

# LE DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE DE CAMELIAS OLEICOLES

Analyse production d'huile Camélia \_ 2023



*Camille BURDIN*  
2024

## Contexte

L'huile de camélia extraite de la graine est utilisée à des fins cosmétiques mais aussi culinaires, notamment en Extrême-Orient (Japon, Chine, Corée...). Cette huile de grande qualité arrive doucement sur le marché cosmétique européen.

Ces expérimentations s'inscrivent dans la perspective de contribuer à la mise en place d'une filière de production et de distribution d'huile de camélia en France. L'objectif est de déterminer les cultivars adaptés au territoire Nantais permettant la production d'huile ainsi qu'une première estimation du modèle technique.



# Table des matières

<b>1. METHODE .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Site d'étude et matériel végétal .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Processus de production.....</b>	<b>1</b>
❖ Récolte des fruits et séparation des graines de la coque.....	1
❖ Prétraitement des graines et extraction de l'huile.....	1
<b>1.3. Analyse des résultats .....</b>	<b>2</b>
<b>2. RESULTATS ET ANALYSES.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Observations .....</b>	<b>3</b>
❖ Récolte des fruits et séparation des graines de la coque.....	3
❖ Prétraitement des graines et extraction de l'huile.....	3
<b>2.2. Analyse quantitative des variables.....</b>	<b>4</b>
❖ Poids total de graines produites.....	4
❖ Nombre de fruits produits.....	4
❖ Poids moyen d'un fruit .....	5
❖ Pourcentage de fruit vide.....	5
❖ Nombre moyen de graines par fruit.....	6
❖ Poids moyen d'une graine .....	6
<b>2.3. Analyse en composantes principales (ACP) .....</b>	<b>7</b>
❖ Validation de la représentation des variables .....	7
❖ Corrélations et oppositions entre variables.....	7
❖ Interprétation des axes.....	8
<b>2.4. Conditions favorables et défavorables pour la sélection des cultivars.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5. Sélection des cultivars .....</b>	<b>9</b>
❖ Sélection par résultat quantitatif.....	9
❖ Sélection par l'analyse en composante principal.....	10
<b>3. CONCLUSION ET SUITES .....</b>	<b>12</b>

# Figures

<b>Figure 1:</b> Répartition de la population pour la variable « Poids total de graines produites ».....	4
<b>Figure 2:</b> Répartition de la population pour la variable « Nombre de fruits produits ».....	4
<b>Figure 3:</b> Répartition de la population pour la variable « Poids moyen d'un fruit ».....	5
<b>Figure 4 :</b> Répartition de la population pour la variable « Pourcentage de fruit vide ».....	5
<b>Figure 5:</b> Répartition de la population pour le paramètre « nombre moyen de graines produite par fruit».....	6
<b>Figure 6:</b> Répartition de la population pour le paramètre "poids moyen d'une graine".....	6
<b>Figure 7:</b> Cercle des corrélations.....	7
<b>Figure 8:</b> Représentation graphique des variables et des individus suite à l'ACP.....	11

# Tableaux

<b>Tableau 1:</b> Répartition des cultivars de Camélia étudiés en 2023 au sein des espèces.....	1
<b>Tableau 2 :</b> Liste des cultivars de Camélias suivis en 2022 et 2023 et leur fructification.....	3
<b>Tableau 3:</b> Liste des cultivars ayant plus de 40% de leurs fruit vide. Cultivars en majorité issus de l'espèce <i>Camellia japonica</i> . * Hybride.....	6
<b>Tableau 4:</b> Matrice de corrélation (Pearson (n)).....	8
<b>Tableau 5 :</b> Liste des cultivars répondant à l'ensemble des conditions favorables.....	9
<b>Tableau 6:</b> Liste des cultivars répondant à une des conditions défavorables.....	10
<b>Tableau 7:</b> Liste des cultivars jugés intéressants pour la production d'huile après lecture graphique de l'ACP.....	10
<b>Tableau 8:</b> Liste des cultivars jugés non intéressants pour la production d'huile après lecture graphique de l'ACP.....	11

# Annexes

<b>Annexe 1 :</b> Liste des 44 cultivars étudiés.....	I
<b>Annexe 2 :</b> Qualité de représentation des variables de l'ACP.....	II
<b>Annexe 3 :</b> Interprétation des axes de l'ACP.....	II
Contributions des variables (%) : .....	II
<b>Annexe 4 :</b> Nom des cultivars associés aux numéros d'observation de l'ACP.....	III

# 1. METHODE

## 1.1. Site d'étude et matériel végétal

Le site d'étude est la Camelleraie de Nantes, situé dans la pépinière municipale au sein du parc du Grand Blottereau. Le matériel végétal utilisé sont des *Camellia japonica*, des *Camellia sasanqua* ainsi que des hybrides cultivés en pleine terre ou en pot, non irrigués et non taillés depuis 3 ans.

Au total, 44 cultivars ont été étudiés lors de cette première expérimentation. La sélection des cultivars a été faite par M. Stéphane LEHUEDE, enseignant en technique horticole au lycée du Grand Blottereau, suite à des recherches bibliographiques et à l'observation en 2022 et 2023 des individus fructifères au sein de la Camelleraie.

Le Tableau 1 donne la répartition au sein des espèces. La liste détaillée des cultivars est disponible en Annexe 1.

Tableau 1: Répartition des cultivars de Camélia étudiés en 2023 au sein des espèces

ESPECE	Nombre de cultivars
Hybride	4
Japonica	37
Sasanqua	3
<b>Total général</b>	<b>44</b>

La prépondérance de l'espèce Japonica s'explique par sa prédominance au sein de la Camelleraie. L'espèce Sinensis n'a pas été étudié faute de production de fruits par les jeunes individus.

## 1.2. Processus de production

L'huile de Camélia est obtenue par extraction des graines issues des fruits. Le processus de production est composé des principales étapes suivantes : récolte des fruits, séparation des graines de la coque, prétraitement des graines (non obligatoire), extraction de l'huile et purification.

### ❖ Récolte des fruits et séparation des graines de la coque

Les fruits ont été cueillis manuellement sur les arbres avant leur stade de maturation optimale pour éviter qu'ils ne tombent au sol.

La maturation a été réalisée en salle en étalant les fruits sur des plaques pour les faire sécher et s'ouvrir. Les graines ont alors pu être séparées manuellement des coques pour procéder à l'extraction de l'huile.

### ❖ Prétraitement des graines et extraction de l'huile

Les graines de Camélia ont été concassées grossièrement à l'aide d'un broyeur à café afin de briser le tégument de la graine juste avant pressage.

Une première extraction a été réalisée dans le laboratoire de la miellerie collective située sur le site de Jules Rieffel. Nous avons effectué une extraction mécanique par pressage à froid, méthode simple à mettre en place, à faible investissement et permettant de préserver de façon optimale les qualités

bioactives de l'huile. Cette méthode a également permis de limiter les traitements à une simple filtration pour la purification.

Les extractions ont été réalisées sur des lots de graines appartenant à un cultivar unique ou des mélanges, faute de volume suffisant.

### 1.3. Analyse des résultats

Afin de produire de l'huile nous devons donc produire une quantité de graines suffisante. Cette variable sera suivie à travers le « poids total de graines produites ». Les hypothèses suivantes sont faites :

- (1) Le nombre de fruits produits influence positivement le poids total de graines produites.
- (2) Plus les fruits sont gros plus la production de graines est importante.
- (3) Plus le pourcentage de fruit vide est faible, plus la production de graines est importante.

Pour chaque cultivar les variables suivantes sont étudiées :

- Poids total de graines produites ;
- Nombre de fruits produits ;
- Poids moyen d'un fruit ;
- Pourcentage de fruit vide ;
- Nombre moyen de graines par fruit ;
- Poids moyen d'une graine.

Les 2 dernières variables sont suivies afin de recenser un maximum d'informations sur les cultivars. Pour les variables moyennes, nous étudions l'ensemble de la production si celle-ci est inférieure à 45 fruits. Autrement nous sélectionnons aléatoirement 45 fruits et menons les comptages et pesées dessus.

Les résultats sont traités par une analyse quantitative afin de dégager les grandes tendances du jeu de données. Une analyse en composante principale (ACP) est également menée afin de déterminer les corrélations potentielles entre les variables et vérifier les hypothèses citées précédemment. Nous admettons ici qu'il n'y a pas de différence significative entre les espèces étudiées. Cette conjecture découle des résultats du stage M1 de 2023 mené par un étudiant de l'Institut Agro sur la Camelleraie. La population est donc composée de l'ensemble des cultivars lors des analyses.

En parallèle, des observations qualitatives sont menées sur :

- L'influence du soleil sur les fruits ;
- L'ouverture des fruits ;
- L'aspect des graines ;
- L'alternance sur la production de fruit ;
- La méthode d'extraction expérimentée.

En plus de déterminer les cultivars adaptés à la production d'huile ainsi qu'une première estimation du modèle technique, l'objectif est de définir la liste des cultivars à suivre avec assiduité et ceux que nous pouvons supprimer de l'étude pour les prochaines années.

## 2. RESULTATS ET ANALYSES

### 2.1. Observations

Les observations sont menées sur les **44 cultivars sélectionnés**.

#### ❖ Récolte des fruits et séparation des graines de la coque

La récolte des fruits et l'extraction des graines ont permis d'observer les points suivants :

- Les fruits de camélia se développent mieux à l'ombre. Les fruits en plein soleil se sont sclérifiés ce qui a induit des difficultés pour leur ouverture et la récupération des graines.
- L'ouverture des fruits (associée à leur maturation) n'est pas uniforme dans le temps pour un même individu et entre cultivars.
- Les graines sont de tailles, formes et couleurs différentes selon les cultivars.
- Sur les 18 Camélias observés avec production de fruits en 2022, huit n'en ont pas produit en 2023. Le Tableau 2 ci-dessous recense les noms des cultivars suivis. L'hypothèse d'une alternance de production de fruits pour certains cultivars est à confirmer

Tableau 2 : Liste des cultivars de Camélias suivis en 2022 et 2023 et leur fructification.

LISTE CAMELIA SUIVIS EN 2022 ET 2023			
PRODUCTION FRUITS 2022 & ABSCENCE EN 2023		PRODUCTION FRUITS 2022 & 2023	
ESPECE	NOM CAMELIA	ESPECE	NOM CAMELIA
Japonica	Grape Soda	Japonica	Casimir
Japonica	Masayoshi	Japonica	Jean Laborey
Japonica	Mamithé	Japonica	Jupiter
Japonica	Royal Velvet	Japonica	Kewpie Doll
Japonica	Sept Bonheurs	Japonica	Lady Vansittart Pink
Japonica	Shirobotan	Japonica	Mercury Variegated
Japonica	Yosemite	Japonica	Rachel Tarpy
Sasanqua	Kanjirô	Japonica	Yours Truly
		Hybride	Winter's star
		Hybride	Survivor

#### ❖ Prétraitement des graines et extraction de l'huile

Les résultats concernant la méthode sont mitigés avec des rendements variables allant de 3 à 14% d'huile extraite par rapport au poids de graines pressées. Environ **70 ml d'huile ont été produit au total**. Une étude bibliographique a été réalisée par des étudiants de 1<sup>er</sup> année à ONIRIS dans le but d'optimiser la méthode en 2024.

Lors de l'extraction nous avons pu observer les points suivants :

- Briser le tégument semble favoriser le taux d'extraction.

- Les graines plus fraîches ont un meilleur taux d'extraction. Il est donc important de pouvoir suivre le taux d'humidité des graines pour une extraction maximale.
- Une force de pressage régulière permet d'extraire plus d'huile en évitant les bouchons dans le cadre d'un pressage à froid avec une vis sans fin. Un pressage avec moteur et non manuel semble donc plus adapté. Des essais sur la force à exercer sont à mener afin de ne pas provoquer de bouchons et de casse moteur.

## 2.2. Analyse quantitative des variables

L'analyse quantitative s'appuie sur une population de **34 cultivars**. Nous avons fait le choix de supprimer 2 cultivars ayant moins de 5 ans afin d'avoir une population homogène en maturité : *Camellia sasanqua* 'Rainbow' et *Camellia sasanqua* 'Pink'

Nous avons également supprimé 8 cultivars n'ayant pas produit de fruits en 2023 (Tableau 2) pour ne pas altérer les résultats.

### ❖ Poids total de graines produites

D'après la Figure 1, la production totale de graines est hétérogène au sein de la population avec une moyenne à 99,03g alors que la médiane est à 28,05g. Le minimum de production est 2g et le maximum à 231,4g.

On observe que 25% de la population (8 cultivars\*) produit plus de 126g de graines, ces individus sont donc particulièrement intéressants pour la production d'huile.

\* *Camellia japonica*, 'Brocéliande', 'Fleur de pêcher', 'Georges Durivault', 'Jean Laborey', 'Jean V', 'Petite rouge', 'Rachel Tarpy' et un hybride 'Diamond Head'.

En parallèle, 50 % de la population (17 cultivars) produit moins de 28g de graines. Une sélection des cultivars est donc bien nécessaire.

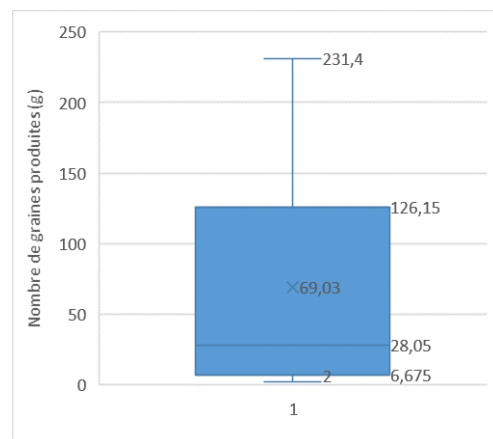


Figure 1: Répartition de la population pour la variable « Poids total de graines produites »

### ❖ Nombre de fruits produits

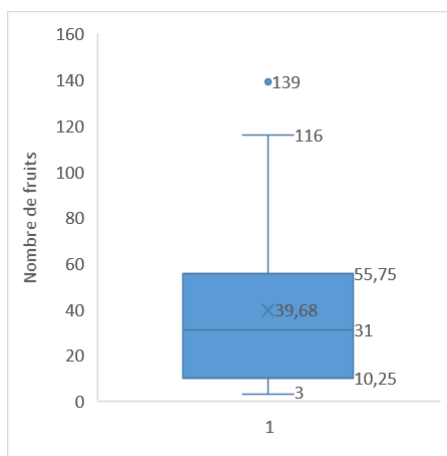


Figure 2: Répartition de la population pour la variable « Nombre de fruits produits »

Le nombre de fruits produits par pied est très variable. D'après la Figure 2, la production s'étend de 3 à 116 fruits avec une donnée aberrante à 139 fruits pour le *Camellia japonica* 'Petite rouge'.

La moyenne est de 40 fruits par individu avec 25% de la population produisant plus de 55 fruits. Cela représente 7 cultivars\*\* en supplément de 'Petite rouge'.

\*\* *Camellia japonica* 'Brocéliande', 'Casimir', 'Cathelineau', 'Fleur de pêcher', 'Georges Durivault', 'Jean Laborey', 'Rachel Tarpy'.

Selon l'hypothèse 1, ces 8 cultivars devraient donc être intéressants pour la production d'huile.

Ces résultats restent approximatifs puisqu'ils ne comprennent pas les fruits tombés au sol avant leur maturation ainsi que les potentiels oublis de récolte sur l'arbre. L'objectif est de ressortir une tendance des cultivars produisant le plus de fruits plutôt qu'un suivi quantitatif précis.

### ❖ Poids moyen d'un fruit

D'après la Figure 3, le poids moyen des fruits s'étend de 1,5g à 15,58g pour une moyenne de 7,87g.

Ces résultats sont à titre indicatif afin d'avoir un ordre d'idée de la taille des fruits produits par les cultivars. En effet, nous n'avons pas pu vérifier le taux d'humidité lors des pesées ce qui influence le poids des fruits.

Selon l'hypothèse 2, les 8 cultivars\*\*\* ayant un poids supérieur à 10,19g devraient être intéressants pour la production d'huile.

\*\*\* *Camellia japonica* 'Brocéliande', 'Campbelli Guichard', 'Fleur de pêcheur', 'Général Leclerc', 'Kewpie Doll', 'Lady Vansittart Pink', 'Petite rouge', 'Tama Bel'

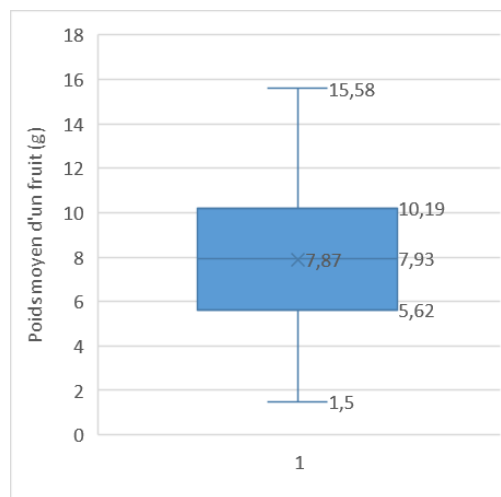


Figure 3: Répartition de la population pour la variable « Poids moyen d'un fruit »

D'après ces résultats, le taille des fruits est donc variable entre cultivars. Cependant, nous avons pu observer sur le terrain que la variabilité est aussi présente sur un même individu avec des fruits se développant plus ou moins bien.

### ❖ Pourcentage de fruit vide

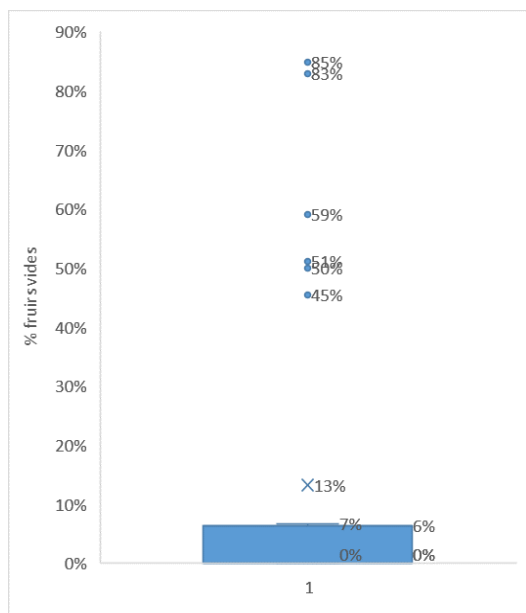


Figure 4 : Répartition de la population pour la variable « Pourcentage de fruit vide »

Sur les 34 cultivars, deux n'ont pas pu être étudiés sur ce paramètre car leurs fruits se sont ouverts sur les plaques de séchage avant analyse : *Camellia japonica* 'Tama Bel' et *Camellia japonica* 'Ceineray'.

D'après la Figure 4, la moyenne de % de fruit vide par cultivar est de 14% mais 75% de la population à moins de 7% de fruit vide. Dans le reste de l'analyse, nous avons donc choisi de remplacer les 2 données manquantes pour 'Tama Bel' et 'Ceineray' par la valeur de la médiane (7%) et non celle de la moyenne.

Parmi les 34 cultivars, 60% (20 cultivars) ont 0% de leur fruit vide.

Les valeurs au-dessus de 7% sont reconnues comme des données aberrantes. Cela représente sept cultivars ayant un pourcentage de fruit vide entre 45 et 85% (voir Tableau 3).

Selon l'hypothèse 3, ces 7 cultivars, visibles dans le Tableau 3, ne sont pas pertinents pour la production de graines et donc d'huile.

Tableau 3: Liste des cultivars ayant plus de 40% de leurs fruit vide. Cultivars en majorité issus de l'espèce *Camellia japonica*. \* Hybride

Cultivars	% de fruit vide
Mercury Variegated	84,85
Jupiter	82,93
Cathelineau	59,02
Odoratissima	51,16
Mars	50,0
Winter's star *	50
Sally	45,45

### ❖ Nombre moyen de graines par fruit

La majorité des Camélia produise entre 1 et 3 graines par fruits selon la Figure 5. Les cultivars 'Petite Rouge' et 'Souvenir de Louis Sander' produisent respectivement en moyenne 6 et 5 graines par fruits. Résultats exceptionnels dans la population étudiée.

Sept cultivars possèdent en moyenne moins d'une graine par fruit. Ce chiffre bas s'explique par les individus ayant un % important de fruit vide.

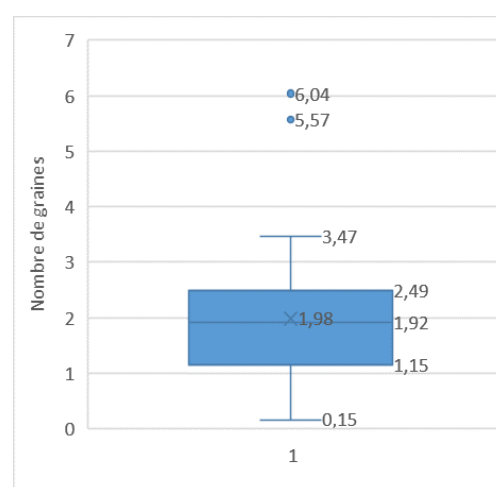


Figure 5: Répartition de la population pour le paramètre « nombre moyen de graines produite par fruit »

### ❖ Poids moyen d'une graine

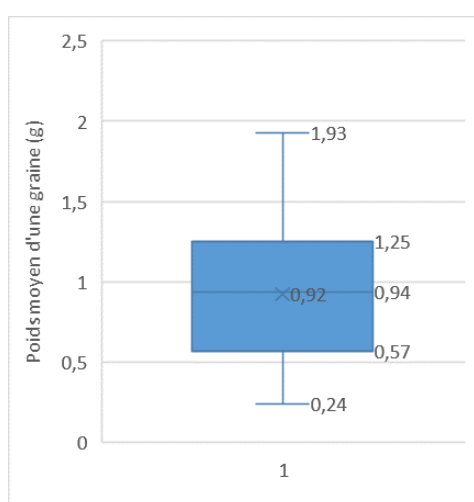


Figure 6: Répartition de la population pour le paramètre "poids moyen d'une graine"

D'après la Figure 6, 50% des graines pèsent entre 0,5g et 1,25g avec une moyenne à 0,92g. Ces résultats sont à titre indicatif afin d'obtenir une idée de la taille des graines. En effet, nous n'avons pas pu mesurer lors de la pesée le taux d'humidité des graines qui influence directement leur poids.

La variable a été suivie pour étudier ses relations potentielles avec d'autres variables, notamment le taux d'extraction d'huile. L'idée est de savoir si la taille des graines influence leur teneur en huile mais également la facilité de l'extraction mécanique. Nous n'avons pas pu évaluer ce facteur cette année faute de volume mais il serait intéressant de l'expérimenter lors des prochains essais.

## 2.3. Analyse en composantes principales (ACP)

Pour rappel, les hypothèses de corrélations et oppositions influençant le poids de production de graines sont les suivantes :

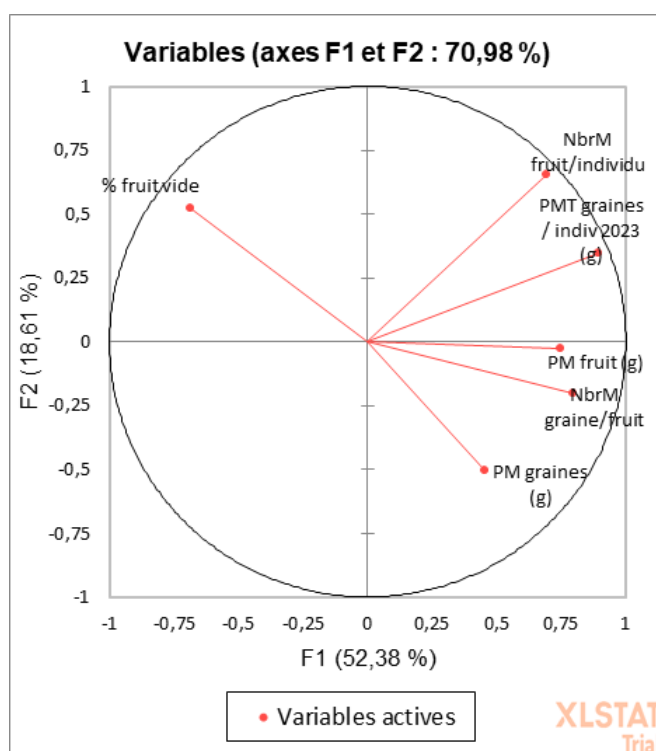
- (1) Le nombre de fruits produits influence positivement le poids total de graines produites.
- (2) Plus les fruits sont gros plus la production de graines est importante.
- (3) Plus le pourcentage de fruit vide est faible, plus la production de graines est importante.

### ❖ Validation de la représentation des variables

La représentation des variables sur le plan principal est bonne avec un pourcentage de F1 et F2 cumulé de 70,98%.

D'après le cercle des corrélations (Figure 7) ainsi que les résultats du tableau « Cos<sup>2</sup> des variables », visibles en Annexe 2, les variables sont toutes représentées correctement sur le plan principal hormis le « Poids moyen d'une graine » plutôt représenté par l'axe F3 non visible sur le cercle des corrélations.

L'analyse de la variable « Poids moyen d'une graine » sera donc limitée dans la suite des résultats.



Abréviation ACP	Nom variable
NbrM fruit/individu	Nombre de fruits produits
% fruit vide	Pourcentage de fruit vide
PMT graines / indiv 2023 (g)	Poids total graines produites
PM fruit (g)	Poids moyen d'un fruit
NbrM graine/fruit	Nombre moyen de graines par fruit
PM graines (g)	Poids moyen d'une graine

Figure 7: Cercle des corrélations et nom des variables associé aux abréviations

### ❖ Corrélations et oppositions entre variables

La corrélation et l'opposition des variables sont visibles par lecture graphique sur le cercle des corrélations (Figure 7) ainsi que dans la matrice de corrélation de Pearson ci-dessous, Tableau 4.

Tableau 4: Matrice de corrélation (Pearson (n))

Variables	NbrM fruit/individu	% fruit vide	PMT graines / indiv 2023 (g)	PM fruit (g)	NbrM graine/fruit	PM graines (g)
<b>NbrM fruit/individu</b>	<b>1</b>	-0,139	<b>0,839</b>	<b>0,368</b>	<b>0,398</b>	0,108
<b>% fruit vide</b>	-0,139	<b>1</b>	<b>-0,437</b>	<b>-0,455</b>	<b>-0,619</b>	-0,332
<b>PMT graines / indiv 2023 (g)</b>	<b>0,839</b>	<b>-0,437</b>	<b>1</b>	<b>0,599</b>	<b>0,560</b>	0,304
<b>PM fruit (g)</b>	<b>0,368</b>	<b>-0,455</b>	<b>0,599</b>	<b>1</b>	<b>0,501</b>	0,227
<b>NbrM graine/fruit</b>	<b>0,398</b>	<b>-0,619</b>	<b>0,560</b>	<b>0,501</b>	<b>1</b>	0,285
<b>PM graines (g)</b>	0,108	-0,332	0,304	0,227	0,285	<b>1</b>

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha=0,05$

#### Corrélations et opposition avec la variable « Poids total de graines produites »

- Corrélation négative moyenne (0,437) avec « Pourcentage de fruit vide ».

L'hypothèse 3 « Plus le pourcentage de fruit vide est faible, plus la production de graines est importante » est donc validée.

- Corrélation positive forte (0,839) avec « Nombre de fruits produits ». De plus cette variable est indépendante avec « Pourcentage de fruit vide ».

L'hypothèse 1 « Le nombre de fruits produits influence positivement le poids total de graines produites » est donc validé.

- Corrélation positive moyenne (0,599 / 0,560) avec « Poids moyen fruit » et « Nombre moyen de graine par fruit ». Cependant on observe que ces deux variables sont également en corrélation négative moyenne (-0,437 / -0,610) avec « %Pourcentage de fruit vide ».

Il est donc difficile de vérifier l'hypothèse 2 « Plus les fruits sont gros plus la production de graines est important ».

#### ❖ **Interprétation des axes**

D'après les tableaux « Contributions des variables aux axes » ainsi que « Corrélations des variables avec les axes » visibles en Annexe 3, nous pouvons analyser les points suivants pour chaque axe.

##### Axe 1

- Contribution majoritaire des variables « Poids total de graines produites » et « Nombre moyen de graine par fruit ».
- Corrélation positive très forte ( $>0,8$ ) avec « Poids total de graines produites »
- Corrélation positive forte (0,7-0,8) : « Nombre moyen de graines par fruit » ; « Poids moyen d'un fruit »
- Corrélation positive moyenne (0,5-0,7) : « Nombre de fruits produits »
- Corrélation négative moyenne (-0,5 \_ -0,7) : « % fruit vide »

##### Axe 2

- Contribution majoritaire des variables « Nombre de fruits produits », « % de fruit vide »
- Contribution positive moyenne (0,5-0,7) : « Nombre de fruits produits », « % de fruit vide »

Le 1<sup>er</sup> axe oppose les individus qui produisent une quantité importante de graines (droite) à ce qui en produisent peu (gauche).

Le 2<sup>ème</sup> axe oppose les individus produisant beaucoup de fruits (haut) à ce qui en produise peu (bas). Cependant cet axe prend également en compte le % de fruits vide. Plus le pourcentage est grand plus les individus seront dans la partie haute.

L'interprétation de cet axe est donc plus complexe avec une représentation deux variables indépendantes qui sont corrélées de façon positive (Nombre de fruits produits) et négative (% de fruit vide) avec la variable « Poids total de graines produites ».

## 2.4. Conditions pour la sélection des cultivars

Suite aux résultats de l'ACP et de l'étude quantitative, nous plaçons les conditions suivantes pour la sélection des cultivars.

### Conditions favorables

- Poids de graines produites supérieur à 100g ;
- Nombre de fruits produits supérieur à 40 ;
- Pourcentage de fruit vide inférieur à 10%.

### Condition défavorables

- Poids de graines produites inférieur à 10g ;
- Nombre de fruit produit inférieur à 10 ;
- Pourcentage de fruit vide supérieur à 40%.

## 2.5. Sélection des cultivars

### ❖ Sélection par résultat quantitatif

Les cultivars répondant à l'ensemble des conditions favorables sont visibles dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Liste des cultivars répondant à l'ensemble des conditions favorables

Espèce	Cultivar	P <sub>total</sub> de graines produites (g)	Nombre de fruits produits	% fruit vide
Japonica	Petite rouge	231,4	139	0
Japonica	Brocéliande	216,1	74	0
Japonica	Jean Laborey	196,8	94	3,19
Japonica	Rachel Tarpy	187,5	116	0
Japonica	Fleur de pêcher	170,9	63	0
Japonica	Jean V	158,4	54	0
Hybride	Diamond Head	151,4	49	0
Japonica	Georges Durivault	129,9	95	0
Japonica	Kewpie Doll	124,9	49	4,08
Japonica	Lady Vansittart Pink	113,2	52	3,92
Japonica	Casimir	104,1	82	0

Les cultivars répondant à une des conditions défavorables sont visibles dans le Tableau 6.

Tableau 6: Liste des cultivars répondant à une des conditions défavorables.

Espèce	Cultivar	P <sub>total</sub> de graines produites (g)	Nombre de fruits produits	% fruit vide
Japonica	Cathelineau	10,6	61	<b>59,02</b>
Japonica	Ceineray	<b>6,3</b>	7	7
Japonica	Jupiter	<b>3,8</b>	41	<b>82,93</b>
Japonica	Mars	<b>2,0</b>	<b>8</b>	<b>50,0</b>
Japonica	Mercury Variegated	<b>2,8</b>	33	<b>84,85</b>
Japonica	Odoratissima	29,0	43	<b>51,16</b>
Japonica	Souvenir de Louis Sander	27,1	7	0
Japonica	Souvenir de mon père	<b>6,8</b>	<b>3</b>	0
Japonica	Sally	11,4	11	<b>45,45</b>
Hybride	Survivor	<b>2,5</b>	<b>3</b>	0
Japonica	Sweet Delight	13,7	<b>8</b>	0
Japonica	Thomas	<b>4,7</b>	16	6,25
Hybride	Winter's star	<b>2,4</b>	<b>6</b>	<b>50</b>
Japonica	Yours Truly	<b>5,8</b>	<b>3</b>	0

Les valeurs en gras sont celles répondant aux conditions défavorables

Concernant le cultivar ‘Souvenir de Louis Sander’, il est intéressant de noter que le poids de graines produites est important face au faible nombre de fruits.

#### ❖ Sélection par l’analyse en composante principal

D’après l’interprétation des axes du cercle de corrélation, les individus les plus intéressants se situent dans la partie supérieure droite du graphique: production de graines importantes ainsi que de fruits ; et les moins intéressants dans la partie supérieure gauche : peu de production de graines et % de fruit vide important (Figure 8). La liste des cultivars associés aux numéros d’observations est disponible en Annexe 4.

Après lecture graphique nous obtenons la liste suivante de cultivars potentiellement intéressants pour la production d’huile (Tableau 7).

Tableau 7: Liste des cultivars jugés intéressants pour la production d'huile après lecture graphique de l'ACP

Abréviation ACP	Espèce	Cultivar
Obs 1	Japonica	Petite rouge
Obs 2	Japonica	Brocéliande
Obs 3	Japonica	Jean Laborey
Obs 4	Japonica	Rachel Tarcy
Obs 5	Japonica	Fleur de pêcher
Obs 6	Japonica	Jean V
Obs 7	Hybride	Diamond Head
Obs 8	Japonica	Georges Durivault
Obs 9	Japonica	Kewpie Doll
Obs 10	Japonica	Lady Vansittart Pink
Obs 11	Japonica	Casimir
Obs 12	Japonica	Général Leclerc

De la même façon nous obtenons la liste suivante pour les cultivars non intéressants pour la production d'huile (Tableau 8).

Tableau 8: Liste des cultivars jugés non intéressants pour la production d'huile après lecture graphique de l'ACP

Abréviation ACP	Espèce	Cultivar
Obs 17	Japonica	Odoratissima
Obs 24	Japonica	Sally
Obs 25	Japonica	Cathelineau
Obs 29	Japonica	Thomas
Obs 30	Japonica	Jupiter
Obs 31	Japonica	Mercury Variegated
Obs 33	Hybride	Winter's star
Obs 34	Japonica	Mars

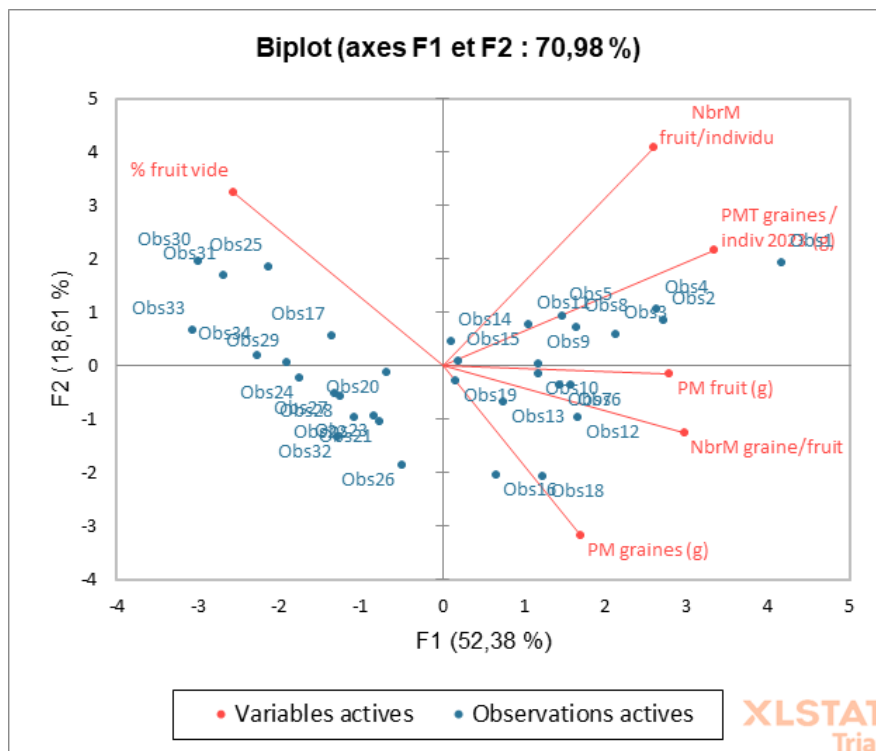


Figure 8: Représentation graphique des variables et des individus suite à l'ACP

### 3. CONCLUSION ET SUITES

L'ACP nous a permis de valider les hypothèses suivantes « Le nombre de fruits produits influence positivement le poids total de graines produites » et « Plus le pourcentage de fruit vide est faible, plus la production de graines est importante ». A l'aide des résultats de l'étude quantitative, nous avons alors pu élaborer des conditions pour la sélection des cultivars les plus propices pour la production d'huile et ceux à supprimer de la population à étudier. En recoupant avec les résultats de l'ACP nous obtenons :

➔ **11 cultivars à suivre rigoureusement** les prochaines années sur la Camelleraie Nantaise.

*Camellia japonica* 'Brocéliande', 'Casimir', 'Fleur de pêcher', 'Georges Durivault', 'Jean Laborey', 'Jean V', 'Kewpie Doll', 'Lady Vansittart Pink', 'Petite rouge', 'Rachel Tarcy' et un hybride 'Diamond Head'.

➔ **8 cultivars à retirer de la population étudiée.**

*Camellia japonica* 'Cathelineau', 'Jupiter', 'Mars', 'Mercury Variegated', 'Odoratissima', 'Sally', 'Thomas' et un hybride 'Winter's star'.

Les autres Camélias pourront continuer d'être suivis avec des observations qualitatives sur la présence de fruits, le nombre de fruits produits et le calcul du poids total de graines produites. Ils pourront également servir de ressources pour les essais sur la méthode de production d'huile. En effet, les résultats concernant la méthode sont mitigés. Un travail important reste à mener et nécessite une production de graines plus importantes pour tester différentes modalités. L'objectif étant de pouvoir déterminer une fois la méthode stabilisée le taux d'extraction des 11 camélias sélectionnés précédemment.

## Suites expérimentations

Face à ces premiers résultats de nombreux questionnements restent à éclaircir lors de prochaines expérimentations. Un espace test avec de nouvelles espèces (Oléifera, Sasanqua ...) sera planté pour élargir le spectre des cultivars pertinents pour la production d'huile et adaptés au climat nantais.

Les prochaines années auront également vocation à définir les temps d'entretien, de récolte et de production pour une première approche d'un modèle technico-économique français.

#### ❖ **Comment optimiser la production de fruits et de graines par pieds de Camélia**

D'après les observations de 2023, nous recherchons un modèle de production favorisant l'ombrage des camélias. Dans le cadre d'une démarche en agroécologie, nous testerons en une association de culture en verger sur l'espace test.

### ❖ **Comment optimiser la récolte des fruits : temps et limitation des pertes**

En s'inspirant des productions d'huile de noix ou d'olives, l'élaboration d'un modèle en verger permettra également d'optimiser la culture en installant des filets au sol pour récolter les fruits et graines de Camélia. Cela permettra de limiter les pertes et de réaliser une estimation concrète du temps d'entretien et de récolte dans le cadre d'un modèle de production professionnel.

### ❖ **Continuer les expérimentations de 2023 : alternance annuelle**

Concernant l'hypothèse de production de fruits en alternance avec la production de fleurs, celle-ci ne pourra pas être confirmée en 2024 comme l'étude n'est pas menée en milieu contrôlé et/ou analysé depuis 2 ans. Cependant, l'observation de la production fruitière des Camélias étudiés en 2023 permettra une première appréciation de l'hypothèse ainsi que de poursuivre le travail commencé en 2022. L'installation de capteurs climatiques sur la parcelle test permettrait d'approfondir ce point.

### ❖ **Essais extraction, transformation et conservation de l'huile de Camélia**

Les fruits de Camélia sont produits à partir du mois de septembre. De nouveaux essais d'extraction d'huile, selon les résultats obtenus par le stage à Oniris, seront donc menés à NTA en octobre/novembre 2024. L'influence de la taille de la graine sur la qualité de l'extraction avec nos machines sera observée.

L'ouverture des fruits n'étant pas uniforme dans le temps, un suivi sera mené afin d'identifier pour chaque cultivar le nombre de jours nécessaires pour l'ouverture de tous ses fruits. Ce paramètre peut être important si nous identifions que l'extraction doit être effectuée sur des graines fraîches. En parallèle l'achat d'un humidimètre sera nécessaire afin d'identifier le moment le plus adéquat pour procéder à l'extraction.

Des essais sur la transformation de cette huile en produits cosmétiques pourront être réalisés avec les apprenants. La conservation de l'huile dans le temps devra être étudiée avec le suivi régulier de son acidité et de son indice de peroxyde. Des tests organoleptiques et dégustations sont également à prévoir.

# Annexes

## Annexe 1 : Liste des 44 cultivars étudiés

ESPECE	NOM CAMELIA
Japonica	Antoine
Japonica	Antonia
Japonica	Blue Velvet
Japonica	Brocéliande
Japonica	Campbelli (Guichard)
Japonica	Casimir
Japonica	Cathelineau
Japonica	Ceineray
Japonica	Fleur de pêcher
Japonica	Général Leclerc
Japonica	Georges Durivault
Japonica	Grape Soda
Japonica	Houki-jiro
Japonica	Jean Laborey
Japonica	Jean V
Japonica	Jupiter
Japonica	Kewpie Doll
Japonica	Lady Vansittart Pink
Japonica	Mamithé
Japonica	Mars
Japonica	Masayoshi
Japonica	Mercury Variegated

ESPECE	NOM CAMELIA
Japonica	Odoratissima
Japonica	Petite rouge
Japonica	Rachel Tarpy
Japonica	Royal Velvet
Japonica	Sally
Japonica	Sept Bonheurs
Japonica	Shirobotan
Japonica	Souvenir de Louis Sander
Japonica	Souvenir de mon père
Japonica	Spontaneata
Japonica	Sweet Delight
Japonica	Tama Bel
Japonica	Thomas
Japonica	Yosemite
Japonica	Yours Truly
Sasanqua	Kanjirô
Sasanqua	Pink
Sasanqua	Rainbow
Hybride	Bowen Bryant
Hybride	Diamond Head
Hybride	Survivor
Hybride	Winter's star

## Annexe 2 : Qualité de représentation des variables de l'ACP

Cosinus carrés des variables :

	F1	F2	F3	F4	F5
Nombre de fruits produits	<b>0,480</b>	0,428	0,033	0,025	0,003
Pourcentage de fruit vide	<b>0,470</b>	0,270	0,085	0,034	0,138
Poids total graines produites	<b>0,796</b>	0,121	0,015	0,000	0,019
Poids moyen d'un fruit	<b>0,559</b>	0,001	0,052	0,381	0,005
Nombre moyen de graines par fruit	<b>0,632</b>	0,040	0,061	0,090	0,177
Poids moyen d'une graine	0,205	0,256	<b>0,532</b>	0,004	0,003

Pour connaître la qualité de représentation sur le plan principal, on ajoute les  $\cos^2$  des deux premiers axes.

Variable	$\cos^2 F1 + \cos^2 F2$
Nombre de fruits produits	0,908
Pourcentage de fruit vide	0,740
Poids total graines produites	0,917
Poids moyen d'un fruit	0,560
Nombre moyen de graines par fruit	0,672
Poids moyen d'une graine	<b>0,461</b>

## Annexe 3 : Interprétation des axes de l'ACP

Contributions des variables (%) :

	F1	F2	F3	F4	F5
Nombre de fruits produits	15,276	38,323	4,271	4,655	0,732
Pourcentage de fruit vide	14,961	24,218	10,909	6,309	40,105
Poids total graines produites	25,330	10,857	1,965	0,060	5,462
Poids moyen d'un fruit	17,795	0,055	6,717	71,418	1,504
Nombre moyen de graines par fruit	20,113	3,609	7,817	16,855	51,405
Poids moyen d'une graine	6,525	22,937	68,321	0,703	0,791

Coordonnées / corrélations des variables avec les 5 premiers axes

	F1	F2	F3	F4	F5
Nombre de fruits produits	0,693	0,654	0,182	-0,157	-0,050
Pourcentage de fruit vide	-0,686	0,520	0,291	0,183	0,371
Poids total graines produites	0,892	0,348	0,124	-0,018	-0,137
Poids moyen d'un fruit	0,748	-0,025	-0,229	0,617	0,072
Nombre moyen de graines par fruit	0,795	-0,201	-0,247	-0,300	0,420
Poids moyen d'une graine	0,453	-0,506	0,729	0,061	0,052

*Annexe 4 : Nom des cultivars associés aux numéros d'observation de l'ACP*

<b>Abréviation ACP</b>	<b>Espèce</b>	<b>Cultivar</b>
Obs 1	Japonica	Petite rouge
Obs 2	Japonica	Brocéliande
Obs 3	Japonica	Jean Laborey
Obs 4	Japonica	Rachel Tarpy
Obs 5	Japonica	Fleur de pêcher
Obs 6	Japonica	Jean V
Obs 7	Hybride	Diamond Head
Obs 8	Japonica	Georges Durivault
Obs 9	Japonica	Kewpie Doll
Obs 10	Japonica	Lady Vansittart Pink
Obs 11	Japonica	Casimir
Obs 12	Japonica	Général Leclerc
Obs 13	Japonica	Campbelli (Guichard)
Obs 14	Japonica	Spontaneata
Obs 15	Japonica	Antonia
Obs 16	Japonica	Blue Velvet
Obs 17	Japonica	Odoratissima
Obs 18	Japonica	Souvenir de Louis Sander
Obs 19	Japonica	Tama Bel
Obs 20	Japonica	Houki-jiro
Obs 21	Hybride	Bowen Bryant
Obs 22	Japonica	Antoine
Obs 23	Japonica	Sweet Delight
Obs 24	Japonica	Sally
Obs 25	Japonica	Cathelineau
Obs 26	Japonica	Souvenir de mon père
Obs 27	Japonica	Ceineray
Obs 28	Japonica	Yours Truly
Obs 29	Japonica	Thomas
Obs 30	Japonica	Jupiter
Obs 31	Japonica	Mercury Variegated
Obs 32	Hybride	Survivor
Obs 33	Hybride	Winter's star
Obs 34	Japonica	Mars