dans d'autres productions : « *c'est le moment où on peut s'éclater un peu* ». Le même constat est fait pour l'agroforesterie, que l'ensemble des maraîchers mettent en place. D'après l'un deux, « *une fois qu'on a atteint la sécurité économique, il y a la volonté d'atteindre le beau* ». La catégorie B est celle qui a le moins mentionné les AMAP, peut-être parce que la volonté de diversifications s'étend également aux circuits de commercialisation ; un maraîcher estimant qu'il « *ne veut pas mettre tous ses œufs dans le même panier* ». Il commercialise de fait en AMAP, marché, et à la coopérative d'Île-de-France lorsqu'il y a des excédents.

- Catégorie C : (entre 10 et 15 ans : 3 maraîchers)

L'ensemble des maraîchers met en place l'agroforesterie. La mise en place des autres stratégies est assez uniforme, sauf pour les AMAP qui ont moins été évoqués.

- Catégorie D : (> 15 ans : 6 maraîchers)

Il s'agit de la catégorie qui met en place le moins de stratégies. Trois des maraîchers de cette catégorie justifient cela par le fait que les aléas climatiques ont toujours eu lieu et que l'adaptation fait partie du métier de maraîcher. De fait, ils n'ont pas modifié radicalement leurs pratiques et ne mettent pas en place des mesures particulières face au changement climatique. On constate que les maraîchers mettent surtout en place des systèmes économes en eau ; trois maraîchers ayant insisté sur le fait que l'eau soit absolument nécessaire à la production de légumes.

3. Perspectives et priorités en matière d'adaptation au changement climatique

3.1 Acquérir des connaissances pour mieux s'adapter au changement climatique

Les entretiens auprès des maraîchers ont soulevé des thématiques d'intérêt qu'il faudrait approfondir pour soutenir l'adaptation au changement climatique. Ils ont également évoqué les leviers qui permettraient d'acquérir ces connaissances :

Thématiques d'intérêt	Leviers
Adaptation des variétés (8/17) : - Trouver des variétés résistantes, adaptées au terroir (3) (« oignon jaune paille des Vertus », « tomate de Montlhéry ») et à la pratique - Utiliser les variétés maraîchères des gammes commerciales du sud de la France (3) : travailler avec des variétés déjà exposées à des conditions climatiques difficiles - Travailler sur des variétés résilientes et adaptées au climat en « caractérisant les variétés sur leur résistance à la sécheresse et à la canicule »	- Formations : « sélection et production de semences » pour adapter ses variétés - Expérimentations
Fonctionnement du sol (7/17) : - « Mieux connaître les sols » : agronomie, cycle de l'azote, du phosphore et de l'eau dans le sol - « Gestion du sol comme allié face au changement climatique » (3) : bien connaître son sol, avoir des bonnes pratiques de travail du sol, connaître la vie du sol : « c'est par le prisme de la vie du sol qu'on sera plus résilients face au changement climatique »	
Agroforesterie (6/17) : « la solution » (2/17) - Retours empiriques, basés sur l'observation et/ou des retours d'agriculteurs l'ayant pratiqué : important de s'intéresser à cette pratique ; « d'être à l'affût de l'agroforesterie » - Agroforesterie peut comporter des inconvénients : impératif de bien réfléchir et concevoir son système afin de lever les freins éventuels	- Formations sur l'agroforesterie
Gestion des ravageurs (5/17) : - Acquérir des connaissances sur le cycle de développement des insectes - Pour les altises : « savoir comment [elles] fonctionnent » - Identifier les différents types d'altises existantes - Analyser le développement des altises en lien avec la hausse des températures : « paramètre chaleur est intéressant à regarder »	- Expérimentations sur les différents types d'altises
Pratiques agronomiques qui conservent l'humidité (5/17) : - Techniques de travail du sol des céréaliers non-irrigués - Non-travail du sol - Maraîchage Sol Vivant (MSV) - Paillages - Couverts végétaux, cultures associées comme « levier d'adaptation à la sécheresse »	
Fonctionnement de la plante (5/17) : - Acquérir des connaissances sur le cycle des plantes, leur physiologie - Connaître les besoins exacts des plantes et leur fonctionnement - Assurer la production tout en diminuant les frais (charges, amendements...)	- Expérimentations sur la vie des plantes et l'analyse de sèves
Gestion des ressources en eau (4/17) : « le parti pris sur l'eau est fort, on a besoin de trouver des solutions » - Développer des connaissances sur la gestion de la ressource en eau et de la sécheresse - Trouver des alternatives économes en eau, permettant de ne pas pomper dans les nappes phréatiques tout en étant adaptées aux cultures - Optimiser l'arrosage et/ou mettre en place des réservoirs et stockages d'eau	- Expérimentations sur la présence d'auxiliaires avec les bandes fleuries

Travail sur le planning de cultures (4/17) : « on attend un vrai travail du GAB sur le planning de culture » - « Réfléchir aux itinéraires techniques » : les « réadapter », les « réapprendre » Porter une réflexion sur ce que l'on met en culture et sur les choix de périodes d'implantation : questions d'anticipation et de réadaptation des séries de légumes	
--	--

Tableau 11 : thématiques d'intérêt et leviers mentionnés par les maraîchers

Ainsi, les trois principaux leviers sont les formations (9/17), l'échange de pratiques (7/17) et l'expérimentation (7/17). Les formations revêtent une importance majeure pour les maraîchers, qui évoquent le rôle de structures tels que le GAB Île-de-France ou le réseau des AMAP pour les organiser. En plus des thématiques citées dans le tableau, on trouve également la gestion d'entreprise (entrepreneuriat, rentabilité des exploitations...) et les cultures "nouvelles", c'est-à-dire celles qui ne sont pas encore cultivées partout en Île-de-France comme la vigne. Deux maraîchers évoquent l'intérêt de ne pas faire de formations spécifiquement sur le changement climatique : il s'agit au contraire d'intégrer cette composante dans les formations qui existent déjà. Cette préconisation concerne directement les actions et missions du GAB Île-de-France, qui peut dès lors intégrer le changement climatique dans son programme de formations. Pour eux, il apparaît également intéressant de réaliser ces formations par zones géographiques, étant donné que le type de sol est variable en fonction des localisations.

D'après les maraîchers, l'échange de pratiques (qui consiste à comparer les pratiques et les techniques) permet de s'informer, de voir ce qui se passe en dehors de son exploitation et de découvrir ce que font les autres agriculteurs. Il permet aux agriculteurs de savoir ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas, ce qui les aide ainsi dans leur pratique du maraîchage. L'enjeu est ensuite de pouvoir diffuser ce qui fonctionne. Pour cela, les formats propices à l'échange de connaissances sont variés : des formations sur place, des visites de fermes par les agriculteurs, des voyages d'étude et/ou un document résumant une thématique. Le GAB détient également un rôle majeur dans la mise en place de ces échanges car son cœur de métier est la mise en réseau des agriculteurs.

L'acquisition de connaissances passe enfin par le biais de l'expérimentation. Toutefois les maraîchers constatent un manque de recherche publique en France et une absence du monde de la recherche alors même que le « *besoin en expérimentation est monstrueux* ». Un maraîcher déplore à ce sujet le défaut de recherche en semences maraîchères, estimant qu'il « *n'existe pas de catalogue de graines adaptées au changement climatique en légumes* ». Il n'existe effectivement pas de nouvelles semences adaptées aux sécheresses tandis que les résistances aux maladies et le comportement face aux insectes sont travaillés. Dans ce contexte, les maraîchers estiment qu'il serait intéressant de mener des expérimentations sur leurs fermes, en prenant des zones représentatives de différentes conditions pédo-climatiques dans toute la région francilienne. Cela permettrait d'avoir des expérimentations sur les exploitations et ainsi de faire des essais statistiques.

3.2 Mesurer l'impact passé et futur du changement climatique

3.2.1 S'accorder sur un consensus des constats

Lorsque le sujet du changement climatique a été abordé, quelques maraîchers ont partagé les observations générales (4) qu'ils ont faites sur leur ferme : augmentation des populations de papillons avec la présence de bandes fleuries, différents types d'altises, presque plus de gelées en novembre/décembre, des gelées en mars/avril, des extrêmes climatiques, des

salades médiocres en fin d'été, une meilleure sucrosité et conservation des melons en non-irrigation.

Ils indiquent toutefois le fait que ces observations ne soient que des « *impressions* », des « *perceptions* » et des « *ressentis* ». Certains estiment de ce fait qu'il faudrait mesurer et quantifier ces phénomènes afin de les vérifier et les démontrer. Un maraîcher évoque à ce sujet l'idée que « *des scientifiques, sensibles à cela, relient les observations aux données scientifiques* ». Si on prend l'exemple des altises, il s'agirait de croiser les observations de terrain des maraîchers (présence ou non d'altises) avec les données météorologiques afin de pouvoir corréliser certains facteurs. Il faudrait réaliser cette démarche auprès de 100 agriculteurs. Cela permettrait d'avoir des données plus robustes, d'obtenir une pertinence statistique et de sortir ainsi de l'empirisme. D'après les maraîchers, ce travail pourrait être réalisé par un membre du GAB, qui mettrait les essais sur fermes et les protocoles en place et qui les suivrait. Un maraîcher se montrait d'accord pour mettre sa ferme à disposition pour les essais, mais mentionnait ne pas avoir le temps et la méthodologie pour pouvoir les suivre. Ce travail pourrait être combiné avec celui d'un chercheur qui recueillerait les données et pourrait établir des données à l'échelle statistique. Les objectifs globaux de cette démarche sont :

- Mesurer des différences (exemple : différences de composition de sève entre jeune feuille et vieille feuille)
- Attester de l'influence de certaines variables sur d'autres (exemples : influence de la chaleur sur la qualité des salades, impact de la présence des altises sur la productivité des légumes)

De manière générale, ces études statistiques permettraient d'obtenir des résultats qui peuvent être valorisés (par le GAB et la recherche) et d'être plus crédibles. D'après une maraîchère, ces démarches permettraient avant tout d'aller dans la même direction. Bien que tout le monde parle de changement climatique, elle estime que personne ne « *s'accorde sur les modalités* ». Selon elle, il s'agirait tout d'abord de s'assurer que tout le monde parle de la même chose. Ceci a été attesté par Frédéric Levraut, expert en changement climatique pour le groupe des chambres d'agriculture (Denhartigh, 2014). Il évoque en effet le « *consensus des constats* », qui consiste à partager en premier lieu la perception des évolutions climatiques, les effets sur l'agriculture pour trouver en second lieu un accord sur les solutions d'adaptation.

3.2.2 Etablir des projections climatiques pour pousser à l'action

Les maraîchers évoquent de fortes incertitudes face à l'avenir des évolutions climatiques (6). Ils se posent des questions à propos de l'évolution des événements climatiques sur le long terme : il leur est difficile de dire si ces derniers vont diminuer, se maintenir ou s'amplifier dans les années à venir. Un des producteurs confiait ne pas savoir si « *l'été prochain sera humide ou doux* » et se demandait si le changement climatique va engendrer un climat de plus en plus sec. Les maraîchers peuvent seulement attester qu'un changement se déroulera, sans pouvoir énoncer quel aspect il va revêtir. Le caractère imprévisible et irrégulier du climat empêche de tirer des conclusions et d'établir des règles. Pour certains, l'absence de linéarité du climat et l'incertitude entravent la mise en place de stratégies d'adaptation (4) : « *si on était sûrs de ne pas avoir de gelées, ça changerait les perspectives, on serait plus téméraires sur les cultures d'hiver* ». Un autre maraîcher confiait : « *si on a des étés plus chauds et secs, des hivers plus doux et plus humides, il faudra faire des réservoirs d'eau* ». Il ajoute le « *besoin d'avoir des projections précises en Île-de-France* », ce qui est d'une importance cruciale pour la suite de cette étude. L'objectif étant, dans le projet CLIMALEG, de modéliser l'impact de scénarios

futurs et de les traduire en impacts concrets sur les légumes et les producteurs. La conception de projections climatiques devrait ainsi aider les agriculteurs à se projeter par rapport au changement climatique.

3.3 Structurer l'adaptation au changement climatique à l'échelle régionale

3.3.1 Favoriser l'organisation collective entre agriculteurs

Les maraîchers évoquent la nécessité de s'organiser collectivement (5), notamment autour de la production de semences (4) : « *il est essentiel de s'organiser collectivement pour faire des semences et les partager* ». En effet, un des maraîchers aborde le projet de création d'une Maison des Semences Paysannes en Île-de-France, rattachée à l'ADEAR (Associations pour le développement de l'emploi agricole et rural) d'Île-de-France. La Maison, qui n'existe pas encore, permettrait le développement agricole et aurait pour premier objectif l'autonomie semencière. Toutefois, le maraîcher estime qu'elle « *pourra avoir un rôle dans l'avenir climatique* ». Trois autres maraîchers sont motivés par cette démarche, estimant qu'il est « *pertinent de multiplier les semences à plusieurs* ».

Deux maraîchers parmi les cinq évoquent également l'idée de s'organiser collectivement par rapport au matériel de blanchiment des serres. La pratique se répand en Île-de-France mais les outils pour blanchir (pulvérisateur, atomiseur) représentent un coût. Un des producteurs évoque de ce fait : « *c'est précisément le type d'outils qu'il faudrait mutualiser* ».

3.3.2 Impliquer davantage les acteurs publics

- Structures collectives : soutenir la recherche et développement et l'innovation (3)

Comme mentionné précédemment, il existe un défaut de recherche publique en France. A ce sujet, les producteurs estiment qu'il « *faut de la recherche et du développement dans les structures collectives* » afin d'apporter des éléments techniques dans les fermes (« *arriver à faire ce que font les agriculteurs conventionnels en bio : semis direct sous couvert végétal* »). D'après les maraîchers, des structures collectives tels que le GAB peuvent « *soutenir la recherche participative* » ou développer l'innovation et ainsi faire progresser les connaissances et la technicité des exploitations.

- Pouvoirs publics : mettre en place des moyens financiers et techniques pour soutenir l'adaptation au changement climatique (4)

Pour l'aspect financier, les maraîchers évoquent deux thématiques : soutenir et rémunérer les paysans (par exemple, « *pour le temps passé à mettre des haies* ») et « *obliger à faire du linéaire, planter des arbres, faire du microclimat, stocker du carbone* » dans le cadre de la PAC (Politique Agricole Commune). Ainsi, les maraîchers veulent valoriser les éléments topographiques (haies, arbres isolés ou alignés, bosquets...) des exploitations maraîchères (2) en renforçant les dispositifs de la PAC déjà existants. La conditionnalité, l'admissibilité des surfaces, le paiement vert (SIE) et les MAEC (dispositif mis en place depuis 2002 permettant de rémunérer les paysans pour les services environnementaux) permettent effectivement de valoriser les éléments topographiques (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2021). Pour l'aspect technique, un maraîcher mentionnait que dans certaines zones de production, « *les moyens techniques ont été absorbés par l'Etat* » ce qui pourrait être une possibilité pour s'adapter.

Enfin, un des maraîchers évoquait le besoin d'améliorer l'accès au foncier via la SAFER, qui est sous tutelle des ministères de l'Agriculture et des Finances. Etant donné que toutes les décisions prises par la SAFER sont validées par l'Etat, le maraîcher estimait que le problème était « *politique* » et qu'il fallait « *voir avec la région* ».

3.4 Accompagner l'installation des maraîchers

3.4.1 Former les nouveaux installés

Certains maraîchers constatent que la gestion économique et financière fait défaut chez les nouveaux installés, de même que la notion de rentabilité (4). Certains sont utopiques, ne réalisent pas l'envergure de certains investissements et/ou ne prennent pas en compte certains aspects économiques dans leurs projets. Pourtant, la gestion économique, financière et la rentabilité constituent des éléments essentiels pour assurer la viabilité et la pérennité des fermes. De plus, ces notions sont très importantes pour pouvoir s'adapter au changement climatique (partie 2.3.3). En effet, la mise en place de stratégies représente des investissements coûteux. D'après quelques maraîchers, il est donc nécessaire d'appuyer sur ces points lors des formations et échanges avec les nouveaux installés (4).

Dans ce contexte, l'aspect technique devrait être davantage abordé car un maraîcher évoquait le manque de connaissances et de technique de certains nouveaux installés : « *ils ne maîtrisent pas techniquement* ». Il apparaît donc primordial de bien former les jeunes, autant sur le plan économique que technique.

3.4.2 Prise en compte des paramètres climatiques à l'installation

L'installation en maraîchage est toujours précédée d'un projet mûrement réfléchi. Le changement climatique et plus particulièrement le « *manque d'eau* », les « *étés plus secs, plus chauds* » invitent les nouveaux installés à prendre davantage en compte certains paramètres lors de leur installation. Ces derniers sont : la composition du sol et son pouvoir de rétention en eau. Ils exercent une influence sur la réponse du système sol face au changement climatique. Une maraîchère a également évoqué le fait de prendre en compte dès le début la « *récupération d'eau* ». En effet, ce type de système peut se concevoir en même temps que le montage d'une serre ou d'un bâtiment (récupération des eaux pluviales peut se faire au niveau des gouttières des toits des serres et des bâtiments).

3.5 Explorer les axes conjoints de l'atténuation et de l'adaptation

Lors des entretiens, les maraîchers ont à la fois parlé d'atténuation et d'adaptation. En premier lieu, 9 producteurs ont évoqué vouloir diminuer leur empreinte carbone sur leurs fermes. Bien que le maraîchage biologique ne figure pas selon eux parmi les activités les plus polluantes, certains reconnaissent la part de l'agriculture dans le changement climatique et désirent limiter leur impact sur le climat et l'environnement.

3.5.1 Atténuer le changement climatique

Les maraîchers ont mentionné dans un premier temps vouloir atténuer le changement climatique en réduisant leur utilisation de plastique (5). Ce dernier est couramment utilisé en tant que paillage mais constitue une réelle pollution. Il persiste dans les sols même après avoir été enlevé et génère des gaz à effet de serre lors de sa fabrication. Certains maraîchers veulent donc utiliser d'autres matières (paille, copeaux, bois...), d'autres types de paillages

(biodégradables) ou explorer des matières encore peu utilisées comme le chanvre. Pour eux, la gestion du plastique est problématique et constitue un réel défi pour l'avenir. Utiliser une matière polluante ne leur convient pas, ils aimeraient qu'elle soit moins utilisée en agriculture biologique. Deux maraîchers aimeraient également réduire leur empreinte en réduisant ou en substituant leur utilisation de terreau (2). Cette matière est en réalité un « *vrai problème* », puisque sa fabrication détruit les zones humides.

3.5.2 Se baser sur les capacités d'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique

De manière générale, le maraîchage permet de « *minimiser les risques en multipliant les cultures* ». Dans un contexte de changement climatique, le maraîchage diversifié possède des avantages que d'autres productions (grandes cultures, arboriculture...) n'ont pas :

- Protection physique des légumes face aux extrêmes climatiques (grêle, vent violent...) avec serres et tunnels : minimiser les risques
- Plusieurs séries de légumes dans l'année, possibilité de recommencer des cultures s'il y a eu des pertes à cause d'aléas climatiques (surtout si les cultures sont courtes)
- Production d'une diversité de légumes assurant une résilience en cas d'évènements extrêmes

En grandes cultures, si un aléa climatique advient sur une ou deux des cinq cultures que l'on produit, cela peut drastiquement endommager le chiffre d'affaires de l'année. En maraîchage diversifié, des pertes de rendement ou de qualité sur cinq ou six légumes semblent être compensées car le maraîchage diversifié représente souvent une production de 40 à 50 légumes. C'est précisément pour cette raison que les céréaliers font « *plus attention au changement climatique* », les impacts étant « *encore plus marquants en céréales qu'en maraîchage* ». En arboriculture, la production n'a lieu qu'une fois dans l'année. Ainsi, le moindre évènement climatique (gel tardif au printemps) peut détruire la production annuelle. En maraîchage, ce problème ne se pose pas car il est possible de semer tout le temps et de refaire des cultures. Ainsi, le maraîchage diversifié dispose de plus de « *leviers pour contrebalancer* » les effets du changement climatique. Certains estiment que le maraîchage est « *intéressant par rapport aux autres cultures* », se montrant en effet plus résilient face aux aléas climatiques.

Partie 4 : Discussion et propositions

1. Rappel des objectifs de l'étude et des enjeux pour l'entreprise

L'étude menée avait de multiples objectifs. Tout d'abord, il était important pour le GAB et INRAE de connaître la perception du changement climatique par les maraîchers biologiques. Il s'agissait d'analyser comment le changement climatique avait été perçu et ressenti par les producteurs ces dernières années en Île-de-France. Le deuxième objectif était d'explorer les stratégies d'adaptation au changement climatique déjà mises en place par les producteurs. Enfin, il était question de définir les pistes et les orientations pour l'avenir ainsi que les perspectives futures en matière d'expérimentation et de recherche. Cette étude doit permettre au GAB de poursuivre ses activités d'accompagnement auprès des producteurs biologiques franciliens en les soutenant dans l'adaptation face au changement climatique. En outre, cette étude constitue une base de réflexion au projet CLIMALEG de INRAE et permet à l'organisme de recherche de collecter des données sur le changement climatique et les productions légumières.

2. Synthèse des résultats

En ce qui concerne la perception du changement climatique, cette étude montre en premier lieu que l'ensemble des maraîchers interrogés le ressentent ainsi que ses effets. Les producteurs le perçoivent comme étant un phénomène irrégulier et non linéaire. Le changement climatique est à la fois perçu comme un événement récent (canicules et sécheresses depuis les trois, quatre ou cinq dernières années) et de longue date, un maraîcher évoquant que « *les canicules ont toujours existé* ». Les résultats indiquent que les maraîchers sont davantage affectés par les événements extrêmes que les évolutions tendancielle. Ils souffrent en particulier de la sécheresse et craignent pour la disponibilité en eau des légumes, bien que l'Île-de-France ne soit pas la région la plus déficitaire en eau. Ces craintes pour la disponibilité en eau ne sont pas partagées par l'ensemble des maraîchers, ce qui montre que le changement climatique n'est pas perçu de façon uniforme par les producteurs. En effet, certaines exploitations sont « avantagées » face au changement climatique, du fait d'un type de sol qui retient particulièrement l'eau et/ou d'une localisation géographique proche de ressources en eau. Enfin, l'étude révèle qu'il existe des perspectives intéressantes pour la production maraîchère face au changement climatique, l'augmentation des températures moyennes offrant des opportunités de production.

La présente étude nous a permis en deuxième temps d'identifier les stratégies d'adaptation face au changement climatique. Nous avons pu déterminer 13 stratégies d'adaptation, qui appartiennent à trois catégories distinctes : les stratégies agronomiques, techniques et économiques. L'agroforesterie, les pratiques économes en eau et la diversification des productions sont les stratégies les plus mises en place par catégorie, par les 17 maraîchers. Le travail qui a été mené nous permet de comprendre deux aspects essentiels de l'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique :

- **La mise en place de stratégies n'est pas uniquement liée au changement climatique.** Les pratiques énoncées par les maraîchers bénéficient à de multiples aspects de la production maraîchère (fertilité des sols, biodiversité, enherbement). Par exemple, l'agroforesterie permet d'abaisser les températures dans un contexte de changement climatique mais est avant tout présentée par les maraîchers comme étant une stratégie de diversification des productions. Le paillage permet aux maraîchers de

retenir l'humidité du sol mais il permet également de réduire le désherbage. Quant aux couverts végétaux, ils assurent certes une rétention de l'eau au sol qui est intéressante face au changement climatique mais permettent avant tout d'améliorer la qualité du sol.

- **Les maraîchers mettent en place des stratégies plus ou moins avancées pour s'adapter au changement climatique.** Face à ce phénomène, Bertuzzi (2020) distingue trois niveaux d'adaptation, comme le montre la figure 12 ci-dessous. D'après les résultats de cette présente étude, les changements opérés par les maraîchers relèvent des trois niveaux d'adaptation. En effet, les producteurs ont abordé les modifications de date de semis, la gestion de l'eau, la diversification, l'agroforesterie ainsi que les nouvelles productions telles que la patate douce (partie 2.3.1).

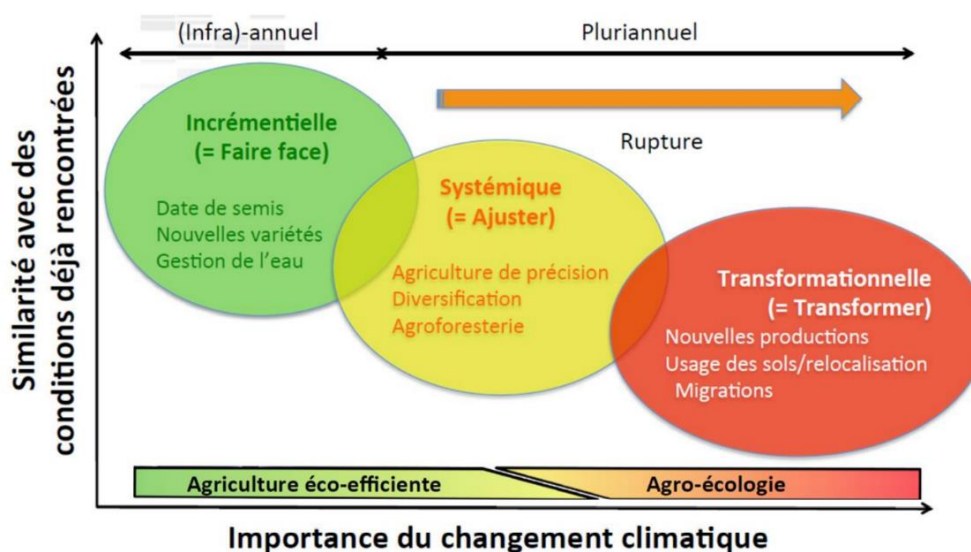


Figure 12 : les trois niveaux d'adaptation au changement climatique (Bertuzzi, 2020)

Enfin, les résultats indiquent que les maraîchers souhaitent vouloir acquérir des connaissances ciblées via les formations, l'échange de pratiques et l'expérimentation. Ils sont intéressés par les thématiques suivantes : adaptation des variétés, fonctionnement du sol, agroforesterie, gestion des ravageurs, pratiques agronomiques qui conservent l'humidité, fonctionnement des plantes, gestion des ressources en eau et travail sur le planning de culture. Nous cherchons à répondre aux attentes des maraîchers, c'est pourquoi nous allons suggérer des propositions en partie 4 en lien avec leurs besoins. Par ailleurs, les résultats montrent que les maraîchers sont globalement intéressés par le sujet de l'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique. Ils aimeraient que cette thématique prenne davantage d'envergure à l'échelle régionale, de par l'action des structures collectives (former et accompagner les producteurs), des acteurs publics (obtenir des moyens financiers) et des organismes de recherche (réaliser des projections climatiques). Enfin, ils évoquent l'importance d'aborder conjointement l'adaptation et l'atténuation. Ils proposent un regard croisé entre la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'exploration d'opportunités d'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique.

3. Discussion des résultats et limites de l'étude

Cette étude comporte des limites, notamment au niveau de la démarche scientifique, qui précède la collecte et le traitement des données. Une démarche scientifique comporte quatre étapes dont la question de départ, la phase exploratoire, la construction d'une problématique et l'élaboration d'un modèle d'analyse. Dans notre cas, la phase exploratoire, qui consiste en des lectures et entretiens exploratoires, aurait pu être perfectionnée. En effet, cinq entretiens exploratoires ont eu lieu mais deux ont été réalisés en mars contre trois en janvier. Il aurait probablement été judicieux d'en faire davantage en janvier, afin d'aider à cadrer le sujet d'étude qui est large et comporte de nombreux enjeux.

Au niveau de la collecte des données, il existe des limites inhérentes à la méthode d'enquête choisie qui est celle des entretiens semi-directifs. En effet, lors d'un entretien, il est possible d'introduire des biais cognitifs lorsque l'enquêteur pose des questions à l'enquêté (Lugen, 2007). Dans le cadre de cette étude, plus il y avait d'entretiens réalisés, plus il était possible d'imaginer les réponses des maraîchers. Ainsi, il est probable que des « effets de cadrage » aient été introduits lors des entretiens, c'est-à-dire des questions induisant un certain type de réponses (Lugen, 2007).

De même, lors de la collecte des données, certains entretiens peuvent se montrer difficiles notamment lorsque les réponses des interrogés dévient du cadre (Muet, 2018). Dans notre cas, les maraîchers parlaient parfois de sujets éloignés de l'objet d'étude. Il était parfois difficile de recentrer le discours, ce qui entraînait une diminution du nombre de réponses et ainsi une moindre qualité des résultats.

4. Présentation des propositions

Nous nous sommes basés sur les résultats de ce stage afin de suggérer des propositions. Celle-ci sont faites pour le GAB, car c'est l'organisme qui m'a accueillie en tant que stagiaire. Les propositions sont principalement basées sur les résultats de la partie 3, c'est-à-dire celle sur les perspectives et priorités en matière d'adaptation, qui nous ont été rapportées par les maraîchers.

Il est important de mentionner que tous les résultats de l'étude n'aboutissent pas à des propositions. Pour des raisons financières, de personnel, de temps, il n'est en effet pas possible de suggérer des propositions pour chacun des résultats. Ainsi, nous avons dans un premier temps émis des propositions, en nous basant sur leur faisabilité et leur efficacité. Les propositions des parties 4.1.1, 4.1.2 et 4.1.3 se réfèrent à des actions que le GAB saura mettre en place ou met déjà en place. De plus, nous avons cherché à proposer des actions qui soient originales, comme c'est le cas en partie 4.1.4. Enfin, nous avons accordé de l'importance aux envies et intérêts des animateurs et conseillers en maraîchage au GAB, car ce sont surtout eux qui seront concernés par la mise en application de ces propositions. La partie 4.2 que nous proposons avait notamment suscité leur intérêt.

4.1 Maintenir et développer les activités d'accompagnement du GAB

4.1.1 Poursuivre l'étude sur l'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique

Nous proposons de poursuivre l'étude menée entre janvier et juin 2021 auprès d'un plus grand nombre de maraîchers. Il s'agit d'obtenir davantage de données sur l'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique dans la région francilienne. L'obtention de ces données a trois objectifs :

- **Perfectionner l'offre d'accompagnement du GAB auprès des maraîchers biologiques franciliens** : l'étude que nous proposons de réaliser doit permettre 1) d'identifier les freins des producteurs face à l'adaptation au changement climatique 2) de déterminer leurs besoins. Cette enquête doit ainsi permettre d'améliorer l'accompagnement auprès des producteurs, ce qui est le cœur de métier du GAB. A titre d'exemple, 5 maraîchers sur 17 se sont montrés intéressés par le fait de s'organiser en collectif (partie 3.3.1), notamment au sujet de la production de semences et du matériel de blanchiment des serres. S'il s'avère que ceci est partagé par un grand nombre de maraîchers, le GAB pourra mettre en réseau les agriculteurs et les aider dans les démarches de mutualisation du matériel.
- **Capitaliser de l'information** : à ce jour, il existe peu de données sur les effets du changement climatique sur la production maraîchère en France (Bertuzzi, 2020) et encore moins en Île-de-France. Qui plus est, le maraîchage biologique en Île-de-France ne constitue pas une production conséquente. Il apparaît ainsi crucial de constituer une base d'informations en réalisant un état des lieux des conséquences du changement climatique en Île-de-France sur le maraîchage biologique.
- **Défendre les intérêts des maraîchers auprès des acteurs publics** : les résultats de cette étude ont montré que 4 maraîchers sur 17 sont freinés par leur faible capacité d'investissement pour mettre en place des stratégies face au changement climatique (2.3.3). S'il s'avère que cette observation est partagée par un plus grand nombre de producteurs à l'échelle régionale, le GAB pourra utiliser cet argument auprès des pouvoirs publics afin de plaider pour des financements, des subventions et/ou l'amplification des enveloppes budgétaires actuelles dédiées à l'investissement face aux aléas climatiques (enveloppes France AgriMer et PCAE). De cette façon, nous pourrions répondre aux attentes exprimées par les maraîchers : ils éprouvent le besoin que l'adaptation au changement climatique soit structurée à l'échelle régionale, notamment via l'implication des acteurs publics (partie 3.3.2).

Nous proposons donc de réaliser une enquête qualitative et quantitative auprès des maraîchers biologiques franciliens. Celle-ci sera basée sur le guide d'entretien utilisé lors du stage (Annexe 4) auquel nous avons ajouté des questions fermées afin d'obtenir des réponses quantitatives. Le nouveau guide d'entretien figure en Annexe 9. Nous suggérons d'envoyer ce questionnaire par mail et via le google group, auprès des maraîchers biologiques adhérents du GAB, dont nous avons déjà les coordonnées.

4.1.2 Amplifier la communication sur les aides à l'investissement

Nous proposons d'approfondir le sujet de l'investissement en maraîchage biologique. Comme mentionné précédemment, la capacité d'investissement est un frein à l'adaptation au changement climatique. Pourtant, il existe des aides, mises en place notamment par FranceAgriMer dans le cadre du Plan de relance pour l'agriculture. Un programme est ainsi proposé aux agriculteurs afin qu'ils disposent d'agroéquipements pour s'adapter au changement climatique (FranceAgriMer, 2021). Par ailleurs, il existe des aides à l'investissement au niveau des régions, appelées PCAE (Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles), qui permettent notamment de subventionner le matériel dans le cadre d'une diversification agricole (Chambre d'Agriculture Région Ile-de-France, 2019). Toutefois, les maraîchers ne sont parfois pas au courant de l'existence de ces aides. Nous

proposons de fait d'amplifier la communication sur les aides à l'investissement disponibles, permettant de s'adapter au changement climatique en maraîchage biologique. Pour cela, nous suggérons aux conseillers et animateurs en maraîchage de communiquer verbalement sur les possibilités d'aides lors de leurs activités : visites individuelles, groupe d'échanges locaux, forum d'échanges numériques, newsletters. Ils peuvent s'appuyer sur le document présenté ci-dessous, qui présente les aides à l'investissement possible pour certaines thématiques rattachées au changement climatique.

Gestion de la ressource en eau	Gestion des ravageurs	Diversification des productions
Aides FRANCEAGRIMER « matériel de protection contre la sécheresse » : - Système d'irrigation localisé (goutte-à-goutte enterré, de surface) - Programmeur d'arrosage - Équipements pour la collecte, le stockage, l'assainissement des eaux de pluie (limitation des captages d'eau de forage, puits...) - Récupération d'eaux des toitures Aides PCAE « investissements innovants » : - Appareils de mesure connectés pour déterminer les besoins en eau (tensiomètres, sondes capacitatives...)	Aides PCAE « investissements environnementaux productifs » : - Matériel de lutte contre les prédateurs ou permettant une lutte biologique : filets tissés anti-insectes, filets insectes proof et matériel associé	Aides PCAE « diversification agricole » : - Arbres fruitiers : achat de plants d'arbres, d'arbustes (hors fraisiers), matériel de récolte, outils de transformation - Vigne : plants de vigne - Cultures spécialisées ou légumes de plein champ : matériel de culture, récolte Aide destinée aux exploitations où l'atelier est NOUVEAU et installation sur l'exploitation depuis moins de 5 ans Aides pouvant prendre en charge 40 à 70% de l'investissement

Tableau 12: aides à l'investissement FranceAgriMer et PCAE pour l'adaptation au changement climatique (FranceAgriMer et Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2021)

4.1.3 Intégrer le changement climatique dans les futures formations du GAB

Les résultats de cette présente étude montrent que les maraîchers désirent acquérir des connaissances pour mieux s'adapter au changement climatique en participant notamment à des formations. Ceci a été évoqué par 9 maraîchers sur 17 (partie 3.1). Pour autant, deux d'entre eux estiment qu'il ne faut pas faire de formations spécifiques au changement climatique, mais plutôt intégrer ce dernier dans les formations existantes. Lors d'échanges avec les animateurs/conseillers en maraîchage au GAB, nous avons trouvé cette opinion intéressante. De ce fait, nous proposons d'intégrer la composante climatique dans les futures formations en maraîchage biologique proposées par le GAB. Pour ce faire, nous nous basons sur le catalogue de formations 2021/2022 disponible en Annexe 8. Pour chaque future formation, nous aimerions que le changement climatique soit abordé par le formateur ou la formatrice. Dans le tableau ci-dessous, figurent à gauche les formations futures que le GAB veut proposer auprès des maraîchers biologiques et dans la colonne de droite figurent les éléments qui pourraient être abordés par le formateur ou la formatrice, issus des résultats de cette présente étude et de la bibliographie.

Formations futures (source : GAB IdF)	Objectifs de la formation (source : GAB IdF)	Eléments en lien avec le changement climatique, à aborder en formation
Planifier mes cultures maraîchères – 4 et 5 octobre 2021 (91)	- Construire un planning de culture adapté à sa ferme - Identifier les points critiques sur la saison - Créer son calendrier de semis, plantations	- Aborder les modifications d'implantation liées au climat : - Quelles sont les conséquences du changement climatique sur les dates de semis, de plantation et de récolte ? - Comment est-ce que le décalage du semis et de la plantation peut permettre aux maraîchers de s'adapter aux conséquences du changement climatique ? (Exemple des altises partie 2.1.5)
Biodiversité fonctionnelle en maraîchage – 19 octobre 2021	- Observer la biodiversité fonctionnelle et comprendre ses facteurs de présence dans l'environnement agricole - Favoriser la faune auxiliaire indigène par des aménagements des parcelles ou des modifications de la conduite des cultures	- Introduire le lien entre la pression des ravageurs et : la hausse des températures moyennes, les phénomènes de sécheresses et de canicules - Apporter des informations sur le cycle de développement des ravageurs
Entretien la fertilité du sol : gestion des apports de matière organique, pratique des couverts végétaux – 16 et 17 novembre 2021	- Savoir apprécier la fertilité des parcelles et adapter ses pratiques pour l'améliorer - Mieux comprendre le sol vivant et évaluer les gestes agricoles classiques, leurs impacts sur le fonctionnement de la vie microbienne notamment	- Envisager le sol comme un allié face au changement climatique : des sols avec des bons taux de MO sont moins sensibles aux aléas climatiques - Aborder la couverture végétale comme protection face aux agressions (épisodes climatiques extrêmes, érosion, travail du sol...)
Le sol vivant : des faits aux gestes appropriés – 8 décembre 2021	- Visualiser la vie microbienne, du champ au microscope - Éléments concrets pour agir demain et erreurs à éviter	

Tableau 13 : propositions pour les futures formations

Dans la partie résultats, nous évoquons le fait que les maraîchers sont intéressés par 8 thématiques : variétés (8/17), fonctionnement du sol (7/17), agroforesterie (6/17), gestion des ravageurs (5/17), pratiques agronomiques qui conservent l'humidité (5/17), fonctionnement de la plante (5/17), gestion des ressources en eau (4/17) et travail sur le planning de culture (4/17). Les formations futures vont ainsi permettre de couvrir 3 thématiques : fonctionnement du sol, gestion des ravageurs et travail sur le planning de culture.

4.1.4 Proposer la diffusion des connaissances sous forme numérique

Les futures formations vont ainsi permettre de couvrir 3 thématiques qui intéressent particulièrement les maraîchers par rapport à l'adaptation au changement climatique. Cependant, il y a 5 thématiques sur 8 qui ne sont pas traitées (adaptation des variétés, agroforesterie, pratiques agronomiques qui conservent l'humidité, fonctionnement de la plante, gestion des ressources en eau). Notre proposition est de les aborder au travers de modes de diffusion originaux, qui diffèrent des activités que peut proposer le GAB

habituellement pour la diffusion des connaissances (formations, groupe d'échanges locaux, conseil...). Nous suggérons au GAB de réaliser 3 types de formats : interview, podcast et vidéo. Ainsi, ce type de diffusion numérique pourra permettre aux agriculteurs d'y avoir accès sans se déplacer, certains maraîchers ayant évoqué « *manquer de temps pour aller aux groupes d'échanges locaux et aux formations* ». Ci-dessous, figurent les formats de diffusion associés aux 4 thématiques qui restent à traiter⁷. Il est à noter que les thématiques sont proposées à titre d'exemple, il est tout à fait possible d'adapter les formats aux différents thèmes.

4.1.4.1 Un interview auprès d'un maraîcher

L'objectif est de réaliser un interview auprès d'un maraîcher biologique adhérent du GAB au sujet des pratiques agronomiques permettant de conserver l'humidité au sol dans un contexte de changement climatique. D'après les résultats, ces pratiques regroupent le non-travail du sol, le Maraîchage Sol Vivant (MSV) et les paillages. Nous suggérons aux animateurs/conseillers du pôle maraîchage de sélectionner un maraîcher impliqué dans une ou plusieurs de ces pratiques. La sélection pourra se faire à partir de la connaissance des fermes et/ou de la base de données. Il sera ensuite question de se rendre sur la ferme et de réaliser un interview en posant les questions suivantes :

- Pouvez-vous nous présenter votre exploitation ?
- Quelles sont vos pratiques agronomiques pour conserver l'humidité du sol ?
- Depuis combien de temps les mettez-vous en place ?
- Quels sont ses avantages et inconvénients ?
- Comment pourriez-vous les améliorer ?

Une fois l'interview réalisé, il sera question de restituer les informations sur une page ou deux sous forme de témoignage avec des photos. Nous proposons ensuite que ce témoignage soit partagé via le google group, car c'est un support très utilisé par les maraîchers. Le document pourra également être partagé par mail.

Le temps de réalisation de cette proposition est estimé à 18h : 2h de préparation (lectures bibliographiques pour s'imprégner du sujet), 5h de réalisation (aller-retour sur la ferme, interview, prise de photos), 6h d'écriture et 5h de mise en page. Ce document ne comprend que quelques questions car l'objectif est d'être concis et d'éveiller les producteurs sur une pratique.

4.1.4.2 Un podcast

L'objectif est de réaliser un podcast où un animateur/conseiller du pôle maraîchage aborde le sujet de l'adaptation des variétés au changement climatique en présence d'un chercheur ou d'un expert de la thématique. L'avantage du podcast est que les maraîchers pourront accéder à ces connaissances à n'importe quel moment. Une maraîchère évoquait à ce sujet la « *praticité des podcasts* » car elle pouvait les écouter quand elle le souhaitait. Au cours de ce podcast sur l'adaptation des variétés (qui englobe la thématique du fonctionnement des plantes), nous proposons d'aborder les sujets suivants :

- Historique des variétés maraîchères franciliennes

⁷ L'agroforesterie n'y figure pas car elle va être abordée en détail dans la suite des propositions

- Les variétés : besoins physiologiques, températures optimales de développement et résistance aux stress biotiques et abiotiques
- Multiplication des semences : avantages et inconvénients
- Différences entre variétés hybrides et populations
- Adaptation au changement climatique via l'utilisation de variétés plus résilientes vis-à-vis des contraintes hydriques
- Adaptation au changement climatique via l'introduction dans l'assolement francilien de nouvelles espèces (exemple de la pastèque et de la patate douce)
- Les recherches actuelles menées en sélection variétale dans le cadre du changement climatique

La réalisation de ce podcast va demander de la préparation et un matériel adapté. Nous estimons que le podcast devra se préparer sur un délai de trois mois et nous proposons qu'il soit réalisé par les animateurs/conseillers en maraîchage. Pendant les quatre premières semaines, il sera question de prendre contact avec le chercheur ou l'expert sur le sujet, et de réaliser des lectures bibliographiques approfondies. Ensuite, il sera nécessaire de préparer la trame afin que l'expression orale paraisse la plus naturelle possible pour l'animateur. Puis, il faudra enregistrer le podcast avec la personne ressource. Nous estimons un travail hebdomadaire de 4h, ce qui aboutit à un temps de travail de 48h sur trois mois. Ci-dessous, sont présentés les éléments nécessaires à la réalisation du podcast.

Structure du contenu	Matériel	Logiciel d'enregistrement	Plateforme d'hébergement du podcast
Interviewer/interviewé	Microphone USB d'ordinateur ou microphone de studio (à partir de 75 euros)	Alitu, Adobe audition (PC/Mac), Audacity (PC/Mac)	Wix, Soundcloud, RedCircle

Tableau 14 : éléments nécessaires à la réalisation d'un podcast

4.1.4.3 Une vidéo

Nous proposons de réaliser une vidéo sur une exploitation à propos des systèmes d'irrigation économes en eau en lien avec la gestion des ressources hydriques face au changement climatique. Il sera question de sélectionner une ferme disposant de goutte-à-goutte et de systèmes de récupération d'eau de pluie. Cela nous permettra d'illustrer le matériel permettant d'économiser l'eau. L'objectif est que le maraîcher présente le matériel en répondant aux questions suivantes, concernant en premier lieu le goutte-à-goutte :

- Avec quelles cultures utilisez-vous le goutte-à-goutte ?
- Quels sont les avantages et les inconvénients de cette pratique ?
- Quel est le coût d'un système goutte-à-goutte ?

Ensuite, concernant la récupération d'eau de pluie, nous aimerions savoir :

- De quel système de récupération d'eau disposez-vous ? (cuves, citernes, toitures de bâtiments, de serres, bassins...)
- Quels sont les besoins de l'exploitation ? (irrigation, nettoyage...)
- Quelle est le volume d'eau récupéré ? quelle autonomie est-ce que cela permet ?
- Quel est le coût de l'installation ?
- Disposez-vous d'aides à l'investissement pour ce matériel ? (Chambre d'Agriculture du Lot, 2017)

Pour la réalisation de cette vidéo, nous estimons un temps total de 16h : 2h de préparation, 6h de réalisation sur place et 8h de montage à l'aide d'un logiciel de montage de vidéo. Enfin, lorsque l'interview, le podcast et la vidéo seront réalisés, nous proposons de les partager via le google group.

4.2 Développer l'expertise technique du GAB au travers d'actions de terrain

Nous suggérons au GAB de réaliser une typologie des fermes agroforestières en Île-de-France et de mener des expérimentations sur l'agroforesterie. Nous choisissons d'articuler ces actions de terrain autour de l'agroforesterie, et ce pour trois raisons :

- D'après les résultats sur les stratégies d'adaptation mises en place par les maraîchers, l'agroforesterie est la pratique mentionnée et implémentée par le plus grand nombre de maraîchers (13 sur 17) (partie 2.1.1).
- Les maraîchers éprouvent un intérêt pour l'agroforesterie et désirent acquérir davantage de connaissances sur cette pratique (6 maraîchers ont exprimé ceci) (partie 3.1).
- La littérature scientifique présente l'agroforesterie comme un levier d'adaptation au changement climatique, permettant notamment de protéger les cultures des excès climatiques (INRA, 2013).

Ainsi, l'agroforesterie est une solution prometteuse dans un contexte de changement climatique. Afin de connaître davantage cette pratique, nous proposons dans un premier temps de réaliser la typologie.

4.2.1 Réaliser une typologie sur l'agroforesterie en Île-de-France

Lors de la phase d'analyse des résultats, des réunions ont été réalisées avec les animateurs et les conseillers en maraîchage. Ils ont permis de reconnaître que le GAB manquait d'informations à propos de différents aspects de l'agroforesterie, tels que les caractéristiques de cette production sur les fermes biologiques en Île-de-France (Haies en bordure de parcelle, bande d'arbres intra-parcellaires, type d'essences utilisées...), le nombre d'exploitations biologiques qui pratiquent l'agroforesterie, les motivations des producteurs pour mettre en place l'agroforesterie (diversification, biodiversité, climat...) et les débouchés en région francilienne (fruits pour la vente, bois d'œuvre...).

Nous proposons donc de créer une typologie de l'agroforesterie en Île-de-France. Pour réaliser ce travail, nous suggérons au GAB de recruter une ou un stagiaire, entre le 3 janvier 2022 et le 1^{er} juillet 2022 (6 mois). Ce stage permettra dans un premier temps d'obtenir des informations générales sur l'agroforesterie dans les fermes biologiques franciliennes et dans un second temps d'identifier les fermes qui pratiquent à la fois l'agroforesterie et le maraîchage. Nous pourrons ainsi comprendre les bénéfices de l'agroforesterie en production maraîchère dans un contexte de changement climatique et identifier des fermes en agroforesterie et en maraîchage susceptibles d'accueillir des essais expérimentaux (proposition détaillée en partie 4.2.2). En effet, la ou le stagiaire sera amené soit à prendre contact par téléphone avec les fermes, soit à les visiter en personne, et pourra par ce biais sonder les maraîchers intéressés par le projet expérimental qui est détaillé dans la partie suivante. Ci-dessous, figurent les objectifs du stage et les informations relatives à sa faisabilité :

Offre de stage : typologie de l'agroforesterie en Ile-de-France et caractéristiques de l'agroforesterie maraîchère
Objectifs du stage : L'agroforesterie en Ile-de-France : - Identifier les fermes biologiques d'Île-de-France qui pratiquent l'agroforesterie - Caractériser l'agroforesterie sur les fermes franciliennes biologiques - Réaliser un document support présentant une typologie L'agroforesterie comme pratique d'adaptation face au changement climatique en maraîchage biologique : - Comprendre les bénéfices de l'agroforesterie face au climat sur les fermes - Trouver des fermes pour les essais expérimentaux - Réaliser des fiches techniques et des références technico-économiques
Contenu : - Recherches bibliographiques sur l'agroforesterie en France et en Île-de-France - Etat de l'art des bénéfices de l'agroforesterie en production maraîchère dans un contexte de changement climatique - Partage auprès des adhérents du GAB d'un questionnaire pour identifier les exploitations pratiquant l'agroforesterie - Enquêtes de terrain et téléphoniques auprès des répondants - Enquêtes de terrain auprès des producteurs en agroforesterie et en maraîchage - Analyse des résultats
Conditions : - Convention de stage avec le GAB - Possibilité d'encadrement avec INRAE si accord de leur part
Coûts pour le GAB : - Gratification du/de la stagiaire : 3,9€/h x 875h de présence sur les 6 mois = 3412,5€ - Frais de déplacement sur les fermes : - 1 déplacement sur ferme francilienne : aller-retour de 120km environ (13€ de carburant) - Pendant 14 semaines de stage (entre fin février et début mai) : 2 déplacements/semaine qui seront réalisés, soit 28 déplacements - Coût total du carburant pour les 14 semaines = 364 euros

Tableau 15 : offre de stage pour réaliser une typologie de l'agroforesterie en Ile-de-France

4.2.2 Mener des essais expérimentaux sur l'agroforesterie

Nous proposons de mener des essais expérimentaux sur l'agroforesterie. Cette proposition découle des éléments énoncés en début de partie 4.2, et de l'intérêt que les maraîchers ont partagé au sujet de l'expérimentation (partie 3.1). Certains maraîchers sont particulièrement intéressés par la mise en place d'essais sur leurs fermes, et seraient volontaires pour participer à des projets expérimentaux (partie 3.2.1). En outre, les animateurs/conseillers se sont montrés motivés par l'expérimentation lors des discussions en fin de stage.

La mise en place d'essais expérimentaux présente des bénéfices majeurs à la fois pour le GAB et les maraîchers. En effet, la réalisation d'essais va permettre de :

- **Capitaliser de l'information** : les données expérimentales seront traitées, les résultats seront analysés et rédigés par le GAB puis diffusés auprès du public de maraîchers assurant un :
 - ⇒ Apport de connaissances pour les maraîchers
 - ⇒ Gain en crédibilité technique pour le GAB (certains maraîchers ont mentionné en entretien que le GAB devait monter en compétences techniques pour être crédible auprès des maraîchers).

- **Valoriser les savoir-faire respectifs de deux entités (les maraîchers et le GAB) :** les parcelles sont mises à disposition par les maraîchers, tandis que les protocoles et leur suivi sera réalisé par le GAB. Ce partenariat de terrain permettra :
 - ⇒ La connaissance du terroir et l'apport d'expertise des maraîchers
 - ⇒ Le suivi précis et régulier des parcelles par le GAB.

4.2.2.1 Contexte des essais expérimentaux

En Île-de-France, le changement climatique induit des températures élevées et des épisodes de canicules estivales (Bardis et Hissem, 2018), qui sont responsables de brûlures solaires et d'une diminution du rendement des légumes (Benyoussef Bisbis et al., 2018). Il est à noter que les brûlures solaires sont induites à la fois par les températures élevées et le rayonnement solaire. Dans ce contexte, l'agroforesterie offre des perspectives intéressantes puisque les arbres permettent de tamponner les extrêmes climatiques (Niard, 2016). La température diurne de l'air serait plus faible sous les arbres qu'en milieu ouvert en période estivale. En effet, le projet PARASOL de AGROOF mené en partenariat avec INRAE et IDELE, montre qu'en période caniculaire, les différences entre parcelle agroforestière et parcelle témoin (sans arbres) peuvent varier de 3°C à 6°C au moment le plus chaud de la journée (14h) (Béral et al., 2018). Par ailleurs, l'ombre apportée par les arbres impacte également les conditions climatiques des parcelles (Béral et al., 2018).

4.2.2.2 Objectifs des essais

Considérant ces informations, nous aimerions réaliser des essais afin d'évaluer les bénéfices de l'agroforesterie en maraîchage biologique dans un contexte de changement climatique. Nous choisissons de nous concentrer sur la tomate, car ce sont des légumes particulièrement sensibles aux températures élevées (Benyoussef Bisbis et al., 2018). Nous émettons les hypothèses suivantes :

- Hypothèse 1 : les arbres permettent de diminuer les températures en période estivale : cela minimise les brûlures sur les tomates et la diminution du rendement causée par des températures trop élevées (> 35 degrés) : de par la diminution des températures, les arbres permettent de maintenir la qualité et le rendement des tomates en période estivale.
- Hypothèse 2 : les arbres apportent de l'ombre : cela réduit l'incidence des rayons lumineux sur les tomates et diminue ainsi les risques de brûlures solaires en période estivale : de par l'apport d'ombre, les arbres permettent de maintenir la qualité et le rendement des tomates en période estivale.



Figure 13 : brûlures solaires sur tomates (INRAE, 2013)

Les essais expérimentaux vont donc permettre de tester ces hypothèses et de voir si les arbres permettent de diminuer les effets négatifs des températures élevées et du rayonnement solaire sur les tomates en période estivale.

4.2.2.3 Démarche expérimentale

La démarche expérimentale que nous proposons s'articule autour de différentes étapes :

- Choix des sites expérimentaux :

Nous proposons de sélectionner trois fermes en Île-de-France, de préférence dans des départements différents : une en Seine-et-Marne (77), une dans les Yvelines (78) et une en Essonne (91). Les fermes sélectionnées devront présenter les critères suivants : production maraîchère et agroforestière biologique, présence d'un témoin sans arbres, intérêt et implication forte du maraîcher envers le projet, parcelles agroforestières depuis 10 à 15 ans.

- Définition des variétés étudiées :

Une fois les trois fermes sélectionnées, il faudra définir les variétés de tomates qui vont être utilisées ainsi que les essences d'arbres. Il pourrait être intéressant d'étudier la Noire de Crimée car elle montre une sensibilité particulière au microclimat (Niard, 2016).

- Développement des dispositifs et protocoles expérimentaux :

On mesure tout d'abord des données relatives au microclimat. Pour l'hypothèse 1, on mesure dans un premier temps la température et l'humidité relative avec des sondes. Ci-dessous, figure une représentation du dispositif expérimental général qui pourrait être appliqué sur les trois fermes. Dans la parcelle témoin (production de tomates uniquement), on place 2 enregistreurs de température et d'humidité relative : un à 1m dans les tomates et un à 2m au-dessus des tomates. On les place de la même façon dans la parcelle agroforestière, dans le rang de tomates à côté du rang d'arbres. Dans la parcelle agroforestière, il est important de respecter une distance supérieure à 2m entre le rang d'arbres et le rang de tomates, afin de limiter les phénomènes de concurrence, observés à moins de 1m50 des arbres (Warlop et al., 2017). Pour l'hypothèse 2, on mesure l'ombrage et l'ouverture de canopée avec un appareil photo hémisphérique, permettant d'estimer la quantité de rayonnement intercepté par la canopée. Nous proposons de réaliser entre 5 et 12 photos par modalité (témoin et agroforestier).

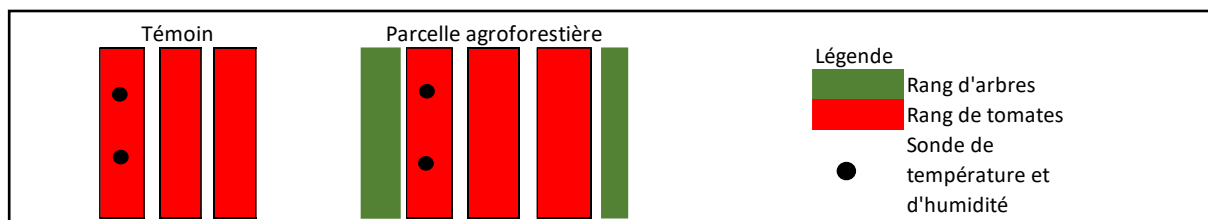


Figure 14 : dispositif expérimental pour la mesure de température et d'humidité relative

On s'intéresse dans un second temps à l'influence du microclimat (température, humidité relative et ombrage) qu'on vient de mesurer sur le comportement des tomates. Dans le cadre de l'hypothèse 1, on cherche à évaluer 1) les brûlures solaires et 2) la diminution du rendement causés par des températures élevées. Les outils qui nous permettent de les évaluer sont : 1) une grille de notation d'intensité des dégâts (de 1 à 5) sur fruits de tomates qu'il conviendra de créer 2) le calcul de la biomasse commercialisable, qui consiste à peser le nombre de kg de tomates par pied. Pour l'hypothèse 2, on cherche à mesurer l'effet du rayonnement solaire sur les brûlures sur tomates. On se réfère à la même grille de notation mentionnée précédemment afin d'évaluer les dégâts.

- Traitement des données et analyse des résultats :

Les données acquises via les sondes seront traitées via le logiciel RStudio. Les données liées aux photos hémisphériques pourront être traitées via le logiciel Gap Light Analyser ou CANEYE de INRAE. Etant donné que nous cherchons à affirmer ou contredire l'existence de différences significatives entre des modalités, nous pourrions utiliser les tests statistiques type ANOVA.

4.2.2.4 Mise en place et coûts des essais expérimentaux

Nous proposons au GAB de recruter une ou un stagiaire pour réaliser ce travail. Le stage devra se dérouler de début mai 2022 à fin octobre 2022 (6 mois), afin que la ou le stagiaire puisse être en phase de collecte des données lorsque la récolte des tomates commencera (début/mi-juillet). La période de début mai à début juillet/mi-juillet lui permettra de réaliser la première phase du stage à savoir les recherches bibliographiques et l'élaboration du protocole. Ce dernier doit être robuste sur le plan scientifique, afin que les résultats soient fiables. Nous proposons donc au GAB un co-encadrement avec INRAE afin qu'une chercheuse ou un chercheur puisse aider à l'élaboration du protocole, au suivi des données et à leur analyse. Néanmoins, il est plus simple d'obtenir la mobilisation d'un chercheur lorsqu'une expérimentation est incluse dans un projet de recherche plus vaste. Dans le cas où le GAB accepterait de réaliser ce travail expérimental, nous pourrions, avec accord d'INRAE, le rattacher au projet CLIMALEG. Ensuite, nous pourrions nous rapprocher d'une chercheuse ou d'un chercheur de l'UMR EcoSys, qui est particulièrement engagée sur les thématiques de bioclimatologie.

Nous pourrions en outre contacter Agrof'île, une association spécialisée en agroforesterie en Île-de-France et impliquée dans des réseaux de fermes et d'expérimentation. Nous pourrions leur proposer d'être partenaire du stage, ce qui permettrait ainsi d'avoir leur appui et leurs conseils, notamment pour le suivi des expérimentations.

Ci-dessous, sont présentés les coûts de ce stage pour le GAB :

- Gratification du/de la stagiaire : 3,9€/h x 875h de présence sur les 6 mois = 3412,5€
- Frais de déplacement :
 - 1 déplacement sur ferme francilienne : aller-retour de 120km environ (13€ de carburant)
 - Pendant 13 semaines de stage (entre mi-juillet et fin septembre) : 3 déplacements/semaine qui seront réalisés (1 par ferme expérimentale), soit 39 déplacements. Coût total du carburant pour les 13 semaines = 507 euros
- Matériel : sondes pour la température et l'humidité relative de la marque Hanna instruments. Nous aurions besoin de 4 sondes par ferme soit 12 fermes au total (prix communiqué uniquement aux clients, référence de la sonde communiquée en Annexe 13) et appareil photo hémisphérique + logiciel (4800 euros), détail du prix en Annexe 14. Le coût du matériel est élevé et peut constituer un frein. Toutefois, si le GAB est motivé pour réaliser ce travail, il pourrait certainement se rapprocher d'acteurs publics afin d'obtenir des subventions et des financements.

De par ce futur stage, nous pourrions tenter d'évaluer les effets du microclimat sur la qualité et le rendement des tomates. Le GAB et ses partenaires pourraient ainsi obtenir des données scientifiques sur le maraîchage biologique dans un contexte d'adaptation au changement climatique.

Conclusion

Depuis les dernières décennies, le changement climatique affecte l'Île-de-France. L'agriculture figure parmi les secteurs les plus vulnérables. Les effets du changement climatique, peu documentés en Île-de-France, n'épargnent pas les maraîchers franciliens.

L'étude menée à travers l'Île-de-France auprès de 17 maraîchers biologiques franciliens nous apporte différents enseignements. Tout d'abord, les producteurs attestent d'événements climatiques tendanciels et d'extrêmes climatiques sur leurs exploitations. Les sécheresses représentent une menace importante pour leur production, de même que les canicules, qui complexifient le travail humain. Toutefois, le maraîchage diversifié biologique se montre résilient face au changement climatique, du fait de la diversité des légumes produits.

En outre, le panel de solutions est large : l'étude révèle que les stratégies sont d'ordre agronomique, technique et économique. Parmi elles, on distingue l'agroforesterie et la diversification des productions, synonyme de résilience des exploitations.

Les maraîchers mettent en place des leviers permettant de faire face à des événements climatiques, mais ne visent pas à transformer en profondeur leur système face à ce phénomène. En effet, le changement climatique reste pour eux un événement irrégulier, non linéaire et non prédictible.

Les enquêtes réalisées montrent que les producteurs désirent acquérir des connaissances à propos du changement climatique, et sont intéressés par les différents leviers d'adaptation possibles. Ils expriment un intérêt pour la diffusion des connaissances et l'échange de savoir entre paysans. De plus, les producteurs placent un espoir en la recherche, et en l'appui du GAB.

La recherche sur l'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique n'en est qu'à ses débuts. De nombreux sujets sont à explorer (variétés, gestion du sol, agroforesterie...) en parallèle avec les producteurs, afin de trouver les solutions les plus adaptées à l'évolution climatique. L'action de tiers est donc nécessaire, pour fédérer, former et mettre en réseau les agriculteurs. Le GAB, appuyé par INRAE, peut ainsi se positionner comme acteur de l'accompagnement auprès des maraîchers biologiques, afin de les soutenir dans cette transition nécessaire face au changement climatique.

Table des figures

Figure 1 : maraîchers de la Plaine des Vertus aux Halles au début du XXème siècle (Roy, 2019).....	7
Figure 2 : orientation technico-économique des exploitations d'Ile-de-France (Agreste, 2010)	9
Figure 3 : progression des surfaces en agriculture biologique (GAB IdF, 2020)	10
Figure 4 : surfaces et nombre d'exploitations productrices de légumes en Ile-de-France (GAB IdF, 2020).....	11
Figure 5 : écart de température moyenne par rapport à la normale de référence sur la période en France (Météo France, 2020)	13
Figure 6 : effets de l'élévation du CO2 sur les concentrations de sucres solubles et sur l'acidité des légumes (Dong et al., 2018)	15
Figure 7 : effets de la hausse du CO2 et des températures sur le rendement et la qualité des légumes (Bisbis et Teixeira, 2018)	17
Figure 8 : schéma méthodologique	26
Figure 9 : conséquences du changement climatique sur le travail des maraîchers.....	38
Figure 10 : allongement de la période de production de légumes avec le recul des gelées et les automnes et hivers plus doux	40
Figure 11 : stratégies d'adaptation mises en place par les maraîchers.....	41
Figure 12 : les trois niveaux d'adaptation au changement climatique (Bertuzzi, 2020).....	58
Figure 13 : brûlures solaires sur tomates (INRAE, 2013).....	67
Figure 14 : dispositif expérimental pour la mesure de température et d'humidité relative	68

Table des tableaux

Tableau 1 : impacts des extrêmes climatiques sur les légumes.....	18
Tableau 2 : solutions permettant de s'adapter au changement climatique en maraîchage biologique.....	21
Tableau 3 : thématiques et objectifs d'étude du guide d'entretien.....	28
Tableau 4 : caractéristiques des canicules et sécheresses observés par les maraîchers	34
Tableau 5 : effets des évènements climatiques sur les légumes	37
Tableau 6 : avantages des fermes face au changement climatique.....	39
Tableau 7 : motivations et bénéfices identifiés par les maraîchers pour la mise en place de l'agroforesterie	42
Tableau 8 : motivations des maraîchers pour la mise en place de couverts végétaux	44
Tableau 9 : avantages des équipements face au changement climatique	46
Tableau 10 : stratégies en fonction de la durée depuis installation	49
Tableau 11 : thématiques d'intérêt et leviers mentionnés par les maraîchers	52
Tableau 12: aides à l'investissement FranceAgriMer et PCAE pour l'adaptation au changement climatique.....	61
Tableau 13 : propositions pour les futures formations	62
Tableau 14 : éléments nécessaires à la réalisation d'un podcast.....	64
Tableau 15 : offre de stage pour réaliser une typologie de l'agroforesterie en Ile-de-France	66

Table des matières

.....	1
Résumé.....	2
Remerciements	3
Sommaire.....	4
Sigles et abréviations	5
Introduction	6
Partie 1 : Contexte et enjeux de l'étude	7
1. Le maraîchage biologique en Île-de-France	7
1.1 L'histoire des maraîchers de Paris	7
1.1.1 Un terroir unique à l'origine de productions remarquables	7
1.1.2 La science des maraîchers de Paris	7
1.1.3 Le ventre de Paris et sa ceinture maraîchère.....	7
1.2 Une production légumière soumise à de nombreuses contraintes	8
1.2.1 Le déclin de la production de légumes pendant la seconde moitié du 20 ^{ème} siècle 8	
1.2.2 Une place mineure réservée à la production de légumes en Île-de-France...	8
1.2.3 Des contraintes qui subsistent pour la production maraîchère	9
1.3 L'espoir d'un regain pour le maraîchage biologique	10
1.3.1 L'essor de l'agriculture biologique en Île-de-France	10
1.3.2 Une part non négligeable du maraîchage biologique dans la production de légumes biologiques en Île-de-France	11
1.3.3 Une installation plus marquée en maraîchage biologique	11
1.4 Le maraîchage biologique diversifié, un système de production complexe basé sur la diversité	12
2. La production de légumes face aux enjeux du changement climatique.....	13
2.1 Le changement climatique en France et en Île-de-France	13
2.1.1 Description du phénomène climatique	13
2.1.2 Evolutions climatiques en France	13
2.1.3 Evolutions climatiques en Île-de-France	13
2.1.4 Impacts sur l'agriculture francilienne	14
2.2 Les effets du changement climatique sur la production de légumes	15
2.2.1 Impacts de la hausse du CO2 sur la production de légumes	15
2.2.2 Effets de l'élévation des températures sur la production de légumes	16
2.2.3 Conséquences des extrêmes climatiques sur la production de légumes.....	18
2.3 Les perspectives d'atténuation et d'adaptation au changement climatique mentionnées dans la littérature.....	19
2.3.1 L'atténuation du changement climatique en agriculture biologique	19

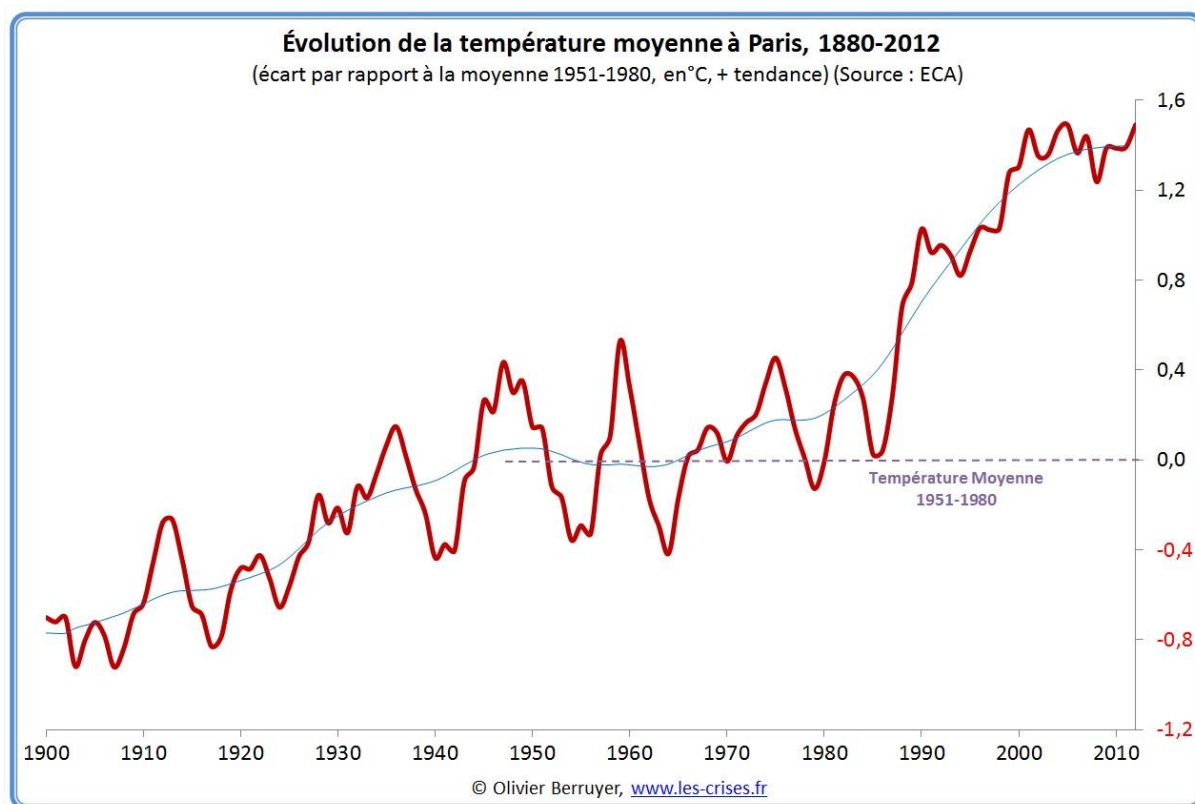
2.3.2	L'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique	20
3.	Une approche collaborative GAB/INRAE pour soutenir l'adaptation au changement climatique	22
3.1	Le GAB, acteur de l'accompagnement auprès des agriculteurs	22
3.1.1	Un organisme de développement agricole dédié à l'accompagnement.....	22
3.1.2	Le rôle clé du GAB dans l'accompagnement des maraîchers biologiques face au changement climatique	22
3.2	INRAE, un acteur du monde de la recherche.....	23
3.2.1	Présentation de l'UMR SADAPT et de ses travaux de recherche	23
3.2.2	Un stage servant de base à un projet futur : CLIMALEG	23
4.	Problématique	24
	Partie 2 : Démarche et Méthodologie d'étude.....	25
1.	Démarche générale	25
2.	Méthodologie de la phase d'enquête	27
2.1	Choix de la méthode d'entretien	27
2.2	Elaboration du guide d'entretien	27
2.3	Sélection des fermes	29
2.3.1	Critères de sélection des fermes.....	29
2.3.2	Le panel de fermes sélectionnées	31
3.	Méthodologie de traitement des résultats	31
3.1	Utilisation du logiciel NVIVO	32
3.2	Utilisation d'Excel et de XMIND	32
	Partie 3 : Résultats obtenus	33
1.	Changements climatiques et impacts sur le maraîchage en Île-de-France.....	33
1.1	Extrêmes climatiques ressentis par les maraîchers	33
1.1.1	Sècheresses et canicules : un phénomène estival récurrent et de longue durée	33
1.1.2	Excès d'eau	34
1.1.3	Episodes venteux extrêmes.....	34
1.2	Evolutions tendancielle perçues par les maraîchers.....	35
1.2.1	Modification de l'occurrence des gels	35
1.2.1.1	Réchauffement précoce au printemps suivi par les gelées tardives	35
1.2.1.2	Hiver de plus en plus doux.....	35
1.2.2	Modification des épisodes de grêle	36
1.2.3	Evolution du régime des précipitations.....	36
1.3	Les impacts du changement climatique sur les légumes.....	36
1.4	Les impacts du changement climatique sur les maraîchers	37
1.5	Les avantages face au changement climatique	38

1.6	Les opportunités face au changement climatique	39
1.6.1	Une habitude d'adaptation constante du métier de maraîcher face au climat 39	
1.6.2	Des opportunités permises par le changement climatique	40
1.6.2.1	Possibilité de produire en plein champ grâce à la chaleur	40
1.6.2.2	Allongement de la période de production avec la hausse des températures 40	
2.	Stratégies d'adaptation face au changement climatique	41
2.1	Pratiques agronomiques	41
2.1.1	Plantation d'arbres et d'arbustes.....	41
2.1.2	Adaptation des variétés	42
2.1.3	Mise en place de couverts végétaux.....	43
2.1.4	Paillage.....	44
2.1.5	Modification des plannings culturels	45
2.2	Leviers techniques.....	45
2.2.1	Systèmes économes en eau.....	45
2.2.2	Equipements pour agir sur le climat à la culture.....	46
2.2.3	Protection physique contre les ravageurs	47
2.3	Leviers économiques et financiers	47
2.3.1	Diversification des productions	47
2.3.2	Système AMAP	48
2.3.3	Gestion économique et financière.....	48
2.4	Stratégies d'adaptation selon le type de ferme	49
3.	Perspectives et priorités en matière d'adaptation au changement climatique.....	51
3.1	Acquérir des connaissances pour mieux s'adapter au changement climatique ...	51
3.2	Mesurer l'impact passé et futur du changement climatique.....	52
3.2.1	S'accorder sur un consensus des constats.....	52
3.2.2	Etablir des projections climatiques pour pousser à l'action	53
3.3	Structurer l'adaptation au changement climatique à l'échelle régionale	54
3.3.1	Favoriser l'organisation collective entre agriculteurs.....	54
3.3.2	Impliquer davantage les acteurs publics	54
3.4	Accompagner l'installation des maraîchers	55
3.4.1	Former les nouveaux installés	55
3.4.2	Prise en compte des paramètres climatiques à l'installation	55
3.5	Explorer les axes conjoints de l'atténuation et de l'adaptation.....	55
3.5.1	Atténuer le changement climatique.....	55
3.5.2	Se baser sur les capacités d'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique.....	56

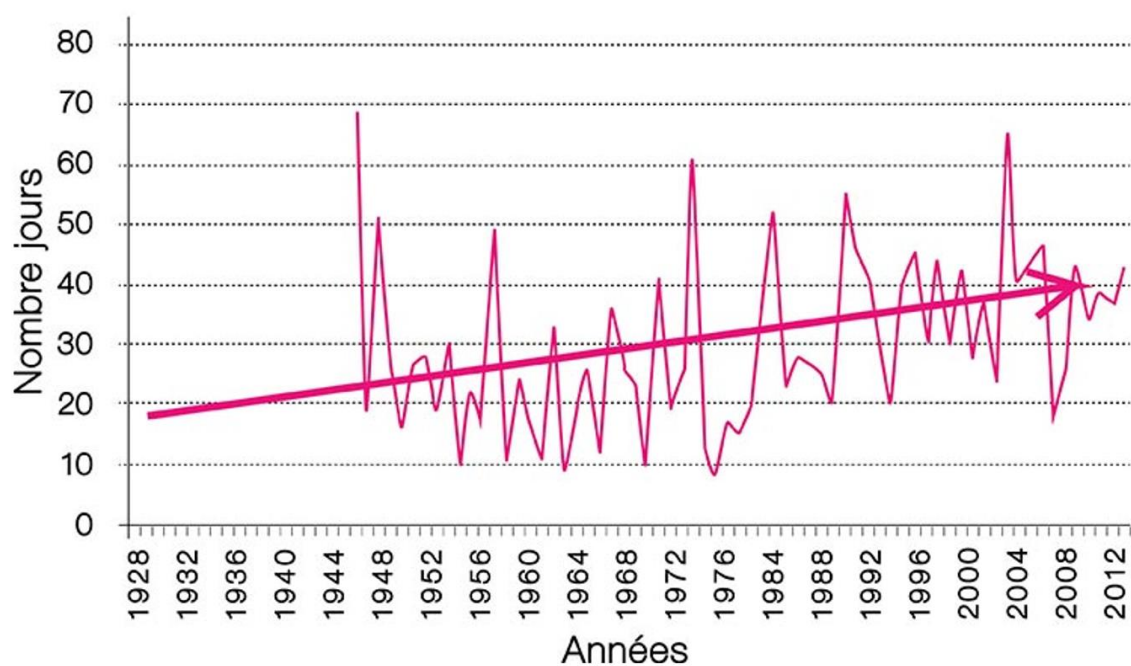
Partie 4 : Discussion et propositions.....	57
1. Rappel des objectifs de l'étude et des enjeux pour l'entreprise	57
2. Synthèse des résultats.....	57
3. Discussion des résultats et limites de l'étude	59
4. Présentation des propositions.....	59
4.1 Maintenir et développer les activités d'accompagnement du GAB	59
4.1.1 Poursuivre l'étude sur l'adaptation au changement climatique en maraîchage biologique	59
4.1.2 Amplifier la communication sur les aides à l'investissement	60
4.1.3 Intégrer le changement climatique dans les futures formations du GAB	61
4.1.4 Proposer la diffusion des connaissances sous forme numérique	62
4.1.4.1 Un interview auprès d'un maraîcher.....	63
4.1.4.2 Un podcast.....	63
4.1.4.3 Une vidéo	64
4.2 Développer l'expertise technique du GAB au travers d'actions de terrain	65
4.2.1 Réaliser une typologie sur l'agroforesterie en Île-de-France	65
4.2.2 Mener des essais expérimentaux sur l'agroforesterie	66
4.2.2.1 Contexte des essais expérimentaux	67
4.2.2.2 Objectifs des essais.....	67
4.2.2.3 Démarche expérimentale.....	67
4.2.2.4 Mise en place et coûts des essais expérimentaux	69
Conclusion	70
Table des figures.....	71
Table des tableaux.....	72
Table des matières.....	73
Annexes	77
Bibliographie	90

Annexes

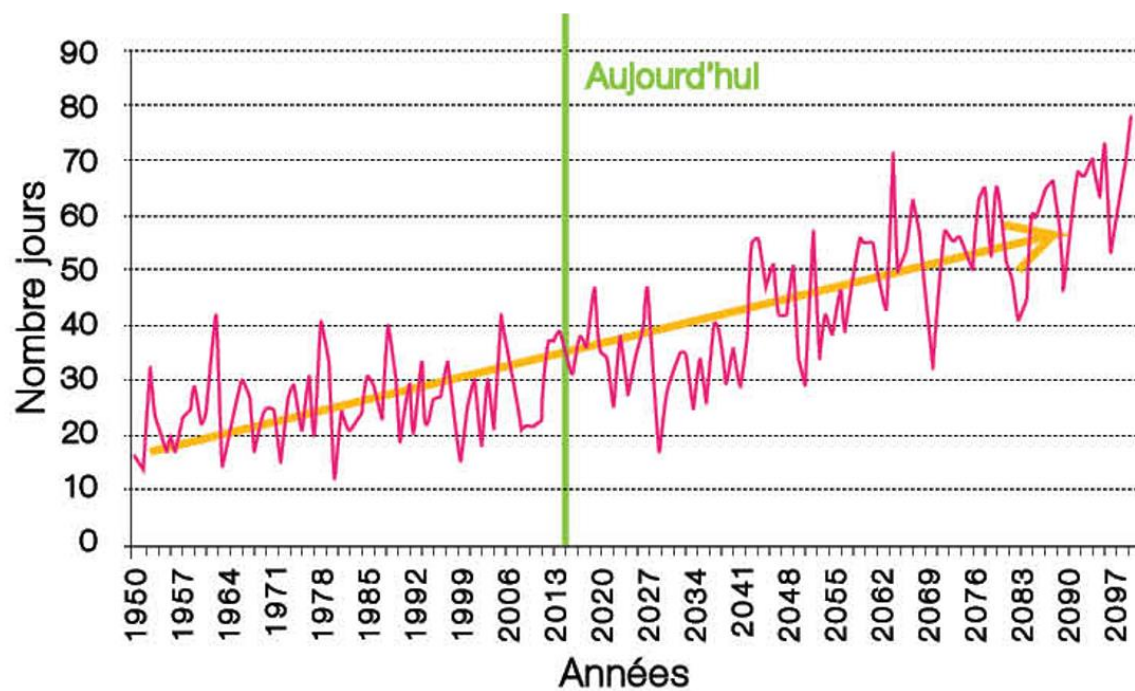
Annexe 1: évolution de la température moyenne à Paris en Île-de-France entre 1880 et 1912 (Berruyer, 2019)



Annexe 2: augmentation du nombre de jours chauds estivaux en Île-de-France depuis 1950 (Université Paris Saclay, 2018)



Annexe 3 : augmentation du nombre de jours chauds prévus en Île-de-France d'ici 2100
(Université Paris Saclay, 2018)





GUIDE D'ENTRETIEN SEMI-DIRECTIF

MARAICHERS DIVERSIFIÉS BIOLOGIQUES

L'échange est réalisé dans le cadre d'un stage de fin d'études mené au GAB Ile-de-France et co-encadré par l'UMR SADAPT/INRAE, qui a pour thématique les défis, stratégies et perspectives d'adaptation des maraichers biologiques franciliens face au changement climatique.

Objectifs de l'entretien :

- Recueillir les perceptions/représentations des maraichers biologiques franciliens face au changement climatique (craintes, incertitudes...)
- Faire un état des lieux des aléas climatiques survenus sur l'exploitation et des impacts associés (expériences passées, dégâts observés...)
- Découvrir si des stratégies d'adaptation sont déjà mises en place sur l'exploitation pour s'adapter au changement climatique
- Etudier les freins quant à la mise en place de stratégies d'adaptation
- Définir les leviers qui permettraient de s'adapter au changement climatique et les perspectives qui sont envisageables pour le futur
- Définir les priorités en matière d'étude, de recherche, de mise à disposition de connaissances

Ce travail est exploratoire, il doit en effet permettre d'identifier les éléments, orientations, priorités sur lesquels il est nécessaire d'acquérir de la connaissance. **La mission est donc de recueillir les priorités en matière d'expérimentation, de recherche, de mise à disposition de connaissances visant à plus long terme un meilleur accompagnement des maraichers dans un contexte d'évolution climatique.** Pour comprendre les représentations et les perceptions, une diversité de maraichers ont été sélectionnés, afin d'avoir une diversité de profils et donc une représentativité.

L'entretien durera approximativement 2h et sera enregistré sous réserve de l'accord de la personne interrogée. Cette dernière pourra décider de la confidentialité de la retranscription si elle le souhaite.

Présentation de l'exploitant et de son exploitation

- Pourriez-vous me parler de vous et de votre ferme ?
 - Date et type d'installation
 - Lien au foncier
 - Ateliers et surfaces

- Gamme de légumes diversifié/spécialisé
 - Commercialisation
 - Niveau de mécanisation
 - Main d'œuvre
 - Adhésion à des organismes
 - Composition et état des sols
- Si en quelques mots vous deviez présenter les particularités de votre ferme par rapport à :
- Gestion de la fertilité (utilisation d'engrais du commerce ? de compost ? de fumier ?)
 - Gestion de l'enherbement
 - Gestion des ravageurs et maladies
 - Semences et plants (hybrides ou pas, variétés anciennes ? fait une partie de ses plants ?)
 - Part de tunnels et rôle des tunnels (crucial dans la gamme ? pour quelles cultures)
 - Type et stratégie d'irrigation (quelle surface irriguée ? quel type ? goutte à goutte ? asperseur etc.)
- Dans quelle mesure mettez-vous en place sur la ferme des pratiques innovantes (engrais verts, associations de cultures, agroforesterie)

Aléas climatiques et conséquences

- Pour les jeunes installés : dans quelle mesure avez-vous pris en compte l'évolution du climat dans la conception de votre ferme ?
- Pratiques choisies, système de production...
- Pour les jeunes installés : Dans quelle mesure avez-vous déjà été confrontés à des évolutions ou des difficultés que vous associez au changement climatique depuis votre installation ?
- Dans quelle mesure ressentez-vous (ou avez-vous ressenti) le changement climatique sur votre ferme ?
- Evènements climatiques extrêmes : gel, grêle, sécheresse (=manque d'eau), excès d'eau, chaleur extrême => période ? répétitions ? intensité ?
 - Hivers doux et ravageurs
 - Maladies
 - Adventices
 - Ressource en eau
 - Cycle de culture
 - Qualité des sols

- Faune et flore
- Globalement, quels sont selon vous les impacts ou menaces du changement climatique sur votre activité de maraîchage ?
 - Quantité (rendement/ha)
 - Qualité (goût, visuel...)
 - Pénibilité charge de travail
 - Stress
- Pour les jeunes installés : que représente l'enjeu climatique pour vous au regard des autres problématiques auxquelles vous pouvez être confrontés ?

Stratégies d'adaptation au changement climatique

- Jusqu'à maintenant, comment vous adaptez-vous aux changements du climat ? (Conduite des cultures dans un contexte de changement climatique)
 - Levier agronomique : utilisation de variété à cycle différent, agroforesterie, associations de cultures, plantation/introduction de haies, sélection variétale, couverts végétaux, changement de culture ? conservation et valorisation des prairies humides ? autre ?
 - Solution technique : modification de l'irrigation ? blanchiment des serres, filet anti-grêle ? augmentation de la surface en serre (augmenter la protection des cultures, appréhender plus sereinement les épisodes climatiques), abris climatiques ? introduction de nouvelles espèces dans l'assolement (pastèque, patate douce, légumes ratatouille)
 - Système de prévention et d'information : bulletin de santé du végétal version climat ?
 - Ressources financières : recours à des assurances, à un circuit de commercialisation qui sécurise ?
 - Soutien aux agriculteurs : développement collectif de compétences, formation/accompagnement/suivi
 - Outil d'aide à la décision
 - Adaptation des plannings culturels, planification différente des cultures
 - Diversification des productions
- Quelle est selon vous la réponse la plus pertinente pour faire face au manque d'eau dans le futur ?
 - Efficacité de l'irrigation (irrigation de précision, agriculture de conservation...)
 - Disponibilité des ressources (eau usée traitée, transferts, stockage...)
- Réponse la plus pertinente pour faire la gestion des bio-agresseurs ?
- Comment comptez-vous vous adapter au changement climatique dans le futur ?

Freins et leviers à la mise en place de stratégies d'adaptation

- Quels sont vos freins et obstacles quant à la mise en place de leviers d'adaptation sur votre exploitation ?
 - Moyens financiers
 - Moyens humains
 - Moyens technologiques
 - Soutien extérieur : ex : organisme agricole : souhaiteriez-vous que les organismes agricoles intègrent davantage le changement climatique dans leurs actions auprès des agriculteurs ? (conseil)
 - Compétences techniques
 - Temps de travail

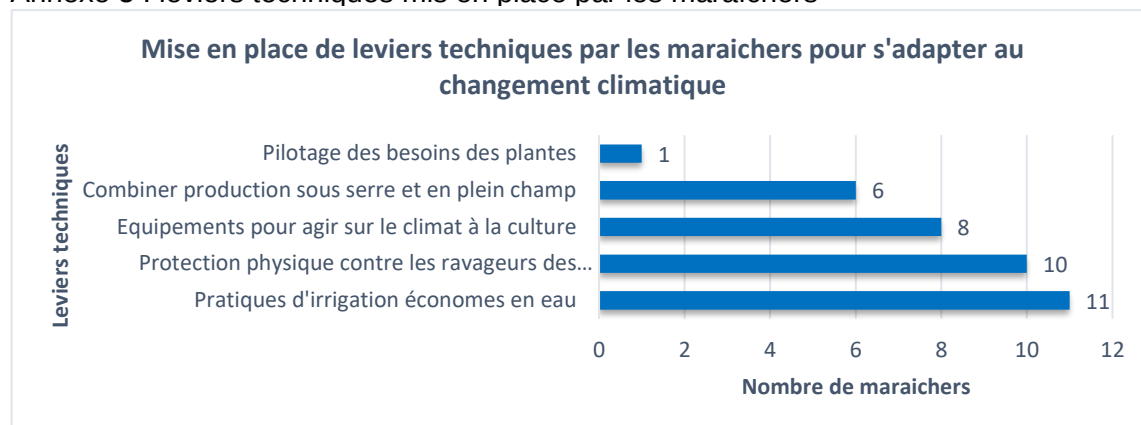
- Selon vous, quel devrait être le rôle des organismes de développement agricole dans l'adaptation au changement climatique ?

Perspectives futures

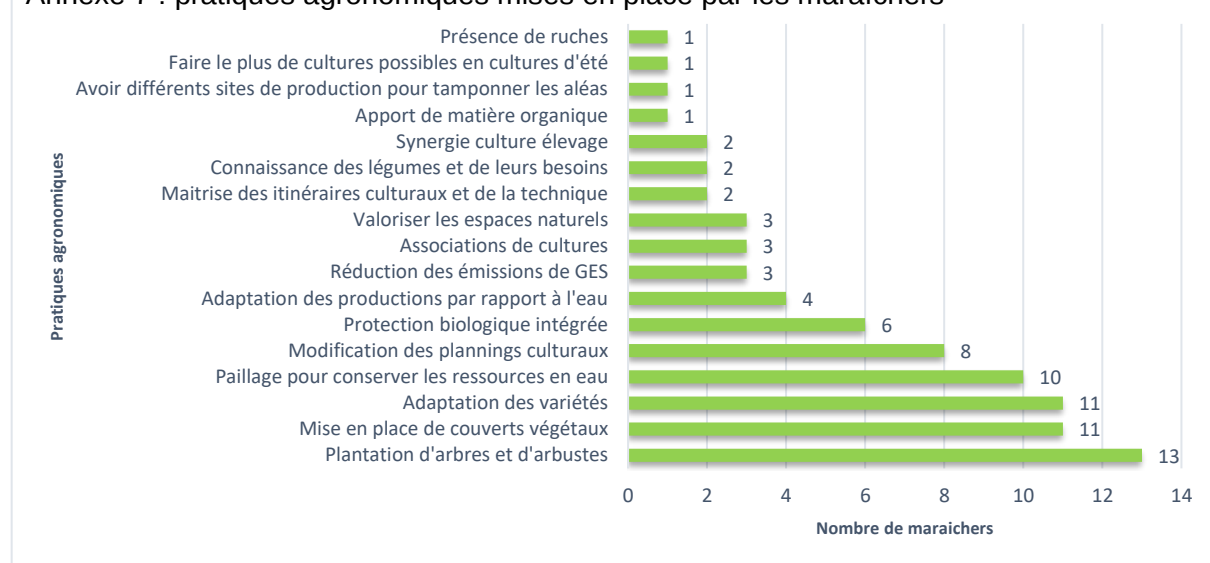
- Quels sont selon vous les aspects du changement climatique sur lesquels il est le plus urgent d'acquérir des connaissances et de développer des solutions ? Quelles priorités à donner ?

Sécheresse, grêle, bio agresseurs, etc... ?
- Quelles sont les pratiques d'adaptation qui vous paraîtraient les plus prometteuses à explorer à la fois en termes d'expérimentation, d'échange de pratiques entre maraîchers ?

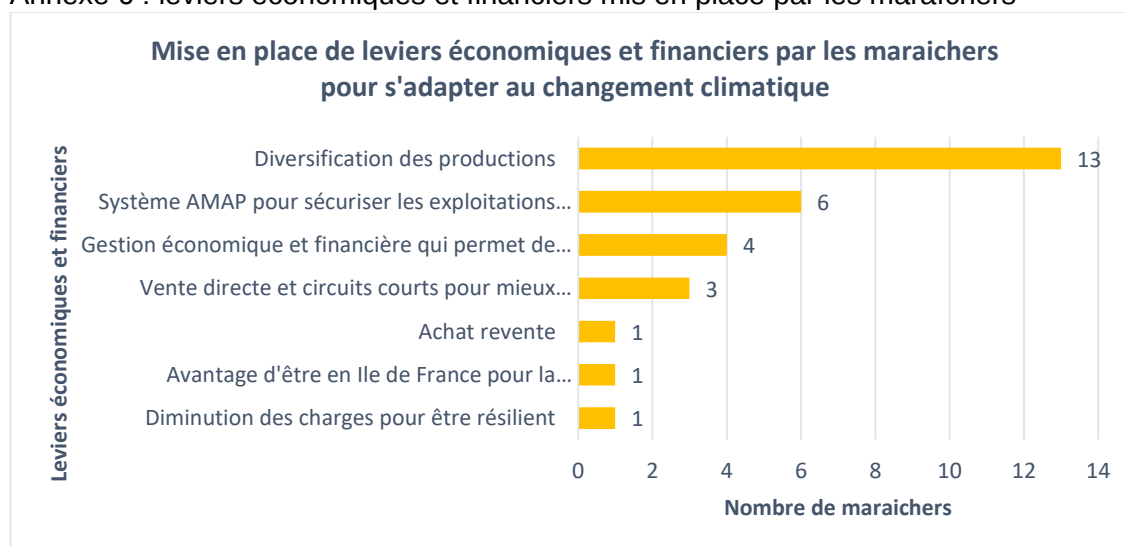
Annexe 5 : leviers techniques mis en place par les maraîchers



Annexe 7 : pratiques agronomiques mises en place par les maraîchers



Annexe 6 : leviers économiques et financiers mis en place par les maraîchers





CALENDRIER DES FORMATIONS

CAP VERS LA BIO

Grandes Cultures

		SEPT	OCT	NOV	DÉC	JANV
9	Produire bio en Ile de France, pourquoi pas moi ?					



PRODUCTION VÉGÉTALE

Grandes Cultures

		SEPT	OCT	NOV	DÉC	JANV
10	Réduire la pression adventices en grandes cultures					
11	L'agriculture régénérative des sols					
12	Produire sa farine à la ferme					
13	Produire son huile à la ferme					
14	Intégrer les LPC dans sa rotation bio : de la production à la commercialisation					
15	Trier et stocker ses céréales à la ferme					
16	Produire ses pâtes à la ferme					



Maraîchage

17	Le sol vivant : des faits aux gestes appropriés					
18	Biodiversité fonctionnelle en maraîchage					
19	Planifier mes cultures maraîchères					
20	Entretenir la fertilité du sol en maraîchage bio					



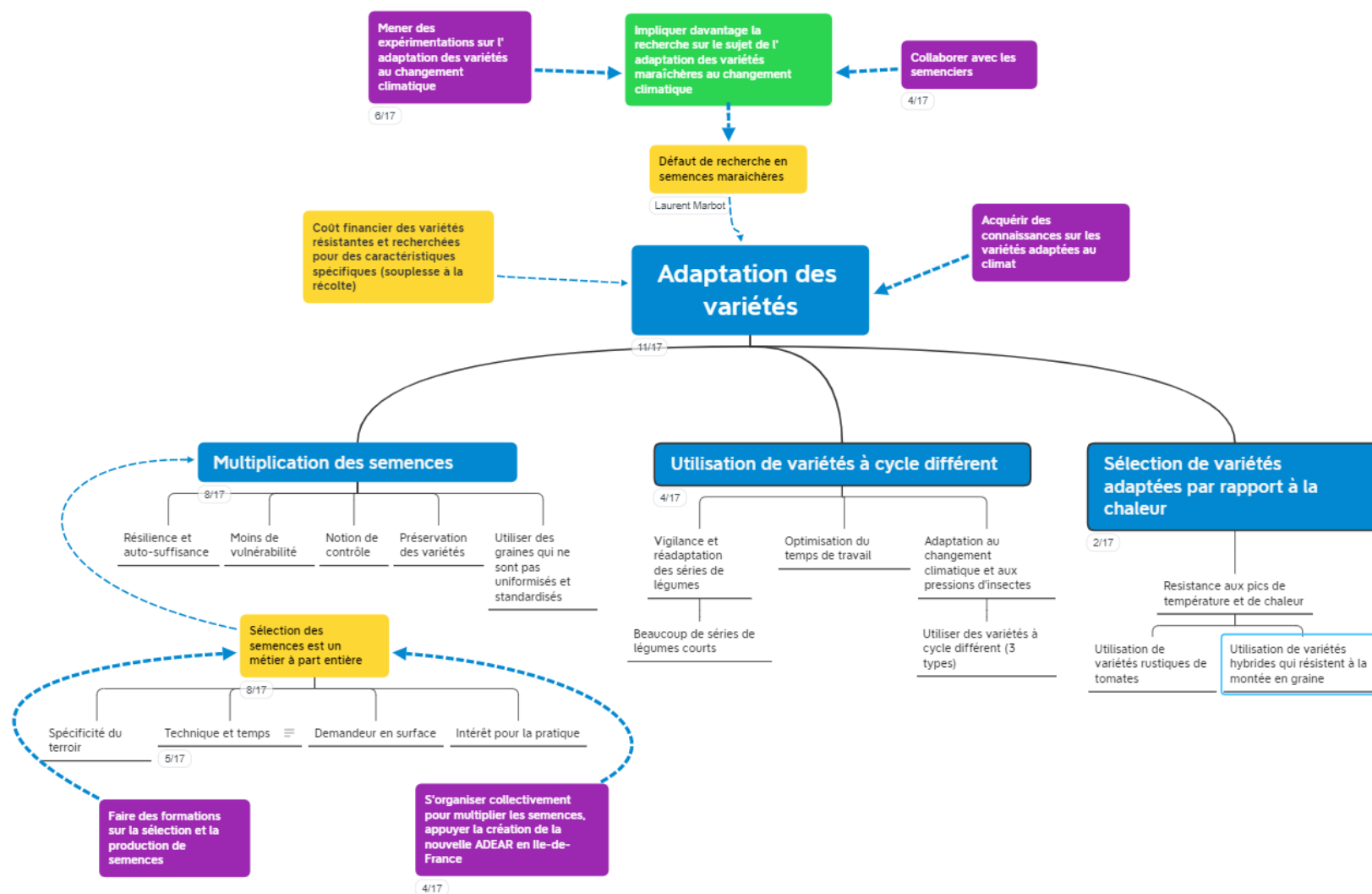
Annexe 9 : nouveau guide d'entretien pour réaliser la poursuite de l'étude auprès des maraîchers biologiques (sous forme de cases à cocher)

Présentation	Sexe							
	Homme	Femme						
	Age							
	< 30 ans	Entre 30 et 40 ans	Entre 40 et 50 ans	Entre 50 et 60 ans	> 60 ans			
	Durée depuis installation							
	< 5 ans	Entre 5 et 10 ans	Entre 10 et 15 ans	> 15 ans				
	Ateliers							
	Maraîchage uniquement	Maraîchage et arboriculture	Maraîchage et grandes cultures	Maraîchage et PPAM	Maraîchage et PPAM	etc		
	Surface totale en AB							
	Entre 0 et 5 ha	Entre 5 et 20 ha	Entre 20 et 100 ha	> 100 ha				

	Surface en maraîchage diversifié biologique							
	< 1,5 ha	Entre 1,5 et 5 ha	> 5 ha					
	Niveau de mécanisation (cf partie 2.1.1)							
	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2					
Aléas climatiques et conséquences	Avez-vous ressenti les effets du changement climatique depuis votre installation ?							
	Oui	Non						
	Quels types d'événements avez-vous ressenti?							
	Sécheresses	Canicules	Excès d'eau	Vent extrême	Hivers doux	Gelées tardives	Modification du régime des précipitations	Autres: ...
	Quels impacts sur les légumes ?							
	Baisse du rendement	Altération de la qualité	Autres: ...					
	Vous sentez-vous vulnérable face au changement climatique ?							
	Oui	Non						
	Le changement climatique représente-t-il une menace...							
	Peu importante	Importante	Très importante					
Stratégies d'adaptation	Quelles sont les principales menaces du changement climatique en maraîchage biologique ?							
	Manque d'eau	Bioagresseurs	Autres: ...					
	Mettez-vous en place des pratiques pour vous adapter au changement climatique ?							
	Oui	Non						
Freins et obstacles	Si oui, lesquelles ? Question ouverte							
	Comment comptez-vous vous adapter au changement climatique dans le futur ? Question ouverte							
	Etes-vous confrontés à des freins vous empêchant de mettre en place des stratégies d'adaptation ?							
Perspectives futures	Oui	Non						
	Quel type de frein ? Question ouverte							
	Quels sont selon vous les aspects du changement climatique sur lesquels il est le plus urgent d'acquérir des connaissances ?							
	Adaptation des variétés	Fonctionnement du sol	Agroforesterie	Gestion des ravageurs	Pratiques agronomiques de conservation de l'humidité	Fonctionnement de la plante	Gestion des ressources en eau	Travail sur le planning de culture
Perspectives futures	Quel format de d'acquisition et de diffusion de connaissances préférez-vous ?							
	Formations GAB	Echange de pratiques	Expérimentation	Autres: ...				

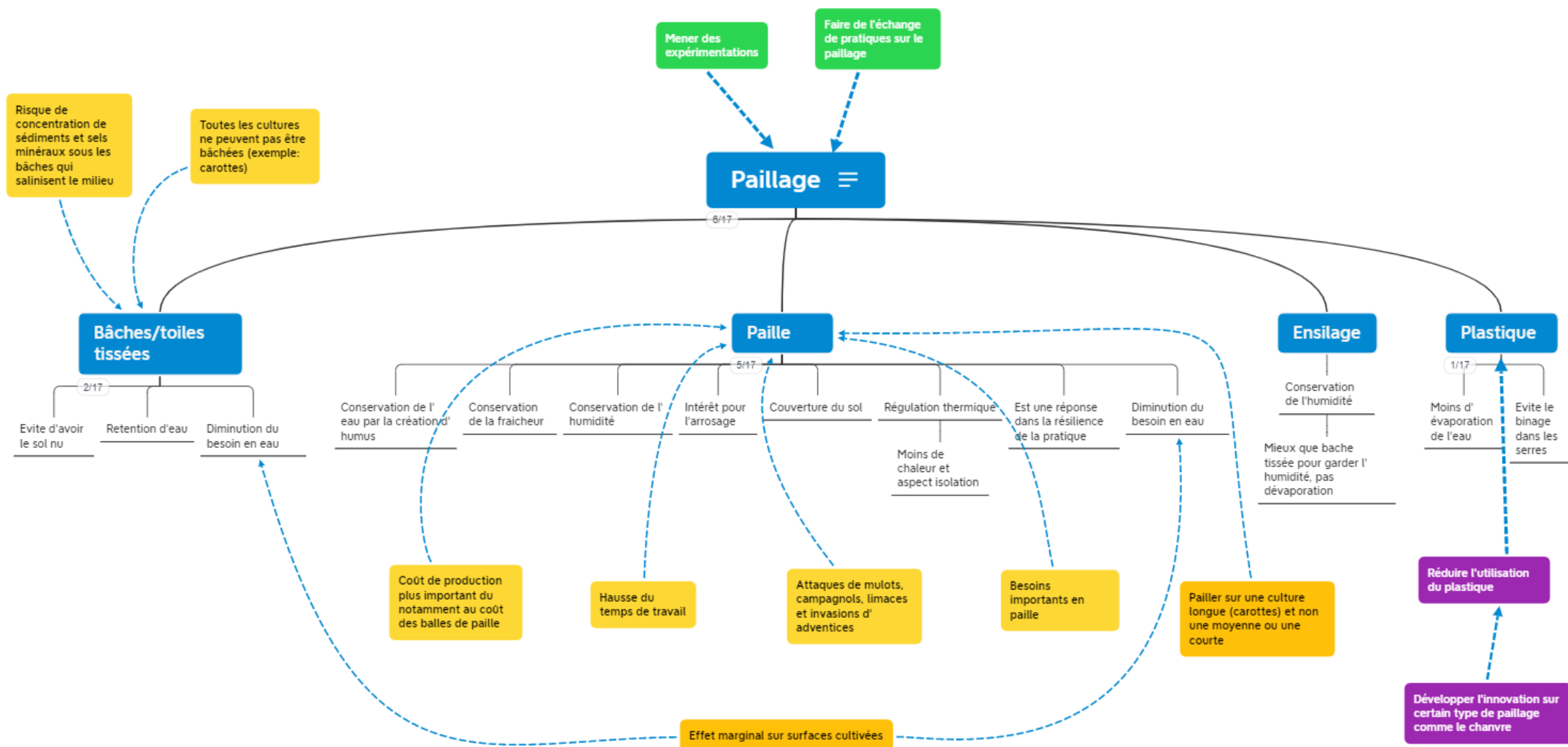
Annexe 10 : mindmap pour la stratégie "adaptation des variétés"

8

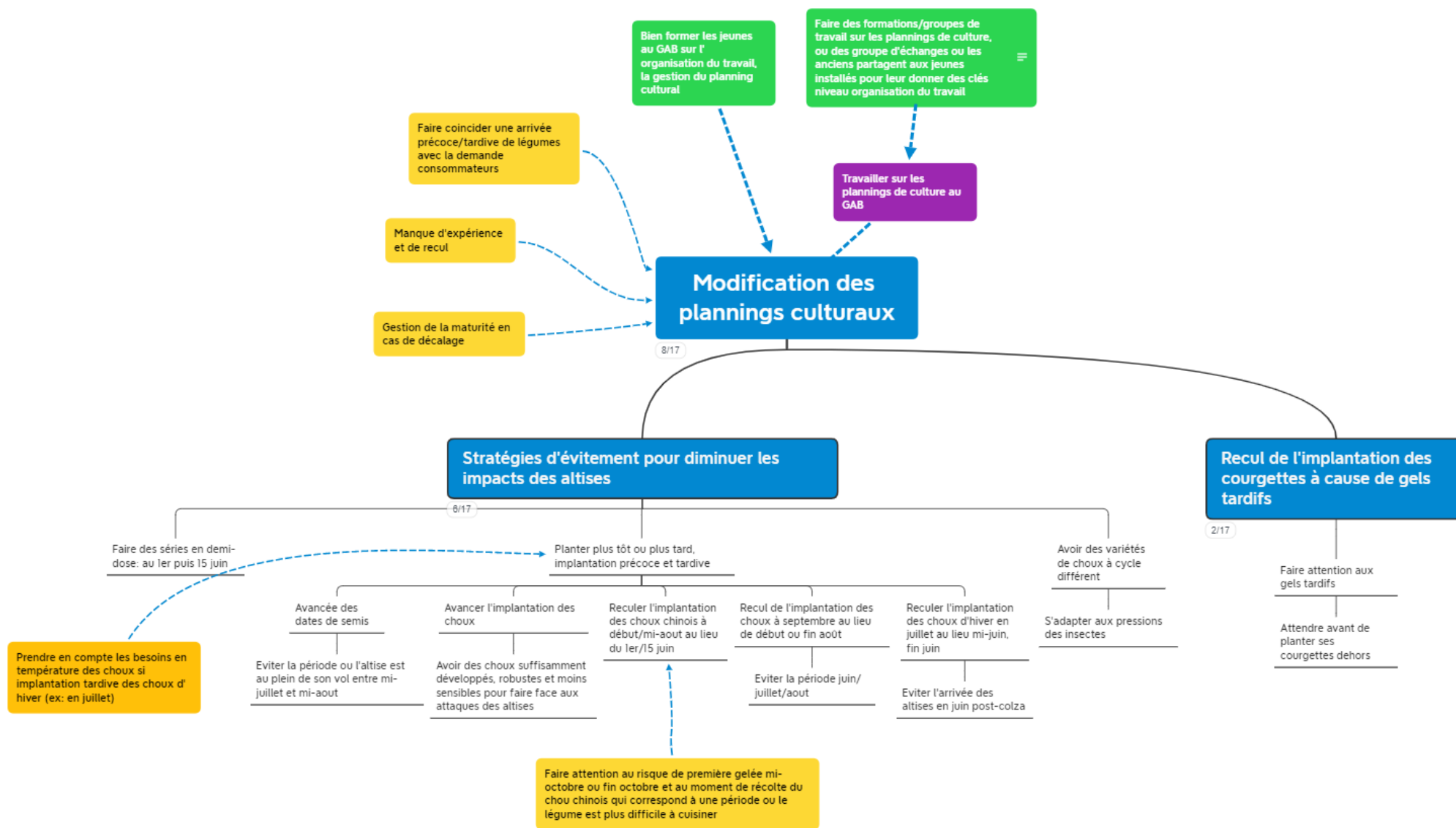


⁸ A titre d'exemple sont présentés trois mindmap réalisés au cours du stage. Ils ont permis l'analyse des entretiens et la structurations des thématiques pour la rédaction du mémoire

Annexe 11 : mindmap pour la stratégie "paillage"



Annexe 12 : mindmap pour la stratégie "modification des plannings cultureux"



Annexe 13 : référence de la sonde pour la mesure de l'humidité relative et de la température

Sonde HR avec capteur de température intégré et câble 1 m / Site internet : <https://www.hannainstruments.fr/applications/sonde-hr-pour-hi9564-et-hi9565-avec-capteur-de-temperature-integre-et-cable-1-m-hi70602/>

Annexe 14 : prix détaillé de l'appareil photo hémisphérique et du logiciel

(prise de contact avec l'entreprise canadienne Regent instrument le 10/09/2021 pour avoir le détail des prix : <https://regent.qc.ca/ContactUs.html>)

WinSCANOPY 2020 Price list			Valid until	2021 oct 10	☒ Details
Description	Details	Item List Price	List Price	Harmonized Code	
WinSCANOPY Software					
Choose 32 or 64-bit	Choose your software	I	916	852351	
• Software program	• Runs on Windows 32 or 64-bit OS from Windows 7 to 10	WinSCANOPY Mini 32bit	916		
• Instruction manual (printed and pdf file or pdf file only)	• Acquire images from all our scanners	WinSCANOPY Reg 32bit	1758		
• USB Protection key (software controlling device)	• Can open images analysed with 32-bit version only	WinSCANOPY Pro 32bit	3 114		
(No activation or Internet connection required)	• Runs on Windows 64-bit OS from Windows 7 to 10	WinSCANOPY Mini 64bit	1296		
	• Is ± 10 to 15% faster & can handle images much larger than 32bit	WinSCANOPY Reg 64bit	2 138		
	• Can acquire images only from our latest LA scanner	WinSCANOPY Pro 64bit	3 494		
	• Can open images analysed with 32-bit & 64-bit versions				
	Options: XLScanopy Mini Software for WinSCANOPY Mini data Analysis (requires MS Excel, not included)	☐	111		
	XLScanopy Software for WinSCANOPY Reg or Pro data Analysis (requires MS Excel, not included)	☐	-		
WinSCANOPY 24 MP DSLR System Including:					
• WinSCANOPY & XLScanopy Software selected above	• Manufacturer documentation, software and accessories		€ 4 811	903149	
• 24 MP Compact DSLR (Mirrorless) Camera	• 180 Circular Fish-Eye lens calibrated				
	• 2 batteries + External charger				
	• 64 Gbytes Memory card				
	• Remote Control (± 5m range, obstructions tolerant)				
	• Technical support for image acquisition with WinSCANOPY				
• Self-Levelling O-Mount	• With Sunblocker				
• Carrying Case	• Waterproof, Impact Resistant				
Delivery Method (Choose)					
Shipped	• All items shipped by Carrier. • Declared value for customs = total invoice paid amount. • All Files (Software, Manuals, Tutorial...) pre-loaded on USB Protection Key. • Printed Manuals	Ask for quote	\$\$\$		
Digital Download	• All files must be downloaded from a temporary Internet link and password. • USB Protection Key (without content) shipped by carrier. • Declared value for customs: 100\$ (key value). • No printed manuals.	Ask for quote	\$		

Bibliographie

- Aberdeen, T. (2013). Yin, R. K. (2009). Case study research : Design and methods (4th Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. The Canadian Journal of Action Research, 14(1), 69-71. <https://doi.org/10.33524/cjar.v14i1.73>
- Abewoy, D. (2018). Review on Impacts of Climate Change on Vegetable Production and its Management Practices. Adv Crop Sci Tech 2017, 6 (1) 330. <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000330>
- ACPEL. (2021, février). Productions de légumes : Adaptation au réchauffement climatique—Webinaire Février 2021 [Wébinaire]. Réunion maraîchage agriculture biologique.
- ADEME. (2019). Le changement climatique en 10 questions. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-changement-climatique.pdf>
- AFAF. (2013). Agroforesterie et faune sauvage. https://draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/AFAF-Agroforesterie-troisieme-generation-et-faune-sauvage_cle0d9786.pdf
- AFAHC. (2009). Principes d'Aménagement et de Gestion des Systèmes Agroforestiers. <https://www.agroforesterie.fr/PAGESA.pdf>
- Agence bio. (2012). L'agriculture bio en France—Une alternative qui prend de l'ampleur. http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureC/CC2012_Chap4_1_Prod.pdf
- Agence Bio. (2015). L'agriculture biologique : Un atout pour le climat. http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/la_bio_et_le_climat.pdf
- Agence bio. (2020). La consommation bio en hausse en 2019 stimule la production et la structuration des filières françaises. Les chiffres 2019 du secteur bio. https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2020/07/DP-AGENCE-BIO-CHIFFRES-2019_def.pdf
- Agence Parisienne du Climat, & Météo-France. (2015). Le changement climatique à Paris : Évolution du climat à Paris depuis 1900, quel climat futur ? <https://www.teddif.org/sites/teddif/files/fichiers/2019/04/brochure-le-changement-climatique-paris.pdf>
- AGRESTE. (1999). Les exploitations légumières en Ile-de-France. 49, 4. https://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/813_N49-Resultats1999-05_DRIAFIledeFrance_cle074e3f_cle4d2e34.pdf
- AGRESTE. (2013). AGRESTE Les Dossiers N°16—Définitions. http://agreste.agriculture.sg-ppd.maaf.ate.info/IMG/pdf/dossier16_definitions.pdf
- Amigues, J.-P., Debaeke, P., Itier, B., Lemaire, G., Seguin, B., Tardieu, F., & Thomas, A. (2006). Sécheresse et agriculture Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau (Expertise scientifique collective INRA, p. 76). INRA. <https://www6.paris.inrae.fr/depe/content/download/3400/33214/version/1/file/expertise-secheresse-syntheses%5B1%5D.pdf>

AREC. (2019). Le changement climatique, c'est quoi?

<https://www.arec-idf.fr/nos-travaux/publications/le-changement-climatique-en-ile-de-france-cest-laffaire-de-tous.html>

Aubry, C., & Chiffolleau, Y. (2009). Le développement des circuits courts et l'agriculture périurbaine : Histoire, évolution en cours et questions actuelles. *Innovations Agronomiques*, 15.

Ayyogari, K., Sidhya, P., & Pandit, M. K. (2014). Impact of Climate Change on Vegetable Cultivation—A Review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 7, 145.

<https://doi.org/10.5958/j.2230-732X.7.1.020>

Bardis, S., & Hissem, N. (2018). Paris face au changement climatique. <http://www.meteofrance.fr/documents/10192/61317306/Paris+face+au+changement+climatique/0057ffaf-bd63-4df5-b8bf-8f256d897e28>

Benyoussef Bisbis, M., Gruda, N., & Blanke, M. (2018). Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality. A review. *Journal of cleaner production*, 170, 19.

Benyoussef Bisbis, M., Gruda, N., & Blanke, M. (2019). Securing Horticulture in a Changing Climate—A Mini Review. 10.

Béral, C., Andueza, D., Ginane, C., Bernard, M., Liagre, M., Girardin, N., Emile, J.-C., Novak, S., Grandgirad, D., Deiss, V., Bizeray, D., Thiery, M., & Rocher, A. (2018). Rapport final PARASOL : Agroforesterie en système d'élevage ovin : Étude de son potentiel dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (p. 158). <https://www.rederural.gov.pt/centro-de-recursos/send/2-agricultura-agroindustria/959-agroforesterie-en-systeme-d-elevage-ovin-etude-de-son-potentiel-dans-le-cadre-de-l-adaptation-au-changement-climatique>

Berard, H., & Detrie, A. (2015). Vulnérabilité et adaptation au changement climatique du territoire de Grand Paris Seine Ouest.

https://gpso-energie.fr/sites/default/files/FT/NT_Vuln%C3%A9rabilit%C3%A9%20et%20adaption%20au%20changement%20climatique_web.pdf

Bertuzzi. (2020, novembre 26). Changement climatique : Enjeux et adaptation pour la filière Fruits et Légumes [Webinaire]. Conférence Changement climatique et Agriculture, Avignon.

<https://www.inrae.fr/evenements/conference-changement-climatique-agriculture>

Bio Hauts-de-France. (2021). Maraîchage. Bio en Hauts-de-France.

<https://www.bio-hautsdefrance.org/agriculteur/maraichage-bio/>

Calcet, C. (2016). CIRCUITS COURTS BIO EN LANGUEDOC-ROUSSILLON - 2016—Maîtriser son irrigation en maraîchage biologique.

https://www.sud-et-bio.com/sites/default/files/Fiche_Technique_Maitriser%20son%20irrigation%20en%20maraichage%20bio_2016.pdf

- Carré. (2020). Près de 450 fermes bio en Ile de France | Portail Réussir. reussir.fr.
<https://www.reussir.fr/pres-de-450-fermes-bio-en-ile-de-france>
- CDA. (2019). Couvert végétal d'interculture : Contrainte ou levier ? CDA - L'agriculture de demain.
<https://centre-developpement-agroecologie.fr/couverts-vegetaux-dinterculture/>
- Chambre d'Agriculture du Lot. (2017). Et si vous récupériez... T si vous récupériez... L'eau de pluie ?
https://lot.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/070_Inst-Lot/Documents/Arborescence/Agro-environnement/Eau/EAU_RecuperationEauDePluie_170809.pdf
- Chambre d'Agriculture Nouvelle-Aquitaine. (2019). Maraîchage et Légumes Nouvelle-Aquitaine Aider les plantes sous abri à passer du printemps à l'été : Le blanchiment des abris.
file:///C:/Users/karin/AppData/Local/Temp/Temp1_Changement%20climatique.zip/Changement%20climatique/BULLETIN_MARAICHAGE-blanchiment-JUIN_2019.pdf
- Chambre d'Agriculture Région Ile-de-France. (2019). Fiches de références techniques des exploitations agricoles légumières d'Ile-de-France Chambre d'agriculture de Région Ile-de-France (p. 120). DRIAFAF.
https://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/PNA_refTech_rapport_final_ChambreAgri2019_cle41e1f1.pdf
- Chambres d'Agriculture PACA. (2018). Les Légumes et Produits Maraîchers en agriculture biologique Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur.
https://paca.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Provence-Alpes-Cote_d_Azur/2018_Livret_02_Legumes_Maraichage_Bio.pdf
- Cheveau, C. (2013). Productions végétales en Ile-de-France : Une présence renforcée des grandes cultures au cours d'une décennie difficile pour les productions de légumes et cultures spécialisées. 126.
<http://37.235.92.116/IMG/pdf/R1113A13.pdf>
- Coisne, M. (2020a, janvier). Sécheresse : Combiner les leviers | Biofil.fr.
<https://www.biofil.fr/maraichage/secheresse-combiner-les-leviers/>
- Coisne, M. (2020b). Stratégies face à la sécheresse Combiner les leviers. 127, p.60-61.
- Conseil Régional d'Ile-de-France. (2018). Le pacte agricole—Un livre blanc pour l'agriculture francilienne à l'horizon 2030 (CR 2018-014; p. 64). Conseil Régional d'Ile-de-France.
<https://www.iledefrance.fr/sites/default/files/medias/rapports/RAPCR2018-014RAP.pdf>
- Denhartigh, C. (2014). Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques Recueil d'expériences territoriales. MAAF, MEDDE et ADEME.
<https://reseauactionclimat.org/wp-content/uploads/2017/06/Adaptation-de-l%E2%80%99agriculture-aux-changements-climatiques-%E2%80%93-Recueil-d%E2%80%99expe%CC%81riences-territoriales.pdf>

- Dong, J., Gruda, N., Lam, S. K., Li, X., & Duan, Z. (2018). Effects of Elevated CO₂ on Nutritional Quality of Vegetables: A Review. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00924>
- DRIAAF. (2020). L'agriculture en Ile-de-France. <https://www.prefectures-regions.gouv.fr/ile-de-france/content/download/66851/437875/file/Dossier%20presse%20agriculture%20version%20d%C3%A9finitive.pdf>
- DRIEE, Conseil Régional, & ADEME. (2012). Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie d'Ile-de-France (p. 421) [Document stratégique]. Prefet de la Région d'Ile-de-France. http://www.srcae-idf.fr/IMG/pdf/SRCAE_-_Ile-de-France_version_decembre_2012_vdefinitive_avec_couverture_-_v20-12-2012_cle0b1cdf.pdf
- Drouet, H. (2020). Etude sur la viabilité et la vivabilité du métier de maraicher bio en AMAP en Ile-de-France. http://www.amap-idf.org/images/imagesFCK/file/1reseau/paysans/amap_etude_socio_econ_final_web.pdf
- Duchesne, S. (2014). Pratique de l'entretien dit « non-directif ». <https://hal-sciencespo.archives-ouvertes.fr/hal-00979397>
- FAO. (2021). Agriculture Biologique et Changement Climatique. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <http://www.fao.org/organicag/oa-specialfeatures/oa-climatechange/fr/>
- FNAB. (2020). La filière légumes & maraichage bio. Produire Bio. <https://www.produire-bio.fr/filiere-legume-maraichage-bio/>
- FranceAgriMer. (2021). Aide aux agroéquipements nécessaires à l'adaptation au changement climatique—Vague 2 | FranceAgriMer—Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer. <https://www.franceagrimer.fr/Accompagner/Plan-de-relance-Agriculture/Plan-de-relance-Agriculteurs/Aide-au-renouvellement-des-agroequipements-necessaires-a-la-transition-agro-ecologique/Le-plan-Aleas-Climatiques/Aide-aux-agroequipements-necessaires-a-l-adaptation-au-changement-climatique-Vague-2>
- FRSEA, Chambre d'Agriculture Région Ile-de-France, & Jeunes Agriculteurs d'Ile-de-France. (2016). L'agriculture en Ile-de-France. https://www.deveniragriculteuridf.fr/sites/default/files/upload/download/presentation_agriculture_francilienne.pdf
- GAB IdF. (2019). Rapport d'activité—Groupement des Agriculteurs Biologiques d'Ile-de-France (p. 26) [Rapport d'activité]. Groupement des Agriculteurs Biologiques d'Ile-de-France.
- GAB IdF. (2020a). Le groupement des agriculteurs bio d'Ile de France. <https://www.bioiledefrance.fr/>

- GAB IdF. (2020b). Observatoire régional de l'agriculture biologique en Ile-de-France.
<https://www.bioiledefrance.fr/documents/2020-observatoire-web.pdf>
- GAB IdF. (2021). Observatoire régional de l'Agriculture Biologique en Ile-de-France.
<https://www.bioiledefrance.fr/documents/2021-observatoire-web.pdf>
- Gaulin, C. (1987). Horticulteurs et maraîchers parisiens de la seconde moitié du XIXe siècle à la première guerre mondiale. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 34(1), 113-123.
<https://doi.org/10.3406/jatba.1987.3967>
- Gazeau, S., Grandguillot, J., Jouin, F., Carriço, E., Bue, M., Renou, M., Breton, D., Meignen, E., & Vian, A. (2020). Le taupin du maraîcher—Le cahier technique des maraîchers bio du Grand Ouest. 24, 11.
- Gora, J. S., Verma, A., Singh, J., & Choudhary, D. R. (2019). Climate Change and Production of Horticultural Crops (p. 45-61).
<https://doi.org/10.1201/9780429326349-3>
- Humbaïre, L. (2019). Réseau des AMAP en Ile-de-France : Actualités.
http://www.amap-idf.org/maraicheres_risquent_faire_chou_blanc_hiver_123-actu_264.php
- INRA. (2013). Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? POTENTIEL D'ATTÉNUATION ET COÛT DE DIX ACTIONS TECHNIQUES (p. 96).
<https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/4ce01662146c72f5de3ed9130c30c5dd.pdf>
- Institut d'Aménagement et d'Urbanisme. (2017). Une métropole à ma table—L'Ile-de-France face aux défis alimentaires.
https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude_1277/C173_web.pdf
- Jeunes Agriculteurs d'Ile-de-France. (2017, août 22). Productions végétales. Devenir Agriculteur en Île-De-France.
<https://www.deveniragriculteuridf.fr/productions-vegetales>
- Keatinge, J. D. H., Ledesma, D. R., Keatinge, F. J. D., & Hughes, J. D. (2014). Projecting annual air temperature changes to 2025 and beyond: Implications for vegetable production worldwide. *The Journal of Agricultural Science*, 152(1), 38-57.
<https://doi.org/10.1017/S0021859612000913>
- Kirthichandra, A., Grenier, A., & Petit, M.-J. (2018). Mémento de la statistique agricole—AGRESTE Ile-de-France.
https://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/SSP_Memento_Region_2018_Base7_25-01-2019_DEF_cle86a1b1.pdf
- Korres, N. E., Norsworthy, J. K., Tehranchian, P., Gitsopoulos, T. K., Loka, D. A., Oosterhuis, D. M., Gealy, D. R., Moss, S. R., Burgos, N. R., Miller, M. R., & Palhano, M. (2016). Cultivars to face climate change effects on crops and weeds: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 12.
<https://doi.org/10.1007/s13593-016-0350-5>

- Kumari, M., Verma, S., & Shweta. (2018). Climate change and vegetable crops cultivation : A review. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88, 167-174.
- Léo, F. (2019). Seine-et-Marne : Les agriculteurs dans l'incertitude après la canicule. leparisien.fr.
<https://www.leparisien.fr/seine-et-marne-77/seine-et-marne-les-agriculteurs-face-aux-aleas-climatiques-08-07-2019-8112498.php>
- Lugen, M. (2007). Petit guide de méthodologie de l'enquête—Université libre de Bruxelles.
https://igeat.ulb.ac.be/fileadmin/media/publications/Enseignement/Petit_guide_de_m%C3%A9thodologie_de_l_enque%C3%82te.pdf
- MacDonald, J. (2019, janvier 14). Does Organic Agriculture Contribute to Climate Change? JSTOR Daily.
<https://daily.jstor.org/does-organic-agriculture-contribute-to-climate-change/>
- Menapace, L., & Goelzer, S. (2019). Maraîchage et agriculture urbaine. Comment approvisionner Paris ?
<https://gallica.bnf.fr/blog/16092019/maraichage-et-agriculture-urbaine-comment-approvisionner-paris?mode=desktop>
- Météo-France. (2020). Réchauffement climatique : Évolution du climat mondial et en France—Météo-France.
<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/le-rechauffement-observe-a-l-echelle-du-globe-et-en-france>
- Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. (2021, avril). Paiements découplés – Le « paiement vert ». agriculture.gouv.
<https://agriculture.gouv.fr/paiements-decouples-le-paiement-vert>
- Muet, F. (2018). Conduire un entretien semi-directif.
https://ritabencivenga.files.wordpress.com/2018/03/guide_entretien.pdf
- Niard, C. (2016). Mémoire de fin d'études : Influence du microclimat créé par les arbres sur les cultures de salades et tomates AB en agroforesterie en zone méditerranéenne (p. 165).
https://arbratatouille.projet-agroforesterie.net/docs/MemoireCamilleNiard-AGROOF_SCOP-2016.pdf
- Noyal, L. (2019, août 19). Agriculture—Les fortes chaleurs de l'été 2019 ont eu des conséquences sur la production des fruits et légumes du Loiret. www.larep.fr.
https://www.larep.fr/orleans-45000/actualites/les-fortes-chaleurs-de-l-ete-2019-ont-eu-des-consequences-sur-la-production-des-fruits-et-legumes-du-loiret_13623797/
- Ochs, R. (2018). Climate change could reduce vegetable production by a third. *European Scientist*.
<https://www.europeanscientist.com/en/agriculture/climate-change-could-reduce-vegetable-production-by-a-third/>
- Péron, J.-Y. (2014). Productions légumières (SYNTHESE AGRICOLE / LAVOISIER).
- Réseau des Chambres d'agriculture. (2019). S'installer en maraîchage bio : LES CLÉS DE LA RÉUSSITE.

- https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/National/APC_A_guide_maraichage_-_60p_V22-02-19.pdf
- Roy, J.-M. (2019, janvier 20). Du chou-fleur de Vaugirard à la pêche de Montreuil, inventaire d'un patrimoine évanoui.
<https://www.enlargeyourparis.fr/societe/chou-fleur-de-vaugirard-a-peche-de-montreuil-inventaire-dun-patrimoine-evanoui>
- Salès-Wuillemin, E. (2006). Méthodologie de l'enquête—De l'entretien au questionnaire—Cours de psychologie Sociale 1, Presses Universitaires de France. p.45-77.
- Terre de Liens. (2011, décembre 19). Le contexte agricole francilien. Terre de Liens Ile-de-France.
<https://www.terredeliens-iledefrance.org/le-contexte-agricole-francilien/>
- Touchais, P., & Levraut, F. (2015). L'agriculture face au changement climatique.
https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/National/Revue_Chambres-agriculture_1046_dossier_changement-climatique.pdf
- Villar, A., & Catalina, A. (2020). L'agriculture biologique, alliée des territoires pour réduire les émissions de GES et s'adapter au changement climatique.
<https://territoiresbio.fr/wp-content/uploads/2020/06/Guide-FNAB-Bio-Climat.pdf>
- Vinopal, C. (2019, octobre 22). How more organic farming could worsen global warming. PBS NewsHour.
<https://www.pbs.org/newshour/science/how-more-organic-farming-could-worsen-global-warming>
- Warlop, F., Corroyer, N., Denis, A., Conseil, M., Fourrié, L., Duha, G., Buchmann, C., Lafon, A., & Servan, G. (2017). Associer légumes et arbres fruitiers en agroforesterie : Principes, éléments techniques et points de vigilance pour concevoir et conduire sa parcelle. Projet SMART (p. 40).
https://www.grab.fr/wp-content/uploads/2017/09/guide_verger-maraicher_smart_GRAB_web-1.pdf
- Webb, L., & Whetton, P. H. (2010). Horticulture. Adapting Agriculture to Climate Change: Preparing Australian Agriculture, Forestry and Fisheries for the Future, 119-136.