

2015-2016

Master 1 Biologie et Technologie du Végétal



SUIVI D'UN ESSAI VARIETAL SUR FRAISES

Marine Blondeau

Sous la direction de
Mme GENY Annie

Membres du jury

SIMIER Philippe | Enseignant Chercheur – Université de Nantes

TRAVIER Sandrine | Enseignant Chercheur – Université d'Angers

PELTIER Didier | Enseignant Chercheur – Université d'Angers

Soutenu publiquement le :
27 juin 2016



2015-2016

Master 1 Biologie et Technologie du Végétal



SUIVI D'UN ESSAI VARIETAL SUR FRAISES

Marine Blondeau

Sous la direction de
Mme GENY Annie

Membres du jury

SIMIER Philippe | Enseignant Chercheur – Université de Nantes

TRAVIER Sandrine | Enseignant Chercheur – Université d'Angers

PELTIER Didier | Enseignant Chercheur – Université d'Angers

Soutenu publiquement le :
27 juin 2016



L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :



- Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).
- Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.
- Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.

Consulter la licence creative commons complète en français :
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr/>

Ces conditions d'utilisation (attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification) sont symbolisées par les icônes positionnées en pied de page.



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je soussignée **Marine Blondeau**
déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiante le **19/06/2016**

**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

Présidence de l'université
40 rue de rennes – BP 73532



REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble de l'équipe LCA pour son accueil et la confiance qui m'a été accordée dans les diverses missions confiées tout au long de ce stage.

Je souhaite remercier en particulier ma maître de stage, Mme Annie Gény, pour sa disponibilité et son savoir-faire qui ont fait de ce stage une expérience très enrichissante.

Je remercie également Christophe Fleurance de m'avoir formé sur les asperges, et Grégory Roy pour m'avoir confié la gestion de ses notations d'essais asperges chez les producteurs. Je remercie d'ailleurs ces derniers, Denis Billault et Sylvain Robert, pour leur accueil et la mise à disposition de leur matériel.

Un grand merci à Estelle pour son aide précieuse lors des pesées et du suivi qualité sur fraise, et à Laurène pour sa bonne humeur constante.

Je tenais également à remercier mon tuteur, Mr Didier Peltier, pour ses conseils et remarques avisés tout au long de la rédaction de ce rapport.

Enfin, je tenais à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'université d'Angers pour le suivi de cette première année de Master de biologie et technologies du végétal.

Glossaire

Acide : Solution pour laquelle le pH est inférieur à 7

Akènes : Fruit sec indéhiscent (c'est-à-dire qui demeure clos) et dont le péricarpe (c'est à dire la paroi) est distinct de la graine.

Basique : Solution pour laquelle le pH est supérieur à 7

Caractère quantitatif : Caractère dont la variation de la valeur est continue (Ex : Taille, couleur, précocité...)

Dormance : Stade de repos végétatif permettant à la plante de passer la mauvaise saison (l'hiver ici)

Evapotranspiration potentielle (ETp) : Estimation des besoins en eau d'une culture d'après une formule mathématiques prenant en compte différents facteurs tels que l'espèce végétale, les flux énergétiques, le taux d'humidité.

Evapotranspiration réelle (ETr) : Quantité d'eau réellement évapotranspirée par une culture. Elle est impossible à mesurer.

Grenelle de l'Environnement : Projet initié en 2007 par le gouvernement français en vue de définir une nouvelle politique en matière d'environnement et de développement durable. Il consiste en plusieurs étapes de concertation, adoption et mise en place de lois « Grenelle » visant notamment à réduire l'émission de gaz à effet de serre, la production de déchets et à promouvoir l'agriculture biologique. (Source : Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer)

Indice de réfraction : Rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans un milieu constituant l'échantillon.

Induction florale : Phénomène biologique faisant évoluer un bourgeon à feuille en bourgeon à fleurs sous l'action d'éléments extérieurs comme la température et la durée du jour.

Mâchures : Meurtrissures

Photopériode : Durée quotidienne d'éclairement ayant une influence sur le développement de certaines espèces animales et végétales

Polyakènes : Réceptacle floral portant plusieurs akènes.

QTL : Ensemble de locus liés à un ou plusieurs gènes et impliqués dans le contrôle de caractères quantitatifs.

Réfractométrie : Technique visant à déterminer l'indice de réfraction d'un échantillon à l'aide d'un réfractomètre.

Stolons : Organe de multiplication végétative correspondant à une tige aérienne.

Stress biotique : Stress résultant de l'action néfaste d'un organisme vivant sur un autre (Ex : Attaque de pathogène ou de ravageurs)

Stress abiotique : Stress résultant de l'action néfaste de l'environnement sur un organisme vivant (Ex : Excès ou déficit de lumière, de température, d'eau, de nutriments...)

Liste des abréviations

CTIFL : Centre Technique Interprofessionnel de Fruits et Légumes

CVETMO : Centre de Vulgarisation et d'Etudes Techniques Maraîchères de la Région d'Orléans

ETP : Evapotranspiration Potentielle

FDGETAL : Fédération Départ Groupes Etudes Techniques Légumiers

GEVES : Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés Et des Semences

LCA : Légume Centre Action

Mbp : Million de paires de bases

PBI : Protection Biologique Intégrée

QTL : Quantitative Trait Loci

SELT : Station Expérimentale Légumière du Terrain de Tour-en-Sologne

Table des matières

GLOSSAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES

TABLE DES TABLEAUX

TABLE DES ANNEXES

SUIVI D'UN ESSAI VARIETAL SUR FRAISES

1.	Introduction	1
1.1.	Présentation de l'entreprise	1
1.2.	La fraise : Bibliographie.....	2
1.3.	Contexte et objectifs de l'étude	5
2.	Matériel et Méthodes	6
2.1.	Variétés étudiées	6
2.2.	Les deux modes de cultures mis en place	6
2.3.	Les différents types de plants à disposition.....	6
2.4.	Contrôles qualité	7
2.5.	Etudes statistiques.....	8
3.	Résultats.....	9
3.1.	Comparaison des modes de culture	9
3.2.	Effet de la date de plantation en système hors sol.....	9
3.3.	Qualité des fruits	10
4.	Discussion	12
4.1.	Modes de culture et rendements	12
4.2.	Effet de la date de plantation en système hors sol.....	12
4.3.	Qualité des fruits	25
5.	Conclusions et perspectives	14
5.1.	Conclusions et synthèse de l'étude	14
5.2.	Perspectives.....	15
6.	Bibliographie	16

ANNEXES

Table des figures

Figure 1 : Thèmes des programmes d'expérimentation de LCA (Hors légumes de conserve).....	1
Figure 2 : Origine des financements de LCA.....	1
Figure 3 : Production européenne de fraises en 2013	4
Figure 4 : Principaux bassins de production de fraises en France	4
Figure 5 : Photographie d'un essai variétal en sol sous tunnel	6
Figure 6 : Photographie d'un essai variétal en jardin suspendu	6
Figure 7 : Photographie de la Titroline réalisant le titrage pH-métrique de la prise d'essai	7
Figure 8 : Photographie d'un réfractomètre numérique mesurant le taux de sucre du jus	7
Figure 9 : Photographie du code couleur du Ctifl pour la fraise	8
Figure 10 : Rendement et poids moyens de fruits commerciaux en fonction du système de culture	9
Figure 11 : Courbe de production des Gariguettes plantées à différentes dates (Résultats 2016)	9
Figure 12 : Courbe de production de trois variétés potentiellement complémentaires à la Garigette selon leur date de plantation.....	10
Figure 13 : Teneur moyenne en acides de cinq variétés selon le mode de culture	10
Figure 14 : Teneur moyenne en sucres de cinq variétés selon le mode de culture	10
Figure 15 : Note moyenne de la qualité gustative.....	11
Figure 16 : Note moyenne de la tenue en conservation.....	11
Figure 17 : Courbe de production des Gariguettes plantées à différentes dates (Résultats 2015)	12
Figure 18 : Répartition des récoltes par catégorie (Résultats 2016).....	13

Table des tableaux

Tableau I :	14
-------------------	----

Table des annexes

Annexe I : La fraise Garigette	I
Annexe II : La fraise Dream	II
Annexe III : La fraise Joly.....	III
Annexe IV : La fraise Magnum	IV
Annexe V : La fraise Darsellect	V

Suivi d'un essai variétal sur fraises

1. Introduction

1.1. Présentation de l'entreprise

1.1.1. Légume Centre Action

Légume Centre Action (LCA) est une station régionale d'expérimentations légumières, née en 2007 de la fusion entre les trois unités expérimentales de la Chambre d'Agriculture en Région Centre : la SELT, le CVETMO et FDGETAL.

Ses principales missions consistent à mettre en évidence les besoins des acteurs de la filière légumière et d'y répondre par la mise en place et le suivi de programmes de recherches adaptés. Ces derniers sont orientés de manière à répondre au cahier des charges des producteurs, à développer des techniques alternatives en protection des cultures (PBI), à adapter et améliorer les itinéraires culturaux et la gestion des ressources. LCA permet ainsi aux entreprises de productions légumières de la région d'accéder aux innovations techniques d'une part, et de se préparer aux exigences du Grenelle de l'environnement d'autre part.

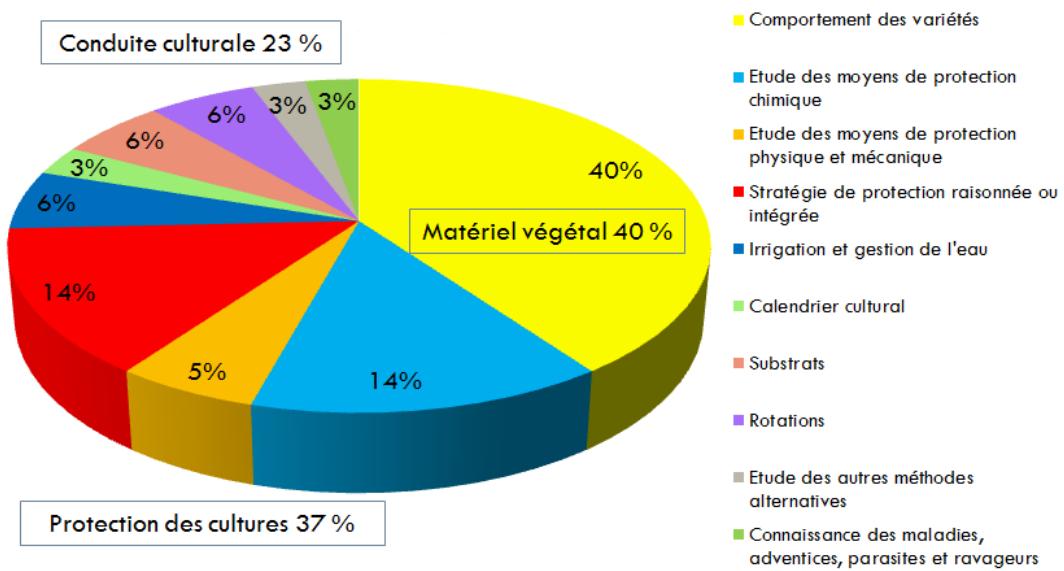
Les 90 à 100 expérimentations annuelles sont menées au niveau des trois unités expérimentales citées ci-dessus, situées respectivement à Tour en Sologne (41), Saint Denis en Val (45) et Orléans (45). De nombreux thèmes sont abordés autour des conduites culturelles, de la protection des cultures et des comportements variétaux (Voir figure 1). La réalisation des différents essais bénéficie du soutien technique du CTIFL, des Chambres d'Agriculture du Loiret et du Loir-et-Cher ainsi que de partenariats étroits avec les réseaux de producteurs.

Différents acteurs participent au financement des programmes menés par LCA (Figure 2) parmi lesquels FranceAgriMer, le Conseil Régional et la Chambre d'Agriculture. La vente des récoltes ainsi que les demandes d'essais privés pour des firmes viennent compléter le budget annuel de 900 000€ (Source : LCA).

1.1.2. Station de Tour-en-Sologne

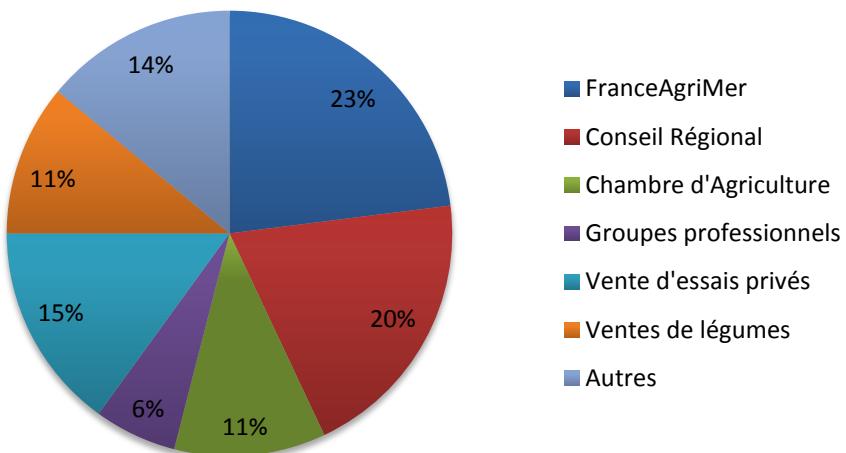
Cette station de 4 ha réalise la majorité des essais, plein champs et sous abris, orientés plus spécifiquement sur asperges blanches et vertes, fraises, framboises, poireaux, courgettes, oignons et radis. Les essais sur fraises représentent environ 21% des programmes menés par LCA (Source : LCA).

L'équipe de Tour-en-Sologne se compose d'une responsable administrative et financière, d'un chef d'exploitation, d'un ingénieur détaché du CTIFL et de deux responsables de programmes d'expérimentation travaillant chacun en synergie avec deux conseillers de la Chambre d'Agriculture du Loir-et-Cher. 3 à 4 saisonniers viennent compléter temporairement le personnel permanent lors des périodes de forte production (avril à septembre). Ainsi, seuls les responsables d'expérimentation et le chef de culture sont salariés de LCA à proprement dit, le reste du personnel étant rémunéré par la Chambre d'Agriculture ou le CTIFL.



Source : LCA

Figure 1 : Thèmes des programmes d'expérimentation de LCA
(Hors légumes de conserve)



Source : Graphique personnel à partir des données fournies par LCA

Figure 2 : Origine des financements de LCA

1.2. La fraise : Bibliographie

1.2.1. Biologie de la plante

a) Botanique

Fragaria x ananassa Duch. regroupe l'ensemble des espèces cultivées de fraisier. Cette plante herbacée de la famille des Rosacées produit des stolons qui permettent la formation de nouveaux plants par multiplication végétative. La multiplication par graine est en effet presque exclusivement réservée à la création variétale. Les fraises, issues de la reproduction sexuée et considérées à tort comme des fruits, sont en fait des polyakènes. En effet, la fraise correspond au réceptacle charnu sur lequel sont disposés les akènes, véritables fruits au sens botanique du terme (Rissier G et Navatel J-C., 1997).

Le passage de l'état végétatif à l'état floral dépend principalement de la photopériode et de la température. Ce critère permet de distinguer deux catégories de variétés chez le fraisier. Les variétés dites de jours courts ne produisent qu'une fois par an et réalisent leur induction florale à des températures inférieures à 15°C avec une photopériode inférieure à 12h. Les variétés remontantes, quant à elles, sont capables de produire plusieurs fois au cours de la saison mais l'induction florale nécessite des températures comprises entre 15 et 20°C et une photopériode supérieure à 12h (Rissier G et Navatel J-C., 1997).

Cette particularité des fraisiers constitue un critère important dans le choix de variétés par les producteurs.

b) Maladies et principaux ravageurs de la fraise

Les fraises peuvent être touchées par la pourriture grise, dont l'apparition est principalement due à *Botrytis cinerea*. Cette espèce fongique peut se déclarer aussi bien avant la récolte que pendant la conservation (intérieur du fruit pourri à la découpe). Des conditions d'humidité de l'air et du sol sont favorables au développement de *Botrytis*, d'où l'intérêt de cultiver les fraises sur des sols drainant. Les symptômes sur fraises correspondent à des pointes molles et de couleur marron, puis à l'apparition d'un duvet grisâtre si le fruit est atteint plus sévèrement.

Un autre champignon, *Podosphaera macularis*, plus connu sous le nom d'oïdium du fraisier, provoque également de forte perte de rendement en cas d'attaque généralisée. Favorisé par les périodes humides et chaudes, ce champignon provoque l'apparition d'un duvet blanc sur le fruit ce qui le rend non commercialisable.

Enfin, les thrips, petits insectes à peine visibles à l'œil nu posent également problème aux producteurs depuis quelques années. Les adultes, attirés par les fleurs blanches du fraisier s'y installent et pondent des œufs à l'origine de larve qui, en perçant l'épiderme de la fraise pour s'en nourrir, lui font prendre un aspect caractéristique terne et jaunâtre. On parle du bronzage des fruits.

Il existe bien évidemment de nombreuses autres maladies touchant le fraisier, notamment telluriques, mais botrytis, oïdium et thrips constituent à l'heure actuelle les principaux ennemis des producteurs du Loir-et-Cher dans la mesure où ils causent d'importantes pertes de rendement en fraises commerciales. A cet égard, ils font l'objet d'essais dont nous ne traiterons pas ici, mais qui ont leur intérêt en ce qui concerne la caractérisation des variétés.

c) Génétique et composition chimique

Fragaria x ananassa est une espèce allo-octoploïde ($2n = 8x = 56$). La complexité de ce génome de 830 Mbp environ rend la sélection difficile. Une étude de 2011 a cependant montré l'existence de 17 QTLs en lien avec 14 caractères quantitatifs. 37% d'entre eux semblent stables dans le temps et permettraient ainsi d'envisager leur utilisation en sélection. Des gènes candidats contrôlant des critères liés au rendement, au degré de fermeté ou encore à la composition en antocyanes ou en acide ascorbique ont également été ciblés par ces chercheurs (Zorrilla-Fontanesi Y., Cabeza A., et al, 2011).

D'autres travaux de recherche ont quant à eux mis en évidence la composition en sucre, en acide ou encore les molécules odorantes et pigmentaires qui jouent un rôle important dans les qualités organoleptiques du fruit (Omelas-Paz J., Elhadi M. Y. et al, 2012). Leur taux varie évidemment d'une variété à l'autre, mais on peut retenir les principaux sucres présents dans la fraise : fructose, glucose et sucre ; ainsi que les principaux acides : acide citrique, acide malique et acide ascorbique.

La fraise contient également un certain nombre de composés phénoliques, dont la nature et la concentration dépendent de la variété mais aussi de l'état de maturité. Les flavan-3-ols et les ellagitannines semblent constituer la majeure partie des composés phénoliques de ce fruit, tandis que le glucose cinnamoyle est la molécule qui présente le plus de variation en concentration entre les variétés (Kjersti A., Sebastian M., et al, 2011).

Ces composés peuvent être influencés par des substances comme l'acide abscissique, qui intervient dans la maturation du fruit en permettant l'accumulation d'anthocyanes et la perte de fermeté, ou bien des facteurs environnementaux tels que les UV-C qui ont un effet inverse (Dongdong L., Zisheng L., et al, 2013).

L'importance des connaissances liées à la génétique et à la composition des fruits permet ainsi de guider les sélectionneurs qui peuvent choisir de créer une variété pour sa productivité, ses qualités organoleptiques ou bien ses propriétés nutritives. Une étude a en effet montré qu'une sélection basée sur les teneurs en composés phénoliques était possible et pourrait avoir son intérêt dans le développement d'une variété riche en antioxydants (Singh A., Singh B.K., et al, 2011), utile aux domaines médicinaux et pharmacologiques.

1.2.2. Le marché de la fraise

a) La fraise en France et en Europe

En 2015, la France a produit 59 000 tonnes de fraises, ce qui représente environ 5% de la production européenne (Source : Agreste 2015). Le principal concurrent de la France est l'Espagne (Figure 3) qui produit à elle seule plus d'un quart des fraises d'Europe, en grande majorité au niveau de la célèbre région de Huelva. Cette production de masse se limite presque exclusivement à du hors-sol et vise le marché des primeurs, ce qui permet à l'Espagne d'être le principal exportateur de fraise européen.

Sur les 130 000 tonnes de fraises consommées par les français en 2010, un tiers seulement ont été produites en France. Cette année-là, les deux tiers des importations venaient d'Espagne, le reste provenant du Maroc (13%) et de Belgique (6%).

La France possède trois grands bassins de production de fraises (Figure 4). En 2015 et au niveau national, les surfaces de production se répartissaient équitablement entre le hors sol et le plein champ (Source : Eurostat 2016). Cependant, localement les modes de productions varient, ce qui peut influencer les types de variétés produites.

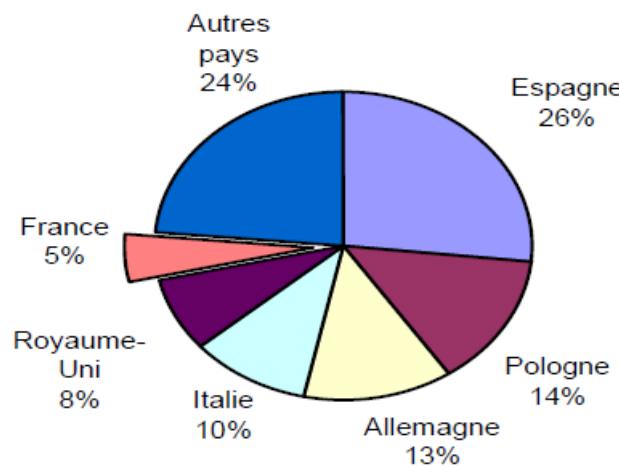
b) La fraise dans le Loir-et-Cher

En 2010, 7% de la production nationale provenait de la région Centre, dont 2500 tonnes avaient été produites par le Loir-et-Cher. Traditionnellement, la fraise de Sologne est une culture de plein champs, 120 ha contre seulement 20ha de culture hors-sol, même si cette dernière tend à se développer de plus en plus du fait, notamment, des innovations variétales.

Le département du Loir-et-Cher recense 35 à 40 producteurs dont 27 sont regroupés au sein de la coopérative Le Cadran de Sologne qui gère 80% de la production, principalement et historiquement à destination des marchés parisiens (Source : Centréco).

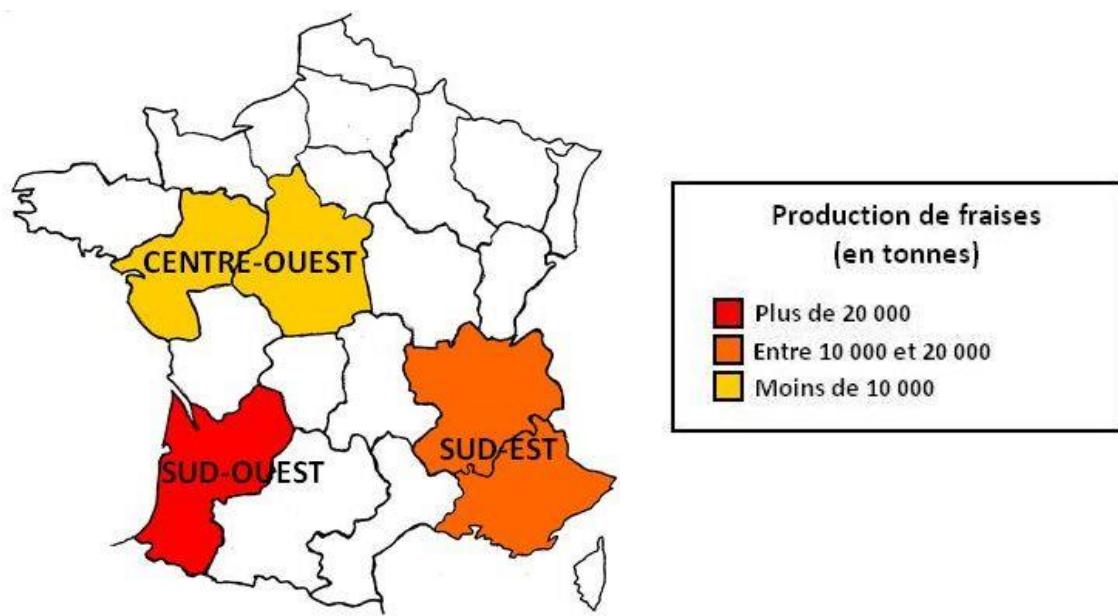
Les récoltes s'étalent du mois de mai au mois d'octobre selon les variétés précoces, de saison ou tardives.

Total : 1179 (1000 tonnes)



Source : Eurostat et estimations SSP

Figure 3 : Production européenne de fraises en 2013



Source : Carte personnelle à partir des données de l'Agreste 2015

Figure 4 : Principaux bassins de production de fraises en France

1.3. Contexte et objectifs de l'étude

1.3.1. Les besoins de la filière

Au moment de choisir quelle variété de fraise il va mettre en culture, un producteur doit tenir compte d'un certain nombre de critères. Le fraisier doit en effet être résistant aux stress biotiques et abiotiques et présenter une valeur agronomique minimale afin de garantir une production correcte. La plante doit également produire des fruits de qualité qui séduiront le consommateur par leur aspect, leur goût ou encore leur tenue en conservation.

Les obtenteurs répondent en partie à ces besoins en usant de la génétique pour sélectionner les variétés en fonction d'un ou plusieurs de ces critères. Néanmoins, la sélection reste un processus long, une dizaine d'années sont nécessaires à la création d'une nouvelle variété, et qui ne peut s'effectuer sur tous ces critères en même temps.

Par ailleurs, une fois la variété choisie, le producteur a besoin d'informations complémentaires afin d'optimiser ses conditions de culture, l'objectif étant de rester concurrentiel économiquement. Des questions relatives aux systèmes de culture, à la date de plantation, au type de plant ou encore aux méthodes de luttes contre les pathogènes et ravageurs sont fréquemment posées aux conseillers agricoles du domaine.

La mise en place d'essais variétaux vise donc à répondre à l'ensemble de ces besoins en complétant la connaissance des variétés d'une part, et en cherchant à optimiser ou à tester des méthodes de culture d'autre part. Les données sont directement transmises aux conseillers agricoles qui peuvent, au cours du temps, adapter leurs conseils aux besoins des producteurs qui les sollicitent.

1.3.2. Objectifs de l'étude et synthèse pluriannuelle

L'objectif de cette étude est de réaliser une synthèse pluriannuelle concernant cinq variétés de fraises (Joly, Dream, Magnum, Darsellect et Gariguette) afin de caractériser leur meilleur mode de production (Sol ou hors sol), la meilleure date de plantation et la valeur qualitative du fruit. Un second objectif consiste à trouver quelle variété serait la plus complémentaire à Gariguette sur la saison, c'est-à-dire avec un créneau de production décalé, un niveau de production équivalent, une qualité gustative supérieure et une meilleure tenue en conservation.

La réalisation d'un tableau regroupant l'ensemble des données pourrait ainsi guider un fraisiculteur selon son choix de produire en quantité ou en qualité, tout en restant complémentaire à la culture de Gariguette. En effet, cette variété est généralement produite en tout début de saison et constitue une des plus importantes sources de revenus pour les producteurs.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Variétés étudiées

La Gariguette constitue la variété précoce de référence dans cette étude. Diselect, quant à elle, est la fraise de saison de référence. Dream, Joly et Magnum constituent de nouvelles variétés de jours courts précoces à semi-précoce qui seront comparées à la Gariguette sur le même créneau de production.

De plus amples informations sur chaque variété sont disponibles dans les annexes I à V.

2.2. Les deux modes de cultures mis en place

2.2.1. La culture en sol

Les fraisiers sont plantés sous tunnel et en pleine terre, sur des buttes recouvertes d'un plastique noir visant à éviter le travail de désherbage, le salissement des fruits et à faciliter la récolte (Figure 5). Les fraisiers sont plantés en double rang sur chaque butte, à raison de trois buttes par tunnel. L'irrigation se fait grâce à des lignes de gouteurs (une par rang), selon les besoins estimés des plantes d'après un calcul d'ETp.

2.2.2. La culture hors-sol

Les cultures hors sol sont menées à froid sous des serres multichapelées (Figure 6). Les fraisiers ont été plantés dans des sacs de 75cm contenant un mélange d'écorce de pin et de tourbe (65-35%). L'irrigation a été réalisée à l'aide d'une solution fertilisante calculée sur la base de 7 meq de NO₃, selon l'équilibre préconisé par le CTIFL en phase floraison-fructification :

$$\text{NO}_3=10 \text{ meq} \quad \text{P}=1.4 \text{ meq} \quad \text{SO}_4=1.4 \quad \text{K}=5.5 \quad \text{Ca}=6.1 \quad \text{Mg}=1.5 \quad \text{K/Ca}=0.9 \quad \text{K/Ca+Mg}=0.73$$

2.3. Les différents types de plants à disposition

Il existe de nombreux types de plants à disposition des producteurs et qui font le sujet d'essais chez LCA. Afin de simplifier l'analyse pluriannuelle, on ne se focalisera ici que sur un type de plant par mode de culture. Toutes les données ont été obtenues à partir de fraisiers issus de plants frigos en sol et de trayplants en hors sol.

2.3.1. Le plant frigo

Les plants sont produits à partir de pieds mères en sol. Les stolons sont arrachés pendant le repos végétatif du fraisier et conservés à des températures négatives jusqu'au moment de la plantation estivale (Bosc J-P et Bardet A., 2014).

2.3.2. Le trayplant

Les trayplants sont produits par repiquage de stolons dans des mottes. Après une culture en pépinière d'environ trois mois et demi, la levée de dormance est effectuée par un passage au frigo, de sorte que les plants sont ainsi prêts à produire leurs fruits dès leur arrivée chez le producteur (Bosc J-P et Bardet A., 2014).



Source : Photo personnelle

Figure 5 : Photographie d'un essai variétal en sol sous tunnel



Source : Photo personnelle

Figure 6 : Photographie d'un essai variétal en jardin suspendu

2.4. Contrôles qualité

De nombreuses notations sont réalisées et correspondent à diverses visions de la qualité : Agronomique, commerciale, sensorielle, nutritionnelle ou sanitaire. On ne s'intéresse dans cette étude qu'à celles ayant un rapport direct avec la qualité gustative et la tenue en conservation, deux critères importants pour les consommateurs (Vénien S. et Tassin B. (2000). Introduction.)

Les mesures et notations sont effectuées sur une barquette de fraises commerciales, soit entre 20 et 30 fruits.

2.4.1. Mesure d'acidité

La mesure de l'acidité est un indice du niveau de maturité de la fraise et permet également de caractériser l'état plutôt doux ou acidulé du fruit de manière quantitative.

Le principe de la mesure repose sur la neutralisation des principaux acides contenus dans le fruit (acides citriques, maliques, tartriques) par une solution basique de soude (hydroxyde de sodium NaOH) à 0.1 M. Par convention, on considère que la neutralité est atteinte à pH = 8.1. La détermination du volume de soude nécessaire pour atteindre cette valeur de pH permet ainsi d'évaluer l'acidité du jus.

La mesure est effectuée par méthode pH-métrique à l'aide d'une Titroline (Figure 7) qui injecte et détermine le volume de la soude de manière automatisée. La prise d'essai correspond à 10.0g de purée de fraise diluée dans 40mL d'eau distillée, le tout étant agité par un barreau aimanté afin de garantir l'homogénéité de la solution.

Le résultat de la mesure est exprimé en milliéquivalent pour 100mL de jus (meq/100mL). L'acidité est obtenue par la formule :

$$\text{Acidité} = \frac{100 \times V_s \times C_s}{V_{éch}}$$

Cs : Concentration de la soude utilisée (0.1M)

Vs : Volume de soude mesuré pour atteindre la neutralité

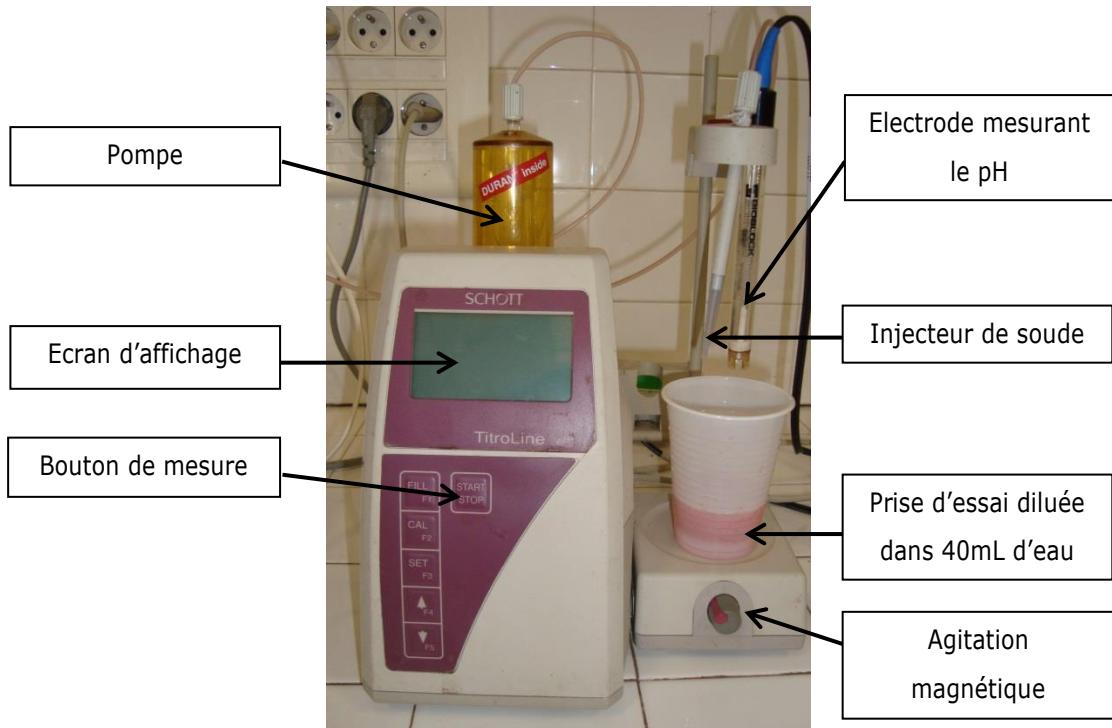
Véch : Volume de la prise d'essai (10 mL)

Ainsi, dans ces conditions, la mesure du volume de soude permet d'accéder directement à l'acidité. (Vénien S. et Tassin B. (2000). Fiche 10)

2.4.2. Mesure du taux de sucre

La mesure du taux de sucre permet à la fois d'avoir une idée de l'état de maturité de la fraise et de faire une première estimation de l'appréciation du consommateur.

La mesure s'effectue avec un refractomètre (Figure 8) sur lequel est déposée une goutte de purée de fraise. Le taux de sucre est exprimé en pourcent Brix (% Brix). 1% Brix correspond à une concentration en sucres de 1g pour 100g de solution. (Vénien S. et Tassin B. (2000). Fiche 9)



Source : Photo personnelle

Figure 7 : Photographie de la Titroline réalisant le titrage pH-métrique de la prise d'essai



Source : Photo personnelle

Figure 8 : Photographie d'un réfractomètre numérique mesurant le taux de sucre du jus

2.4.3. Notation de la qualité gustative

Une note générale allant de 1 à 9 est attribuée à la variété pour évaluer sa valeur gustative, 9 correspondant à la valeur gustative la plus élevée. Cette note prend en compte les différents critères qualitatifs cités ci-dessous, évalués sur un échantillon de fruits frais (entre 3 et 4 fraises) et par deux personnes :

- Parfum (Nul, faible, moyen, intense, très intense)
- Arome (Nul, faible, moyen, intense, très intense)
- Sucre en bouche (Pas sucré, peu sucré, moyennement sucré, sucré, très sucré)
- Acide en bouche (Pas acide, peu acide, moyennement acide, acide, très acide)
- Texture en bouche (Croquant, pâteux, fondant ou fibreux)
- Jutosité (Faible, moyenne ou forte)
- Fermeté de la chair (Molle, intermédiaire, ferme, très ferme)

2.4.4. Tenue en conservation

De même, une note générale allant de 1 à 9 est donnée à la variété pour sa tenue en conservation. Plus la note est élevée, plus la conservation est bonne. Les contrôles s'effectuent sur une barquette de fraises commerciales (entre 20 et 30 fruits), préalablement mise en chambre froide 3 jours à 4 °C, puis laissée 24h à température ambiante avant les notations. Ces dernières tiennent compte des critères qualitatifs suivants :

- Brillance (Très faible, faible, moyenne, forte, très forte)
- Sensibilité aux mâchures (Très sensible, sensible, peu résistante, résistante, très résistante)
- Couleur (selon le Code CTIFL (Figure 9))
- Tendance à foncer (Oui ou non)
- Fraicheur du calice (Fané et sec, fané, intermédiaire, vert et turgescent, très vert et turgescent)
- Résistance à la pourriture (Très faible, faible, moyenne, forte, très forte)

2.5. Etudes statistiques

Tous les modèles statistiques cités ci-après ont été réalisés avec le logiciel R, sur la base des données 2013, 2014, 2015 et 2016 lorsqu'elles étaient disponibles.

2.5.1. Comparaison des modes de culture au sein des variétés

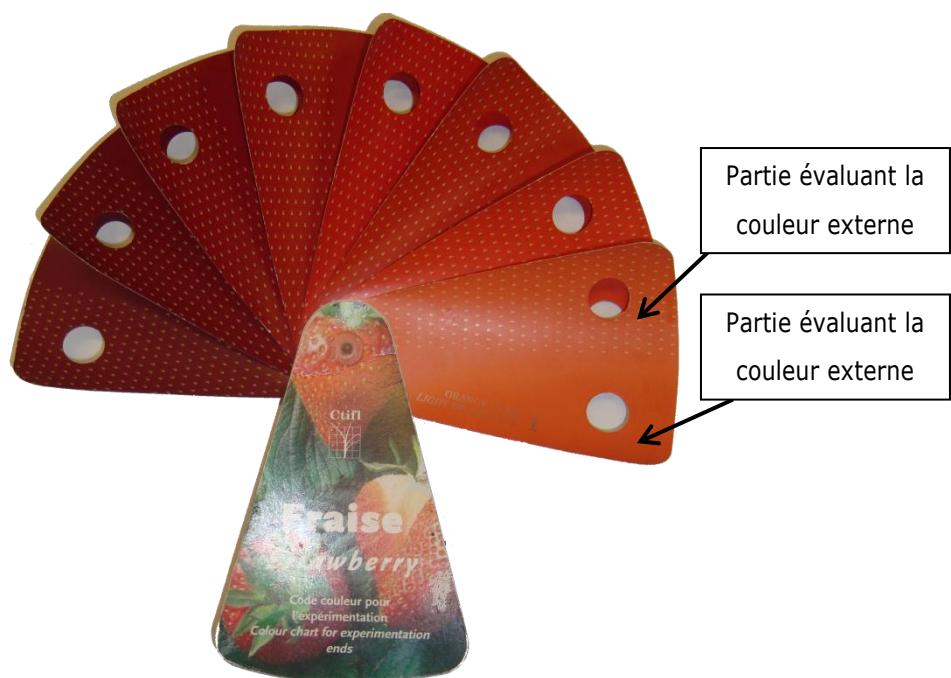
Les conditions nécessaires à l'utilisation d'une ANOVA 2 n'étant pas remplies, l'effet du mode de culture sur le rendement a été caractérisé par un test de Student. Dans le cas où les conditions de ce test n'étaient pas réalisées, le test non paramétrique de Wilcoxon a été effectué.

Les différences de rendement entre variétés pour un même mode de culture ont ensuite été testées par une ANOVA à un facteur. Dans le cas où les conditions de ce test n'étaient pas réalisées, le test non paramétrique de Kruskal Wallis a été effectué.

Les effets des variétés et des modes de culture sur le poids moyen des fruits ont été testé par une ANOVA 2.

2.5.2. Comparaison des taux de sucre et du degré d'acidité entre les variétés

Les effets des variétés et des modes de culture sur le taux de sucres et le taux d'acidité ont été testés à l'aide d'une ANOVA 2.



Source : Photographie personnelle

Figure 9 : Photographie du code couleur du Ctifl pour la fraise

3. Résultats

3.1. Comparaison des modes de culture

3.1.1. Rendements

On remarque un effet du mode de culture sur les rendements, même s'il n'est significatif que pour les variétés Dream et Magnum (Seuil de significativité non représentés). Ces dernières assurent en effet de plus forts rendements en sol (Figure 10).

De manière générale, le système hors sol assure des rendements similaires entre les variétés. C'est en sol que la potentialité de ces dernières s'exprime le mieux. Dream et Darsellect présentent une meilleure productivité que la Gariguette en sol, mais c'est Magnum qui se distingue par un rendement très supérieur (plus de 900g/plant). Joly quant à elle, assure une production intermédiaire (Figure 10).

3.1.2. Poids moyens

Pour une même variété, les différences de poids moyen observées entre les cultures en sol et hors sol ne sont pas significatives. Le facteur variété seul influence donc le poids moyen des fruits.

La variété Joly se distingue par un gros calibre tandis que les variétés Gariguette et Dream produisent des fruits plus petits. Les fraises Magnum et Darsellect sont de calibre intermédiaire (Figure 10).

3.2. Effet de la date de plantation en système hors sol

3.2.1. Gariguette

Il est à noter qu'on ne retrouve pas le même écart temporel entre les dates de plantation et les dates de premières récoltes (Figure 11). De manière générale, les périodes de fortes productions de la Gariguette se situent au niveau des semaines 18 à 20 pour toutes les dates de plantations. L'intérêt d'étaler ces dates de plantation semble donc plus se porter sur l'optimisation des rendements que sur la date des premières récoltes.

Les pics de production les plus précoce sont réalisés par les fraisiers plantés respectivement le 19 janvier 2016 et le 21 décembre 2015. Les pics les plus importants sont assurés par les fraisiers plantés en janvier. (Figure 11). Ce sont d'ailleurs ces derniers qui présentent les meilleurs rendements de fraises commerciales sur la saison (respectivement 402g/plant pour le 4 janvier et 427g/plant pour le 19 janvier, contre 385g/plant et 344g/plant pour les fraisiers du 21 décembre et du 2 février).

Une plantation début février ne semble pas présenter d'intérêt dans la mesure où le pic de production ne se distingue ni par sa précocité, ni par son rendement, inférieur aux autres fraisiers (Figure 11).

La date de plantation la plus adaptée pour des Gariguettes conduites en culture hors sol semble donc a priori être le 19 janvier, soit en semaine 3, pour sa précocité et son rendement important.

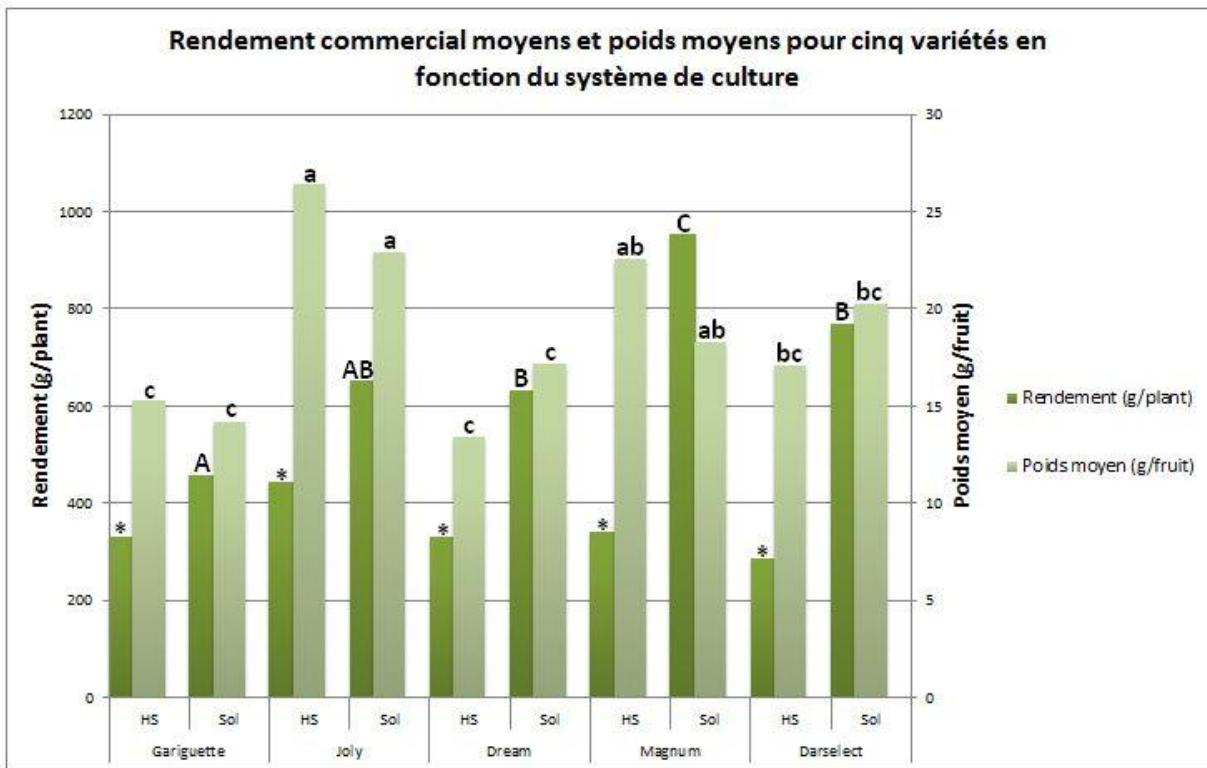


Figure 10 : Rendement et poids moyens de fruits commerciaux en fonction du système de culture

Légende :

LETTRES CAPITALES : Significativité des rendements entre variétés cultivées en sol

Etoiles : Significativité des rendements entre variétés cultivées hors sol

Lettre minuscules : Significativité des poids moyens entre variétés selon les modes de cultures

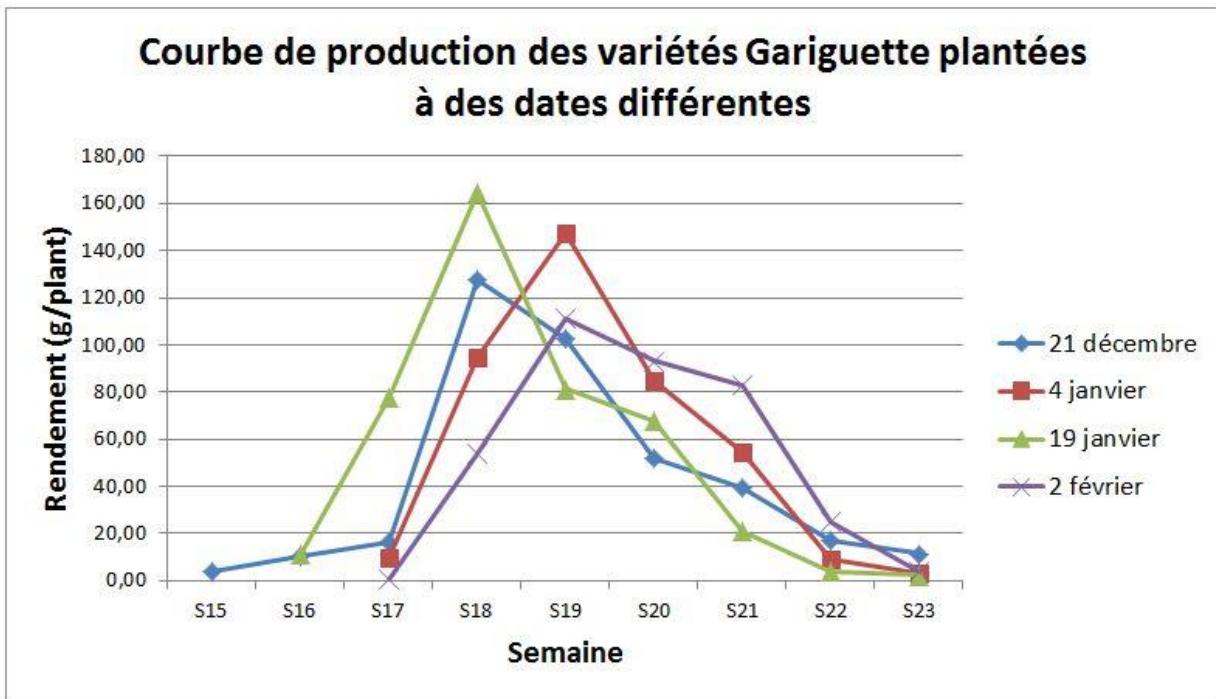


Figure 11 : Courbe de production des Gariguettes plantées à différentes dates (Résultats 2016)

3.2.2. Autres variétés comparées à la Gariguette

La date de plantation influence peu la semaine et l'intensité du pic de production de Dream. La période de rendement maximal se superpose parfaitement à celle de la Gariguette, d'où une faible complémentarité avec cette dernière. La productivité est également inférieure de 40 à 70g/plant environ (Figure 12). Dream est donc peu adaptée comme alternative à la Gariguette vis-à-vis du rendement.

C'est également le cas de la variété Joly, car si sa période de production maximale est plus étalée, cette dernière se superpose une nouvelle fois à celle de la gariguette et les rendements en sont de 100 à 140g/plant inférieurs (Figure 12).

En ce qui concerne la variété Magnum, la figure 12 montre que le pic de production maximal est décalé selon la date de plantation. En effet, les Magnum plantées le 4 janvier atteignent leur productivité maximale en semaine 19 alors que les Magnum plantées le 2 février atteignent la leur deux semaines plus tard, avec, qui plus est, un rendement supérieur. Cette variété, plantée début février, semble donc adaptée en complément de Gariguette puisque sa période de forte production est décalée et son rendement, bien qu'inférieur à 120g/plant, reste raisonnable.

3.3. Qualité des fruits

3.3.1. Teneurs en acides et teneurs en sucres

La Gariguette se distingue des autres variétés par son taux d'acidité significativement plus important. Néanmoins, ce dernier n'est pas influencé par le système de culture (Figure 13).

Ce n'est pas le cas pour les variétés Joly, Dream, Magnum et Darsellect qui produisent des fruits plus acides en systèmes hors sol.

Enfin, on peut remarquer qu'au sein d'un même mode de culture, les variétés autres que la Gariguette présentent des teneurs en acides très similaires.

De manière générale, le système de culture hors sol permet de produire des fruits significativement plus sucrés qu'en sol, sauf dans le cas de la Darsellect pour laquelle le taux de sucre est similaire entre les deux modes de culture. (Figure 14)

Au sein d'un même système de culture, les différences de taux de sucre observées entre les cinq variétés ne sont pas significatives. On note cependant que les variétés les plus sucrées, tout mode de culture confondu, sont Dream, Magnum et Darsellect et la moins sucrée, Gariguette.

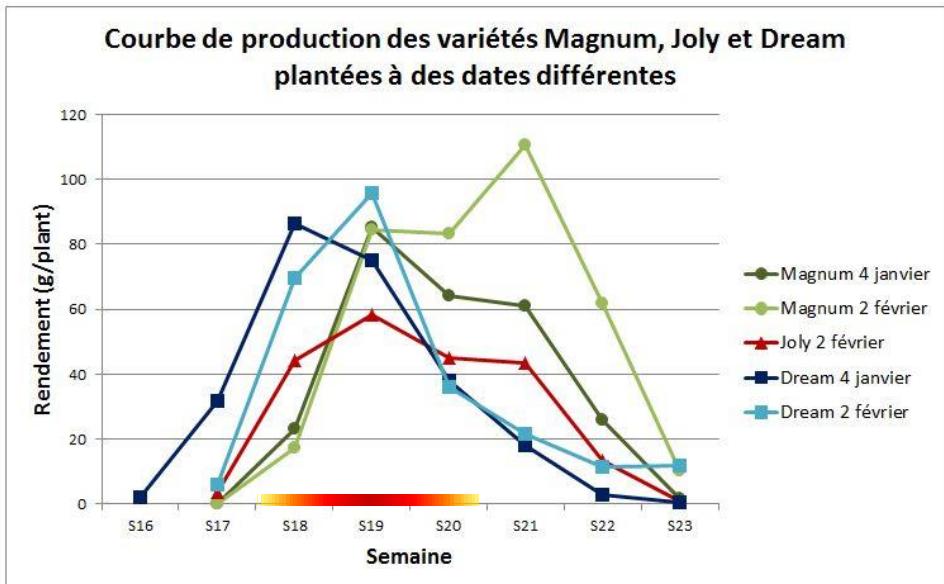


Figure 12 : Courbe de production de trois variétés potentiellement complémentaires à la Garigette selon leur date de plantation

: Période de forte production de Garigette

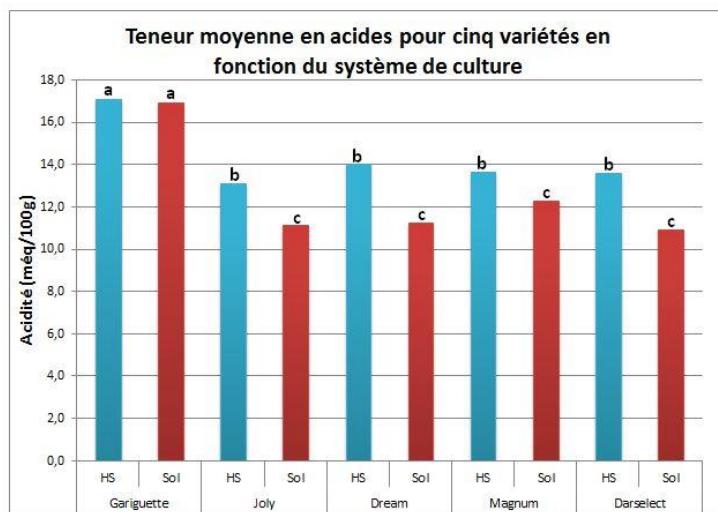


Figure 13 : Teneur moyenne en acides de cinq variétés selon le mode de culture

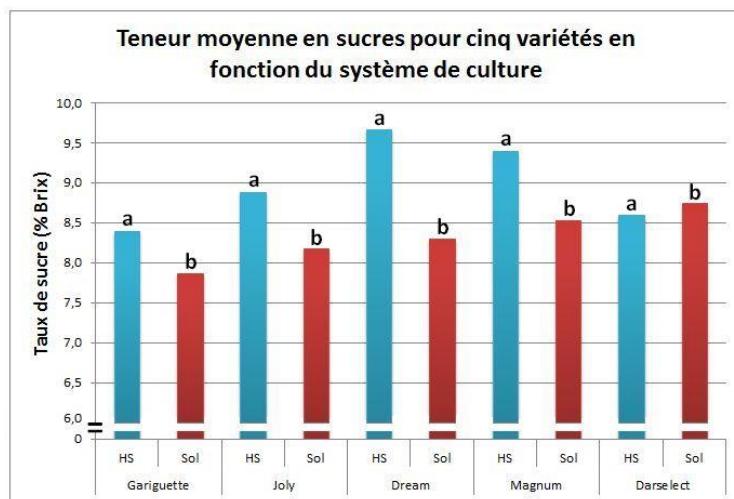


Figure 14 : Teneur moyenne en sucres de cinq variétés selon le mode de culture

3.3.2. Note générale de la qualité gustative

La variété la plus appréciée est Dream, suivie de près par Magnum et Darselect (Figure 15). Il est important de noter que ces variétés étaient les plus sucrées et les moins acides (Figure 13 et 14). Les notes de Magnum et Dream s'expliquent également par l'arôme intense et agréable que dégagent ces fraises en bouche.

Au contraire, la Gariguette, acide et peu sucrée, est une fraise beaucoup moins appréciée malgré une texture très fondante.

Enfin, Joly, bien que moins acide et plus sucrée que la Gariguette, ne se démarque pas par une qualité gustative particulière, d'où une note un peu moins élevée.

3.3.3. Note générale de la tenue en conservation

Aucun système de culture ne semble garantir une meilleure tenue en conservation que l'autre. La qualité de conservation semble dériver principalement du caractère génétique des variétés (Figure 16).

Darselect est la fraise qui se tient le mieux en conservation : De fermeté importante, elle est peu sensible aux marques et n'a pas tendance à foncer ni à ramollir après un passage au frigo.

Magnum se conserve assez bien également, son principal défaut étant le fonçage de son épiderme. Joly quant à elle est pénalisée par sa sensibilité aux mâchures.

Les variétés les plus fragiles, Gariguette et Dream, marquent très facilement. Gariguette a de plus tendance à ramollir fortement et Dream à foncer, d'où une tenue en conservation plutôt faible.

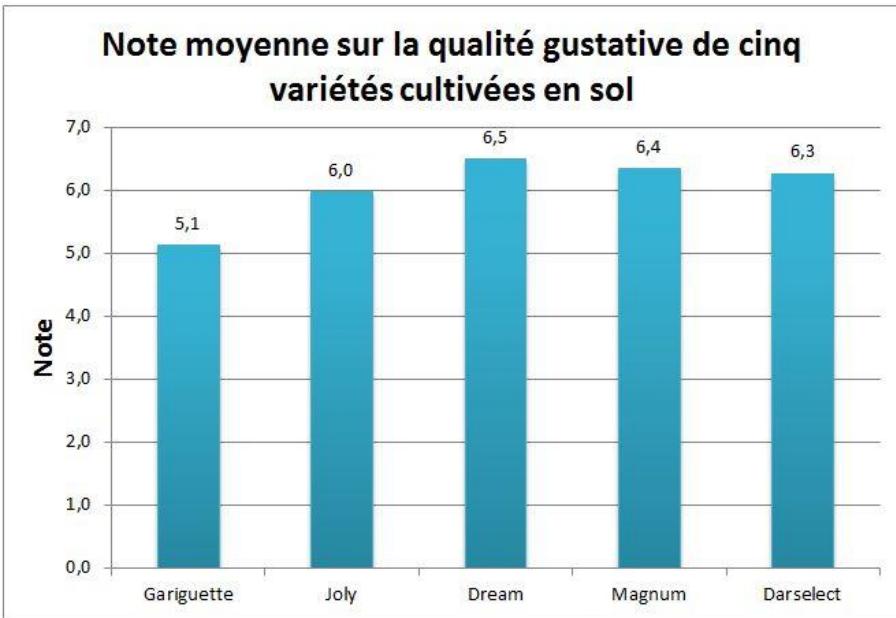


Figure 15 : Note moyenne de la qualité gustative

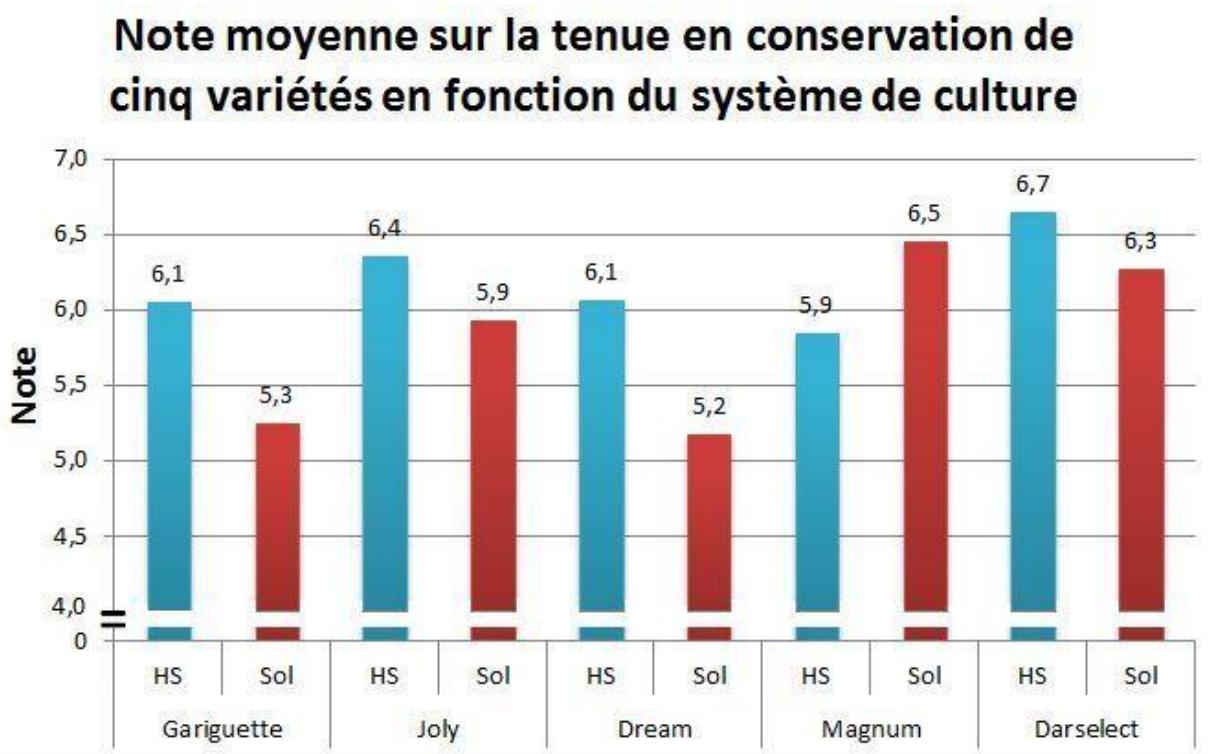


Figure 16 : Note moyenne de la tenue en conservation

4. Discussion

4.1. Mode de cultures et rendements

Un essai de 2009 mené dans les Pays de la Loire sur des Gariguettes hors sol, dans des conditions quasi identiques à celles de LCA, révélait des résultats de rendement et de poids moyens similaires à ceux de la figure 10, à savoir respectivement 426g/plant et 13.7g/fruit (Cardet C., Depriester et al, 2009).

Des essais provençaux de 2014 sur substrat et sous tunnel non chauffé révèlent des rendements moins importants (492g/plant) compensés par un poids moyen plus élevé (23g/fruit) pour la variété Dream. En ce qui concerne la variété Magnum, le rendement est également moins important (499g/plant seulement) et le poids moyen reste inchangé (17g/fruit) (Ernout H., Taussig C. et al, 2014). Il est cependant important de noter que le substrat utilisé (fibre de coco) diffère de celui utilisé par LCA (mélange tourbe et pin). Il en est de même pour les densités de plantation, légèrement plus importante dans les essais de LCA.

Enfin, un essai mené en Isère en 2010 sur des Darsellect et des Joly cultivées en sol attribuait à ces deux variétés des rendements respectivement de 345 g/plant et 393 g/plant, soit très inférieurs à ce qui est observé à Tour-en-Sologne depuis 2013. Néanmoins, les poids moyens restent similaires (Desaintjean F., Chalaye C. et al, 2010). Dans cet essai, seules les densités de plantation différaient légèrement (20cm entre plants contre 33cm chez LCA).

Ainsi, il est impossible de généraliser, à partir des résultats obtenus par d'autres stations d'expérimentation, les conclusions émises quant au meilleur mode de culture pour une variété donnée. Néanmoins, le fait que les résultats soient issus d'une synthèse pluriannuelle menée sur 4 ans amène à penser que ces conclusions restent valables pour le département du Loir-et-Cher.

En effet, les conditions climatiques liées aux régions influencent vraisemblablement la physiologie des plantes et donc les résultats obtenus par les différentes stations. D'autre part, des modalités de conduites culturales telles que les densités de plantations et les substrats utilisés peuvent également expliquer les différences de résultat observées. Il serait donc intéressant de les prendre en compte pour compléter les données de la synthèse, d'autant plus que des essais sont ou ont été menés à ce sujet (Gény A. et Guichardon J-M., 2013).

4.2. Effet de la date de plantation en système hors sol

Un bref aperçu des résultats 2015 sur un essai LCA « Optimisation des dates de plantation de Gariguette hors sol » valide la période de forte production sur les semaines 18 à 20 (Figure 17). On remarque également que plus la plantation est réalisée tôt, plus le rendement est important. L'objectif de l'essai 2016 était d'augmenter encore les rendements par une plantation en décembre. Or, nous avons vu que le résultat escompté n'a pas été obtenu cette année (Figure 11).

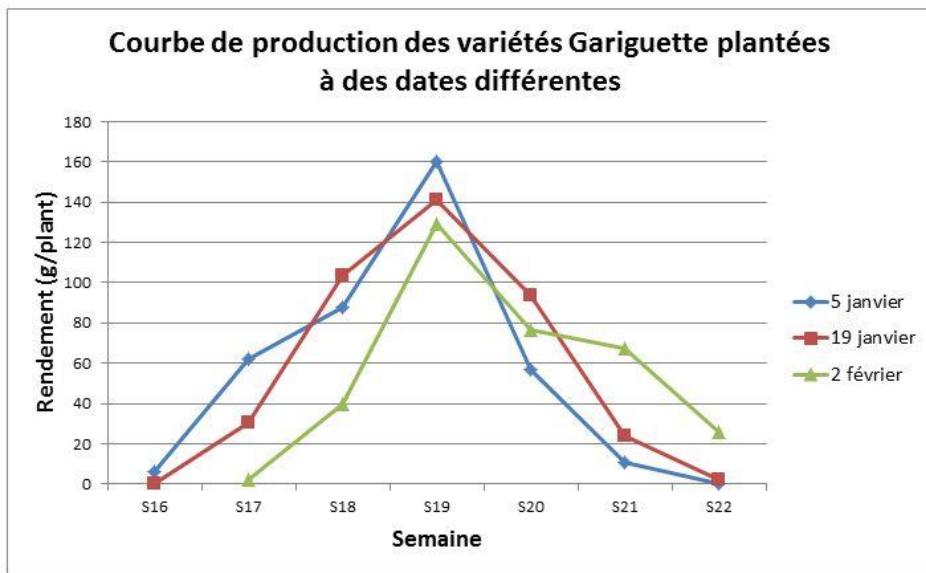


Figure 17 : Courbe de production des variétés de Gariguette plantées à différentes dates (Résultats 2015)

La prise en compte de la proportion de déchets et de fraises déformées, non commercialisables, suggère que la date de plantation n'est pas responsable de la baisse de rendement observée. La figure 18 montre en effet une proportion de déchets semblable aux lignes plantées en janvier et février. Cependant, on constate une proportion anormale de fraises déformées chez les fraisiers plantés en décembre (13%) contre 3 à 4% pour les autres dates de plantation. Ce résultat est à mettre en lien avec la présence d'une ruche à bourdon installée dans le but faciliter la pollinisation. Il semblerait que ces derniers aient manqué de pollen à une période où seuls les fraisiers plantés en décembre étaient en fleur, d'où un sur-butinage à l'origine des fraises déformées. La tendance pour l'essai 2017 est donc de poursuivre avec une date de plantation en décembre tout en menant une réflexion sur la manière d'en augmenter le rendement. En effet, limiter la production de fraises déformées en début de récolte permettrait d'augmenter sensiblement le rendement de fruits commercialisables (environ 10% si l'on envisage une proportion finale de déformée de 3%).

4.3. Qualité des fruits

L'essai mené hors sol dans les Pays de la Loire révélait des teneurs moyennes en sucres et en acides pour la Gariguette très similaires à ce qui est observé depuis 2013 chez LCA (Cardet C., Depriester et al, 2009).

Le même constat peut être fait pour les variétés Magnum et Dream en sol comparées avec celles étudiées en Provence (Ernout H., Taussig C. et al, 2014).

En ce qui concerne Joly, les essais menés en Isère présentent une fraise plus sucrée, moins acide et de qualité gustative marquée, soit un fruit de meilleure qualité. La tenue en conservation cependant reste qualifiée de moyenne. La Darsellect quant à elle était moins sucrée mais d'acidité comparable à celle du Loir-et-Cher (Desaintjean F., Chalaye C. et al, 2010).

Ainsi, les données qualitatives mesurées ne semblent pas varier significativement d'une région à l'autre pour une variété donnée. De même, les notations réalisées sur la tenue en conservation s'accordent assez bien d'une région à l'autre en ce qui concerne les critères remarquables (Variation de couleur, sensibilité aux mâchures, sensibilité à la pourriture). La qualité des fruits semble donc dépendre principalement de la variété et peu de la région ou du mode de culture.

Néanmoins, une étude du Cifl portant sur la fertilisation de printemps a montré que la conduite culturale peut, dans certain cas, influencer la qualité des fruits. L'article souligne en particulier les effets du calcium et du potassium sur l'acidité des fruits et leur conservation (Raynal-Lacroix C. et Carmentran M., 1999).

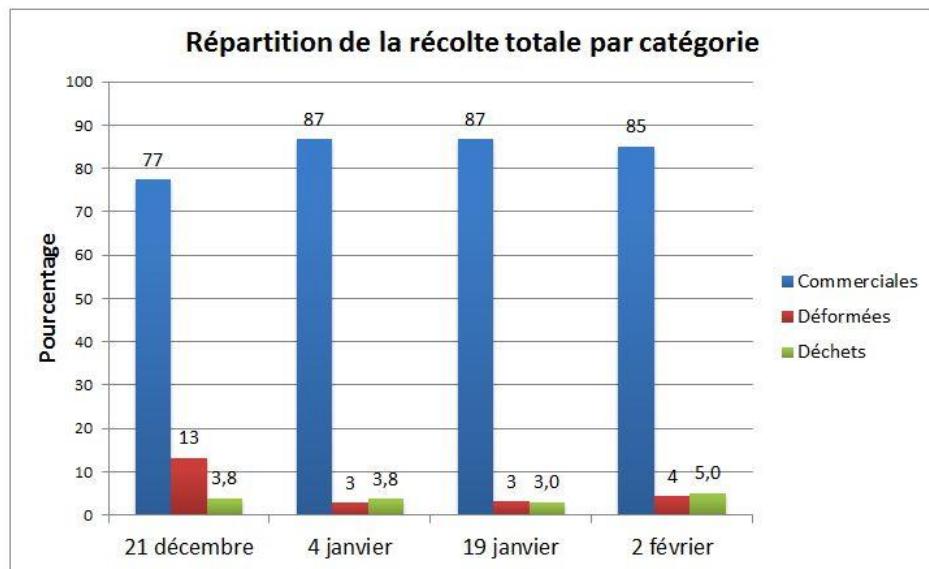


Figure 18 : Répartition des récoltes par catégorie (Résultats 2016)

5. Conclusions et perspectives

5.1. Conclusions et synthèse de l'étude

L'ensemble des données obtenues depuis 2013 et leur analyse a finalement permis la production d'un tableau récapitulatif (Tableau I).

On peut retenir que le mode de culture, en sol ou hors sol, influence peu des critères tels que le calibre, la qualité des fruits ou leur tenue en conservation. Ces caractéristiques semblent plutôt dépendre de la génétique propre de chaque variété.

Si la génétique définit également le niveau de productivité des fraisiers, on constate cette fois une influence du mode de culture sur le rendement. On a vu que ce dernier avait tendance à être augmenté en sol, même si ce résultat n'était significatif que pour les variétés Magnum et Dream. La prise en compte des données d'autres essais, passés et futurs, pourraient permettre d'augmenter la fiabilité des tests statistiques et donc de mieux mettre en évidence les différences suggérées.

Quoi qu'il en soit, le choix du mode de culture reste à l'appréciation seule du producteur. En effet, les avantages économiques sur le long terme apportés par la culture hors sol ne sont pas forcément compensés par une productivité plus importante en sol. La conduite hors sol permet notamment de gagner du temps sur l'entretien des cultures et les cueillettes en rendant ces travaux moins pénibles. Or, les charges relatives à la rémunération du personnel représentent un des plus gros coûts de production pour le fraisiculteur.

Du point de vue variétal, la Gariguette reste un choix de production incontournable. En effet, malgré sa qualité gustative peu remarquable, cette fraise est attendue des consommateurs car c'est la première à arriver sur le marché. Cette variété assure donc un revenu important aux producteurs, surtout en début de saison où les prix de vente sont les plus élevés.

Les autres variétés précoces peuvent cependant présenter un intérêt. Dream se distingue par sa qualité gustative exceptionnelle. Très aromatique et sucrée, cette fraise présente néanmoins l'inconvénient d'une tenue en conservation médiocre et d'une faible aptitude à être complémentaire à la Gariguette pour les dates de plantation étudiées. Cette fraise est donc plutôt adaptée pour une production de qualité et en petite quantité.

Magnum, quant à elle, présente l'intérêt d'allier qualité et complémentarité avec la Gariguette. Un peu moins aromatique que Dream, cette fraise reste très sucrée et garantit une bonne tenue conservation en post-récolte. Plantée début février, elle permet de poursuivre la saison une fois la baisse de production de Gariguette amorcée, tout en assurant des rendements et donc des revenus convenables au fraisiculteur.

Joly présente des résultats plus mitigés car si cette variété est plus appréciée que la Gariguette d'un point de vue gustatif, elle ne surpasse ni Dream ni Magnum par sa qualité ou son rendement qui restent plutôt modérés dans le Loir-et-Cher. Le véritable intérêt de cette variété se situe peut être dans des régions plus au sud de la France, où les résultats d'essais assuraient une meilleure qualité au fruit.

Tableau I : Tableau de synthèse

Variété	Précocité	Rendement total		Calibre	Qualité gustative	Tenue en conservation	Système de culture le plus adapté	Complémentarité avec Gariguette	Date de plantation optimale (HS)
		HS	Sol						
Gariguette	Précoce	+	+	Moyen	-	-	Indifférent	/	Mi janvier (Mi-décembre ?)
Joly	Précoce	+	+	Gros	+	+	Indifférent	Non	/
Dream	Précoce	+	+	Moyen	++	-	Sol	Non	/
Magnum	Précoce	+	++	Moyen	++	++	Hors Sol	Oui	Déb. Février
Darselect	Saison	+	++	Moyen	+	++	Indifférent	Oui	Déb. février

Enfin, Darselect reste la fraise de saison incontournable. Comme Magnum, elle bénéficie d'une qualité gustative et d'une tenue en conservation plutôt bonnes. Grâce à ces caractéristiques, elle bénéficie d'une certaine notoriété sur le créneau de saison depuis les années 2000. Elle permet ainsi d'assurer une source de revenus assez fiables pour les producteurs.

5.2. Perspectives

Suite à cette étude, les perspectives sont nombreuses. Il semble en effet nécessaire de poursuivre les essais afin de rendre les résultats statistiques plus pertinents et plus fiables grâce à des répétitions toujours plus nombreuses. Cela permettrait par ailleurs de s'affranchir en partie de l'influence climatique, parfois très changeante selon les années.

Les essais d'optimisation des dates de plantation menés sur Gariguette depuis 3 ans, et sur les variétés Dream, Magnum et Joly depuis cette année, ont montré des résultats concluant vis-à-vis des rendements pour la Gariguette et de la complémentarité avec cette dernière pour les autres variétés. Poursuivre dans cette voie semble présenter un intérêt d'autant plus grand que l'objectif pour l'année à venir est de s'affranchir du biais expérimental causé par la présence d'une ruche à bourdon.

Il serait également intéressant de mener de nouveaux essais d'optimisation concernant les types de plant ou les densités de plantation des variétés les plus intéressantes. Il s'agirait alors d'inclure ces données dans la synthèse, en plus des résultats analogues déjà obtenus sur la Gariguette par LCA les années précédentes. La synthèse pluriannuelle pourrait également être complétée par des informations quant à la résistance et à la sensibilité des variétés aux pathogènes et ravageurs principaux que sont l'oïdium, botrytis et les thrips.

Ainsi, le travail de synthèse réalisé cette année n'est qu'un début, une ébauche qui demande à être revue et complétée dans les années à venir.

6. Bibliographie

Articles scientifiques

- Zorrilla-Fontanesi Y., Cabeza A., Domingez P., Jesus Medina J., Valpuesta V., Denoyes-Rothan B., Sanchez-Sevilla José F., Amaya I. (2011). Quantitative trait loci and underlying candidate genes controlling agronomical and fruit quality traits in octoploid strawberry (*Fragaria X ananassa*). *Theoretical and Applied Genetics*, Springer 123:755–778.
- Omelas-Paz J., Elhadi M. Y., Ramirez-Bustamante N., Perez-Martinez J., Escalante-Minakata M., Ibarra-Junquera V., Acosta-Muniz C., Guerrero-Prieto V., Ochoa-Reytes E. (2012). Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria X ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Elsevier, Food Chemistry* 138 (2013) 372-381.
- Dongdong L., Zisheng L., Wangshu M., Yansheng W., Tiejin Y., Linchun M. (2013). ABA and UV-C effects on quality, antioxidant capacity and anthocyanin contents of strawberry fruit (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Elsevier, Postharvest Biology and Technology* 90 (2014) 56-62.
- Kjersti A., Sebastian M., Arnfinn N, Grete S. (2011). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits : Composition in 27 cultivars and changes during ripening. *Elsevier, Food Chemistry* 132 (2012) 86-97.
- Singh A., Singh B.K., Deka B.C., Sanwal S.K, Patel R.K., Verma M.R. (2011). The genetic variability, inheritance and inter-relationships of ascorbic acid, β -carotene, phenol and anthocyanin content in strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Elsevier, Scientia Horticulturae* 129 (2011) 86-90.

Ouvrages

- Navatel J-C. et Vayesse P. (2001). Reconnaître les variétés de fraise. Ed Ctifl, 78 p.
- Bosc J-P. et Bardet A. (2014). Le fraisier : Physiologie et types de plants. Ed Duong-Minh Nguyen Ctifl, 131 p.
- Rissier G. et Navatel J-C. (1997). La fraise : Plant et variétés. Ed Ctifl, 103 p.
- Vénien S. et Tassin B. (2000). Introduction : Des qualités à la qualité. In Agréage fruits et légumes, mode d'emploi. Ed Ctifl, pp. 3-5.
- Vénien S. et Tassin B. (2000). Fiche 9 : La mesure des sucres. In Agréage fruits et légumes, mode d'emploi. Ed Ctifl.
- Vénien S. et Tassin B. (2000). Fiche 10 : La mesure de l'acidité. In Agréage fruits et légumes, mode d'emploi. Ed Ctifl.

Rapports

- Ernout H., Taussig C., Gard B., Echavidre F et Vaz R. (2014). Fraise sur substrat, nouvelles variétés sous tunnel. 8p. Fiche APREL 14-003.
- Cardet C., Depriester m. et Chaline A. (2008-2009). Conduite culturelle hors sol de Gariguette. 2p. AELPAL 8.02.01.36 CC.
- Desaintjean F., Chalaye C. et Mandin C. (2010). Fraisier – Comportement et adaptation de variétés et sélections de printemps en sol. Isère : Station expérimentale de Jarcieu. 7p.
- United States Plant Patent Leis et al. (2012). « Joly » US PP23,126 P3. 4p.
- Gény A., Guichardon J-M. (2013). Fraisiers en jardin suspendus – Optimisation de Gariguette en fraisimottes. Le Riou (Tour-en-Sologne). LCA *22.2007.03.
- Raynal-Lacroix C. et Carmentran M. (1999). Fertilisation du fraisier – Rendement et qualité des fruits. Infos Ctifl n°170. 7p.

Ressources en ligne

- Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. Grenelle de l'environnement de 2007 à 2012. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Le-Grenelle-de-l-environnement-de-.html> (Consulté le 16/06/2016).
 - Centréco. Fraise de Sologne. http://www.cducentre.com/produit-fraises_de_sologne (Consulté le 20/05/2016).
 - Agreste (2015). Agreste Infos rapides – Légumes – Fraises n°2/6. www.agreste.agriculture.gouv.fr (Consulté le 25/05/2016)
 - Agreste (2016). Agreste Infos rapides – Légumes – Fraises n°2/6. www.agreste.agriculture.gouv.fr (Consulté le 25/05/2016)
- Eurostat (2016). Statistiques des productions végétales (à partir de 2000). <http://ec.europa.eu/eurostat/fr/data/database> (Consulté le 26/05/2016)
- GEVES (2016). Consultation en ligne du Catalogue Officiel. <http://cat.geves.info/Page/ListeNationale> (Consulté le 14/06/2016).
- Marionnet (2016). Fiche descriptive de la variété Magnum. <http://www.marionnet.com/pepinieriste-obtenteur/fraise-variete-magnum.pdf> (Consulté le 14/06/2016)

ANNEXES

Annexe I : La fraise Gariguette	I
Annexe II : La fraise Dream	II
Annexe III : La fraise Joly	III
Annexe IV : La fraise Magnum	IV
Annexe V : La fraise Darselect	V

Annexe I : La fraise Gariguette



Source : Photo personnelle

Carte d'identité

Croisement : BELRUBI X [MARIEVA X (POCAHONTAS X REGINA)]

Obteneur : INRA, France

Inscription au catalogue officiel français : 1976

Catégorie : Jours courts, précoce

Calendrier de production

Début mars à mi-juin

Le fruit

Calibre : Moyen (13-16g)

Sucre : 7.5 à 10 %Brix

Acidité : 13 à 15 méq/100g

Qualité gustative : Fondante, juteuse, sucrée, très acide, plutôt aromatique

Aptitude à la conservation : Très moyenne étant donné la fragilité du fruit

(Navatel et Vaysse, 2001)

Annexe II : La fraise Dream



Source : Photo personnelle

Carte d'identité

Croisement : 31.14.04 X 01.12.52 (Variétés de Darbonne pépinière non commercialisées)

Obteneur : Darbonne pépinière, France

Inscription au catalogue officiel français : 2015

Catégorie : Jours courts, précoce

Calendrier de production

Avril à début juin

Le fruit

Calibre : Moyen (18 à 24g)

Qualité gustative : Fondante, juteuse, sucrée, peu acide, aromatique

Aptitude à la conservation : Moyenne (tendance à foncer)

(Source : Catalogue Officiel du GEVES)

Annexe III : La fraise Joly



Source : Photo personnelle

Carte d'identité

Croisement : T2-6 × A20-17 (Variétés de Consorzio Italiano Vivaisti non commercialisées)

Obtenteur : Consorzio Italiano Vivaisti, Italie

Inscription au catalogue officiel français : Non

Catégorie : Jours courts, précoce à mi-saison

Calendrier de production

Avril à début juin

Le fruit

Calibre : Gros (22 à 34g)

Sucre : 8.5 %Brix

Acidité : 13 à 15 méq/100g

Qualité gustative : Fondante, juteuse, sucrée, acidité moyenne

Aptitude à la conservation : Bonne

(Source : United States Plant Patent Leis et al., 2012)

Annexe IV : La fraise Magnum



Source : Photo personnelle

Carte d'identité

Croisement : ?

Obtenteur : Marionnet, France

Inscription au catalogue officiel français : Non

Catégorie : Jours courts, précoce à mi-saison

Calendrier de production

Avril à début juin

Le fruit

Calibre : Gros (20 à 25g)

Qualité gustative : Ferme, juteuse, très sucrée, acidité moyenne, aromatique

Aptitude à la conservation : Bonne

(Source : Marionnet)

Annexe V : La fraise Darselect



Source : Photo personnelle

Carte d'identité

Croisement : ELSANTA X PARKER

Obtenteur : S.C DARBONNE, France

Inscription au catalogue officiel français : 1996

Catégorie : Jours courts, saison

Calendrier de production

Début avril à fin juin

Le fruit

Calibre : Moyen à gros (14-18g)

Sucre : 7 à 9 %Brix

Acidité : 10 à 11 méq/100g

Qualité gustative : ferme, juteuse, sucrée, acidulée, aromatique

Aptitude à la conservation : Moyenne à bonne

(Navatel et Vaysse, 2001)

RÉSUMÉ

La mise à disposition permanente de nouvelles variétés de fraises issues de la sélection amène les producteurs à faire des choix quant à leur stratégie de production. Ces derniers prennent en compte des critères tels que le rendement des plantes, leur résistance aux pathogènes, la qualité des fruits mais également des données de conduites culturales : mode de culture en sol ou hors sol, sous abris ou non, dates de plantation, types de plants etc... Or, la description variétale qu'offre les obtenteurs ne répond pas à l'ensemble de ces questions d'où l'intérêt de mener des essais variétaux spécifiques visant non seulement à caractériser la valeur agronomique et qualitative des variétés, mais également à optimiser leur production.

L'étude pluriannuelle de plusieurs essais menés sur trois variétés récentes, Joly, Magnum et Dream, comparées à des variétés de références, Gariguette et Darselect, permet de fournir une première synthèse des données de rendements et de qualité des fruits. Cette synthèse permet également de proposer une optimisation des créneaux de production de Gariguette et de définir quelles variétés lui sont le plus complémentaire sur la saison. Ainsi, si Dream et Magnum se caractérisent par une qualité gustative excellente, c'est Magnum qui semble, a priori, la mieux adaptée en complément de Gariguette sur le créneau de production précoce.

Il serait donc intéressant de poursuivre dans cette voie, d'une part afin de s'affranchir de possibles biais expérimentaux dans les essais, d'autre part afin de compléter l'étude en prenant en compte d'autres facteurs tels que les types de plants, les densité de plantation ou la résistance aux principaux pathogènes et ravageurs (oïdium, botrytis et thrips).

mots-clés : Fraises, variétés, qualité, conservation, date de plantation, synthèse pluriannuelle

ABSTRACT

The constant provision of new strawberry varieties which come from selection bring producers to make a choice regarding their production strategy. These one takes account of criteria as yields, plant resilience in the face of pathogens, fruit quality but also data about crop management: Cultivation in full sun or off the ground, under shelter or not, plantation period, plant types etc... However, plant breeder descriptions do not bring answers to all this points. That is why it is interesting to lead specifics varietal trials to characterize the agronomic and qualitative value of varieties, but also to optimize their production.

The multi-year study of several trials lead on tree recent varieties, Joly, Magnum and Dream, compared to referent varieties, Gariguette and Darselect, allows to provide a first synthesis of yields data and fruits quality. This synthesis makes it possible to provide a production optimization of Gariguette and determine what varieties are the most complementary to it over the season.

In this way, if Dream and Magnum are characterized by an excellent gustatory quality, it is Magnum which seems to be the most suited in complement of Gariguette on the early production period.

It seems then attractive to purchase in this way, on the one hand to throw off experimental bias and on the other hand to complete the study by considering others factors like plant types, plantation period or the plant resilience to the principal pathogens and pests (oidium, botrytis, thrips).

keywords : Strawberry, variety, quality, conservation, planting time, multi-year synthesis