

PROJET ▷ Sorberry



CARACTERISATION VARIETALE DE PETITS FRUITS POUR LA TRANSFORMATION EN SORBET



CARACTERISATION VARIETALE DE PETITS FRUITS POUR LA TRANSFORMATION EN SORBET

CARACTERISATION DE 5 VARIETES DE FRAISE ET D'UNE VARIETE DE MYRTILLE

Table des matières

1. Avant-propos.....	3
2. Matériels et méthodes.....	3
A. Sélection des petits fruits et approvisionnement	3
B. Process de transformation.....	5
C. Analyses réalisées	7
D. Analyse sensorielle sur les sorbets de fraise.....	7
E. Analyses statistiques.....	8
3. Résultats et discussion	9
A. Analyse des purées	9
Analyses biochimiques et composition	9
Couleur.....	10
B. Analyse du mix	11
Analyses biochimiques et vitesse d'écoulement	11
Couleur.....	12
C. Analyse des sorbets	13
Taux de foisonnement.....	13
Cinétique de fonte	13
Pénétrrométrie	14
Couleur.....	16
Analyse sensorielle	17
D. Liens entre les différentes analyses	18
4. Conclusion	21
5. Bibliographie	23

1. Avant-propos

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet Sorberry.

Ce projet a pour objectif de caractériser l'aptitude à la transformation en purées et sorbets de plusieurs variétés de petits fruits biologiques.

Une première phase d'enquêtes a permis d'obtenir des remontées de terrain auprès des producteurs (variétés cultivées, intérêts, limites...) et auprès des artisans glaciers (besoins, difficultés d'approvisionnement ou de transformation en sorbets...). Les résultats de ces enquêtes sont présentés dans les rapports « Les variétés de fruits rouges adaptées à l'AB » et « Confection de sorbets aux petits fruits : quelles pratiques ? ».

La deuxième phase du projet a consisté à étudier l'aptitude à la transformation de six variétés de petits fruits. Cinq variétés de fraise et une variété de myrtille ont été caractérisées après transformation en purées puis en sorbets. L'évaluation a porté sur des qualités sensorielles et technologiques.

Le présent rapport reprend les résultats de cette caractérisation. Il est destiné aux professionnels de la filière qui souhaitent mieux comprendre l'impact du choix variétal sur les caractéristiques des sorbets obtenus.

2. Matériels et méthodes

A. Sélection des petits fruits et approvisionnement

La sélection des espèces et variétés à caractériser a tenu compte de plusieurs contraintes :

- la pertinence des espèces choisies par rapport à leur intérêt pour les producteurs et les glaciers (évaluée grâce aux résultats des enquêtes) ;
- le calendrier du projet, avec une réalisation des fabrications et analyses prévue entre avril et septembre 2025 ;
- la disponibilité de l'atelier de transformation pour la réalisation des fabrications de purées et de sorbets ;
- la disponibilité des petits fruits pour un approvisionnement en frais autour de Valence. Pour être étudiés dans le cadre de ce projet, les petits fruits devaient être cultivés en quantité suffisante par des producteurs relativement proches géographiquement de l'atelier de transformation, et la période de récolte devait concorder avec la disponibilité de cet atelier.

La fraise est l'espèce qui permettait de tenir compte de l'ensemble de ces contraintes, notamment de disponibilité à la période visée. De plus, il s'agit d'un petit fruit transformé par 98% des glaciers interrogés lors de l'enquête. Quatre variétés de fraises ont ainsi pu être échantillonnées chez des producteurs biologiques de la Drôme et du Rhône. En complément, une cinquième variété a été échantillonnée en magasin bio spécialisé.

Certaines variétés de framboises cultivées chez des producteurs du Rhône correspondaient également aux contraintes calendaires, mais un fort épisode de grêle a compromis les récoltes et ce petit fruit n'a pas pu être inclus dans cette étude.

Les autres petits fruits (myrtilles, groseilles, cassis et mûres) n'étaient pas disponibles chez les producteurs contactés à la période requise pour la réalisation des fabrications. Aussi, pour compléter les caractérisations, une variété de myrtille congelée, issue de la récolte de l'année précédente, a été échantillonnée auprès d'un producteur biologique du Rhône.

Le Tableau 1 ci-après récapitule les espèces et variétés échantillonnées et leurs origines.

Tableau 1 : Variétés et origines des petits fruits transformés dans le cadre du projet Sorberry

Espèce	Variété	Département de production	Approvisionnement	Etat du fruit
Fraise	Darselect	Rhône (69)	Direct producteur	Frais
	Cirafine	Rhône (69)	Direct producteur	Frais
	Cigaline	Drôme (26)	Direct producteur	Frais
	Cléry	Drôme (26)	Direct producteur	Frais
	Dream	Pyrénées-Orientales (66)	Magasin bio spécialisé	Frais
Myrtille	Darrow	Rhône (69)	Direct producteur	Congelé

Pour chaque variété, un seul lot a été caractérisé. Il n'a pas été fait de répétition.

La Figure 1 récapitule les principales caractéristiques des variétés testées.

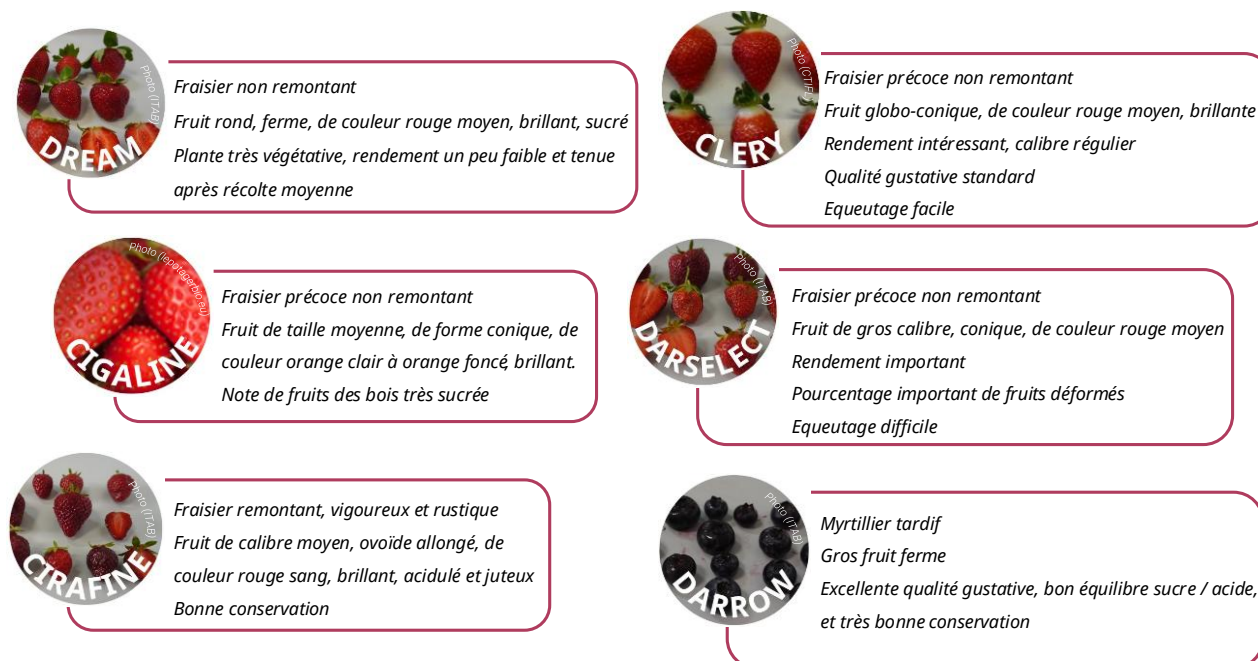


Figure 1 : Principales caractéristiques des variétés testées

(d'après : Bonhomme P., 2025 ; Petit J.-L. et al., 2023, <https://www.bioactualites.ch/>, <https://stolons-bio.fr/>)

B. Process de transformation

Le process de transformation mis en œuvre, ainsi que les analyses réalisées à chaque étape sont représentés dans la Figure 2 ci-après.

Les équipements utilisés pour le process sont les suivants :

- pour la transformation en purée : raffineuse = presse-tomate Reber n°3 modèle 9008 N : les fruits sont entraînés par une vis sans fin et sont pressés contre un cône perforé. Deux cônes, avec des tailles de perforation différentes, ont été utilisés successivement : d'abord un cône avec des perforations de 1,5 mm, puis un cône avec des perforations de 1 mm.
- pour le glaçage : turbine à glace verticale Pastry Box modèle Gel 20 ; réfrigération air ; capacité 4 litres.
- pour la surgélation post-glaçage : cellule de surgélation rapide.



Figure 2 : Process de transformation des petits fruits en sorbets

Après tri et lavage, les petits fruits ont été transformés à froid en purées grâce à la raffineuse décrite ci-dessus, en 4 passages successifs.

Les différents lots de fraises n'étaient pas disponibles aux mêmes périodes, les dates de récolte chez les producteurs retenus s'étalant sur un mois environ. Les fraises, cueillies à maturité, ont été transformées en purée dans la semaine qui a suivi leur récolte. Les purées ont ensuite été congelées afin de pouvoir regrouper l'ensemble des fabrications de sorbets sur une même semaine.

Les mix de sorbets ont ensuite été fabriqués dans l'atelier de transformation de l'EPLEFPA du Valentin situé à Bourg-lès-Valence (26). La formulation a été raisonnée avec les contraintes suivantes :

- 70 % de purée de fruits
- degré Brix cible des mix : 28°B

Le but des essais étant de déterminer l'impact de la variété sur les résultats obtenus en sorbets, aucun stabilisant n'a été utilisé dans la formulation afin de ne pas « lisser » les éventuelles différences variétales. Pour la même raison, seul du saccharose a été utilisé, afin de ne pas biaiser les observations par l'utilisation de sucres influençant de façon notable la texture des sorbets, et risquant de masquer un éventuel effet variétal. Le sucre utilisé est le sucre de canne blond issu de l'agriculture biologique, de la marque Markal.

Le Tableau 2 ci-après récapitule les formulations des 6 mix.

Tableau 2 : Formulation des mix

Espèce / variété	°Brix purée	% purée	% saccharose	% eau
Fraise / Darselect	6,8	70 %	23,2 %	6,8 %
Fraise / Cirafine	6,1		23,8 %	6,3 %
Fraise / Cigaline	8,0		22,4 %	7,6 %
Fraise / Cléry	7,1		23 %	7 %
Fraise / Dream	7,4		22,8 %	7,2 %
Myrtille / Darrow	12,4		19,3 %	10,7 %

Le sirop de sucre a été préparé par mélange de l'eau et du saccharose, puis traitement thermique (sirop porté à ébullition 1 à 2 secondes). Les purées de fruits, préalablement décongelées pendant 24 à 48 heures dans une chambre froide positive à +2°C, ont ensuite été rajoutées au sirop de sucre avant refroidissement et maturation statique en chambre froide positive à +2°C pendant 24 heures.

Après maturation, les mix ont été glacés dans la turbine verticale décrite ci-dessus. Une exception : le mix « myrtille » étant granuleux (l'enveloppe des baies étant passée au travers du tamis de la raffineuse), il a été passé au mixeur plongeant avant glaçage pour le lisser. Le temps de glaçage a été identique pour tous les sorbets, soit 15 minutes.

Le Tableau 3 ci-après récapitule les températures des sorbets à la sortie de la turbine, ainsi que les taux de foisonnement obtenus.

Après conditionnement manuel en pots de 450 mL, les sorbets ont été placés 2 heures en cellule de surgélation rapide avant d’être stockés en chambre froide négative à -20°C.

Tableau 3 : Température des sorbets en sortie de turbine et taux de foisonnement obtenus

Espèce / variété	Température de sortie de turbine (°C)	Taux de foisonnement (%)
Fraise / Darselect	-5,3 °C	37 %
Fraise / Cirafine	-5,4 °C	27 %
Fraise / Cigaline	-4°C (5 minutes avant la fin du glaçage)	26 %
Fraise / Cléry	-4,8 °C	26 %
Fraise / Dream	-5 °C	25 %
Myrtille / Darrow	-7,1 °C	44 %

C. Analyses réalisées

Le Tableau 4 récapitule l’ensemble des analyses réalisées sur les purées, les mix, et les sorbets.

Tableau 4 : Analyses réalisées sur purées, mix, et sorbets

Analyse	Matériel / méthode	Purées	Mix	Sorbets
pH	pH-mètre Hanna HI991001 (exactitude $\pm 0,02$ upH)	X	X	
Degré Brix	Réfractomètre Milwaukee MA871 (précision $\pm 0,2^{\circ}\text{B}$)	X	X	
Acidité titrable	Titration acide/base à l’aide d’une solution de NaOH	X		
Ecoulement	Consistomètre de Bostwick		X	
Couleur	Photographie et analyse avec le logiciel ImageJ	X	X	X
Teneur en fibres (totales, solubles, insolubles)	Détermination de la teneur en fibres insolubles par méthode interne, en fibres solubles par calcul et en fibres alimentaires totales par méthode interne	X		
Profil de sucres	Chromatographie ionique avec détecteur par ampérométrie pulsée	X		
Taux de foisonnement	Mesure de pesée avant et après passage en turbine			X
Cinétique de fonte	Méthode interne			X
Pénétrabilité	Pénétrabilité Brookfield mobile TA9			X
Analyse sensorielle	Méthode CATA (Check-All-That-Apply)			X (sauf myrtille)

D. Analyse sensorielle sur les sorbets de fraise

Les caractéristiques organoleptiques des sorbets issus des 5 variétés de fraises ont été évaluées à l’aide de la méthode Check-All-That-Apply (CATA) (Ares & Jager, 2015). Cette méthodologie d’analyse sensorielle consiste dans un premier temps à créer une liste de descripteurs caractérisant sensoriellement le produit étudié. Les dégustateurs doivent ensuite sélectionner dans cette liste les descripteurs qui s’appliquent au produit qu’ils dégustent. Cette méthode présente l’avantage d’être simple, rapide, et de nécessiter peu d’entraînement. En revanche, la méthode CATA ne permet pas d’évaluation d’intensité pour les descripteurs.

Dans notre étude, il a été décidé de ne pas inclure le sorbet à la myrtille dans cette évaluation sensorielle afin de garder un univers produit cohérent, et avoir une chance de discriminer les variétés de fraises entre elles.

Un panel de 20 personnes a été recruté parmi le personnel du site INRAE de Gotheron et des partenaires de la région de Valence. Les panélistes ont suivi une séance de génération de descripteurs et d'entraînement à la méthode CATA, avant de réaliser l'évaluation des 5 sorbets à la fraise sur 2 séances pour éviter la saturation gustative.

La séance de génération de descripteurs et d'entraînement a été réalisée avec des sorbets à la fraise du commerce. A l'issue de cette séance, les panélistes ont généré une liste de 29 attributs (Figure 3), répartis entre des descripteurs d'aspect, de goût, de texture, d'odeurs et d'arômes. Les descripteurs étaient présentés dans un ordre aléatoire différent entre chaque panéliste et entre chaque produit.

Les sorbets étaient présentés dans des petites coupelles de 60 mL, numérotées par 3 chiffres aléatoires. L'ordre des produits était randomisé par carré latin entre les panélistes. Un produit de chauffe était proposé en début de chaque séance pour éviter un effet 1^{er} produit.

Numéro du produit :

Cochez tous les attributs qui décrivent le mieux ce produit :

<input type="checkbox"/> Mousseux	<input type="checkbox"/> Fruits rouges	<input type="checkbox"/> Fondant
<input type="checkbox"/> Fonte rapide	<input type="checkbox"/> Elastique	<input type="checkbox"/> couleur hétérogène
<input type="checkbox"/> Citronné	<input type="checkbox"/> Doux	<input type="checkbox"/> Lisse
<input type="checkbox"/> Granité	<input type="checkbox"/> "Goût d'eau"	<input type="checkbox"/> Arôme intense
<input type="checkbox"/> Collant	<input type="checkbox"/> Pâteux	<input type="checkbox"/> Herbe / vert
<input type="checkbox"/> Bonbon	<input type="checkbox"/> couleur vive	<input type="checkbox"/> Odeur intense
<input type="checkbox"/> Très sucré	<input type="checkbox"/> Présence de paillettes	<input type="checkbox"/> Equilibré (sucre/acide)
<input type="checkbox"/> Farineux	<input type="checkbox"/> Acide	<input type="checkbox"/> Compact
<input type="checkbox"/> couleur foncée	<input type="checkbox"/> Onctueux	<input type="checkbox"/> Fruits cuits / confiture
<input type="checkbox"/> Fraise	<input type="checkbox"/> Fruits trop mûrs	

Figure 3 : Exemple d'un questionnaire CATA

E. Analyses statistiques

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel R et de l'interface R Studio.

Les données CATA ont été analysées selon la méthode décrite dans la littérature (Meyners & Castura, 2013 ; Ares & Jager, 2015). 6 descripteurs étaient cités moins de 5 fois (par l'ensemble du panel, sur l'ensemble des produits). Ils ont donc été retirés de la suite des tests. Un test de Cochran's Q a été effectué afin d'identifier les descripteurs permettant de discriminer significativement les produits. Une analyse des correspondances (AC) a ensuite été réalisée à partir du tableau de contingence afin de visualiser les données. Un des descripteurs (couleur foncée) était considéré comme un « outlier » (contribution importante, et écart-type supérieur à 1 par rapport au barycentre). Il a donc été rajouté en objet supplémentaire.

Une Analyse Factorielle Multiple (AFM) a été réalisée afin de visualiser les liens entre les différents jeux de données suivants :

- Sorbet : descripteurs CATA significatifs, pénétrométrie, cinétique de fonte, foisonnement, couleur,
- Mix : pH, écoulement et teneur en saccharose
- Purée : composition (fibres, sucres et acides).

3. Résultats et discussion

Les résultats présentés ci-après ont été obtenus sur une seule série d'essais, sans répétition.

Ils sont donc à interpréter avec précaution et ne permettent pas, en l'état, de conclure sur un effet variétal, ce qui nécessiterait de faire des répétitions sur des lots différents d'une même variété, et de tester également l'effet « année de production ».

A. Analyse des purées

Analyses biochimiques et composition


Les résultats des analyses biochimiques et de composition des purées sont présentés dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Résultats des analyses des purées

Analyses	Fraise - Darselect	Fraise - Cirafine	Fraise - Cigaline	Fraise - Cléry	Fraise - Dream	Myrtille - Darrow
pH	3,66	3,55	3,41	3,40	3,17	2,64
° Brix	6,8	6,1	8,0	7,1	7,4	12,4
Acidité titrable (g/L)	5,31	5,44	7,55	7,97	8,77	12,29
Fibres alimentaires totales (g/100g)	0,9	0,9	0,5	0,6	0,6	1,5
Fibres solubles (g/100g)	< 1	< 0,5	< 1	< 1	< 1	< 1
Fibres insolubles (g/100g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sucres totaux (g/100g)	7,3	3,1	7,6	6,9	6,5	7,9
Fructose (g/100g)	3,8	1,7	3,9	3,7	3,4	4,2
Glucose (g/100g)	3,5	1,4	3,7	3,2	3,1	3,7
Maltose (g/100g)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Saccharose (g/100g)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Lactose (g/100g)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Lors de cette série d'essais, les variétés de fraise Cirafine et Darselect ont donné les purées les moins acides (respectivement 3,55 et 3,66 de pH). La variété Dream a donné la purée la plus acide, avec un pH de 3,17. Les degrés Brix obtenus sont compris entre 6,1 (variété Cirafine) et 8,0 (variété Cigaline).

La purée de myrtille présente un pH de 2,64 ; elle est donc plus acide que les purées de fraises, tandis que son degré Brix est plus élevé (12,4).



Les purées de fraises présentent une teneur moyenne en fibres totales de 0,7 g/100g, les variétés Darselect et Cirafine ayant donné les teneurs les plus hautes (0,9 g/100g), tandis que la variété Cigaline a présenté la valeur la plus faible (0,5 g/100g). Ces teneurs en fibres sont inférieures à la teneur moyenne en fibres des fraises donnée dans la table Ciquel, à savoir 3,80 g/100g. Ceci s'explique par le fait qu'une grande partie des fibres, notamment la lignine présente dans les akènes, a été éliminée lors de l'étape de raffinage.

La teneur en fibres totales de la purée de myrtilles est supérieure à celle de la purée de fraises, probablement dû au fait qu'une grande partie de la peau des myrtilles est passée dans la purée lors de l'étape de raffinage.

Pour l'ensemble des purées (fraise et myrtille), la distinction fibres solubles / fibres insolubles n'a pas pu être faite, car les teneurs sont inférieures aux limites de quantification de 1 g/100g.

Les profils de sucres réalisés sur les purées ont montré que seuls 2 sucres sont quantifiables dans les purées de fraises et de myrtilles : le fructose, qui est le sucre majoritaire, et le glucose. Dans les purées de fraises, le fructose représente 51 à 55 % des sucres totaux, contre 47 à 49 % pour le glucose. Dans cette série d'essais, la variété Cirafine se distingue : elle a présenté une teneur en sucres totaux faibles : 3,1 g/100g contre une moyenne de 7,1 g/100g pour les quatre autres variétés.

La purée de myrtille contient légèrement plus de sucres totaux (7,9 g/100g) que les purées de fraises. La proportion fructose/glucose est de 53%/47%, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que pour les purées de fraises.

Couleur

Les purées obtenues ont toutes des valeurs positives en a^* et b^* . Elles se situent donc entre l'axe rouge ($a^*>0$) et l'axe jaune ($b^*>0$) de l'espace CIELAB.

Des différences de couleur sont observées entre les purées obtenues à partir des 5 variétés de fraises. Les variétés Darselect et Cirafine donnent des purées plus foncées et moins rouges (valeurs L^* , a^* et b^* plus faibles) que les autres variétés de fraises. En effet, les fraises Darselect et surtout Cirafine étaient particulièrement rouge sombre, tandis que Dream, Cléry et Cigaline avaient des fruits rouge-orangé. La purée de myrtille Darrow est caractérisée par une couleur violette très foncée, presque noire (valeurs L^* , a^* et b^* proche de 0).

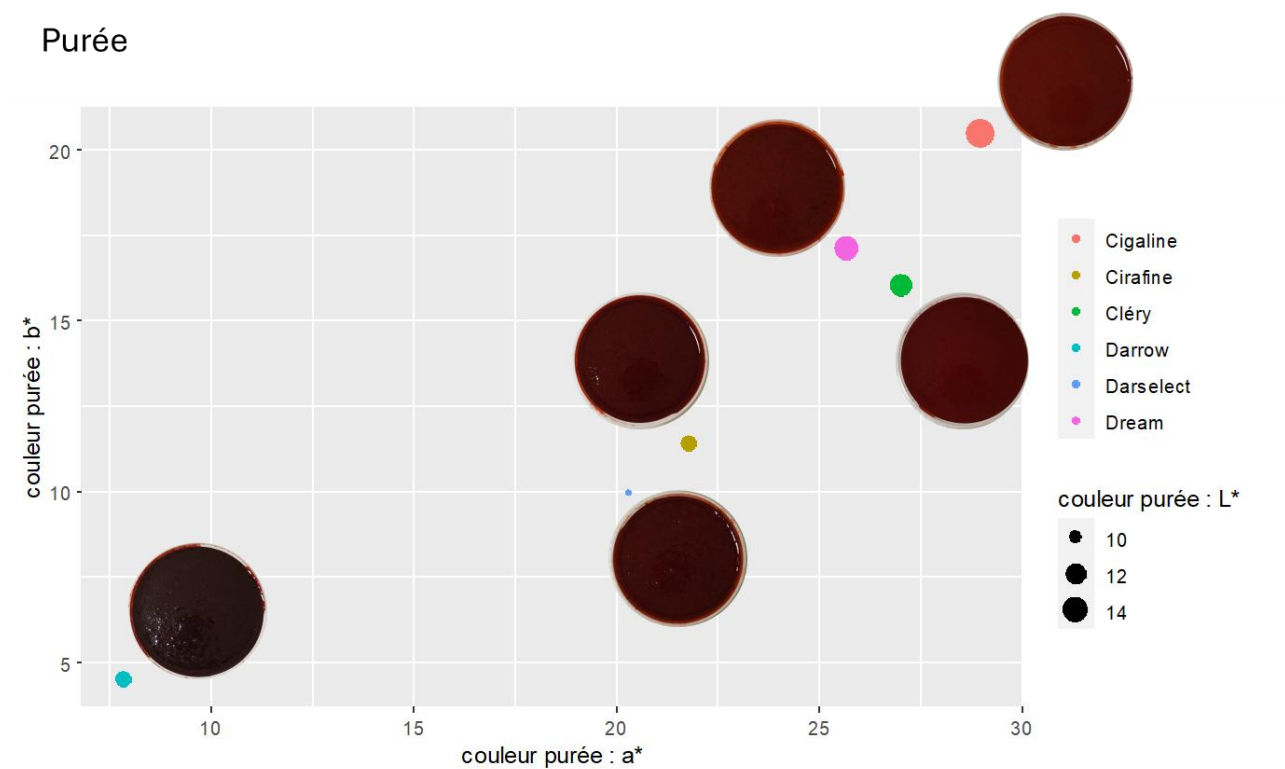


Figure 4 : Graphique représentant les mesures L^* a^* b^* des purées de fraises et de myrtilles

B. Analyse du mix

Analyses biochimiques et vitesse d'écoulement

Les mix pour sorbet ont été obtenus en mélangeant 70 % de purée de fruits avec 30 % de sirop de sucre, composé d'eau et de saccharose. Le pourcentage de saccharose dans le sirop a été ajusté en fonction du degré Brix des purées, dans l'objectif d'atteindre un degré Brix de 28 sur les mix. La formulation des différents mix a été récapitulée dans le tableau 3 (partie matériels et méthodes).

Une étape de mixage a été rajoutée pour le mix à la myrtille, afin de réduire la taille des particules de « peau », et de limiter le déphasage du mix.

Les résultats des analyses réalisées sur les mix après maturation, sont présentés dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Résultats des analyses des mix

Analyses	Fraise - Darselect	Fraise - Cirafine	Fraise - Cigaline	Fraise - Cléry	Fraise - Dream	Myrtille - Darrow
pH	3,78	3,55	3,50	3,55	3,40	2,54
° Brix	28,2	28,7	28,4	28,1	29,0	28,6
Vitesse d'écoulement (cm/sec)	15,00	7,50	6,00	3,75	3,33	30

Le mix de sorbet à la myrtille présente une vitesse d'écoulement très supérieure à celle des mix à la fraise.

Dans les mix à la fraise, la variété Darselect présente le mix le plus fluide, tandis que les variétés Dream et Cléry ont donné les mix avec les vitesses d'écoulement les plus faibles.

Couleur

Les mix se situent toujours entre l'axe rouge ($a^* > 0$) et l'axe jaune ($b^* > 0$) de l'espace CIELAB, mais avec des valeurs de b^* plus faibles que pour les purées.

La luminosité des mix est plus foncée que celle des purées ($L^*_{\text{mix}} < L^*_{\text{purée}}$), ce qui est dû à l'ajout de sucre de canne. Les variétés de fraises Dream, Cléry et Cigaline restent très proches en couleur après l'ajout de sucre. Les mix Darselect et Cirafine restent plus foncés que les autres. Cependant, la variété Cirafine étant la moins sucrée, une quantité de sucre de canne plus importante a été ajoutée, amplifiant la couleur sombre initialement observée dans la purée.

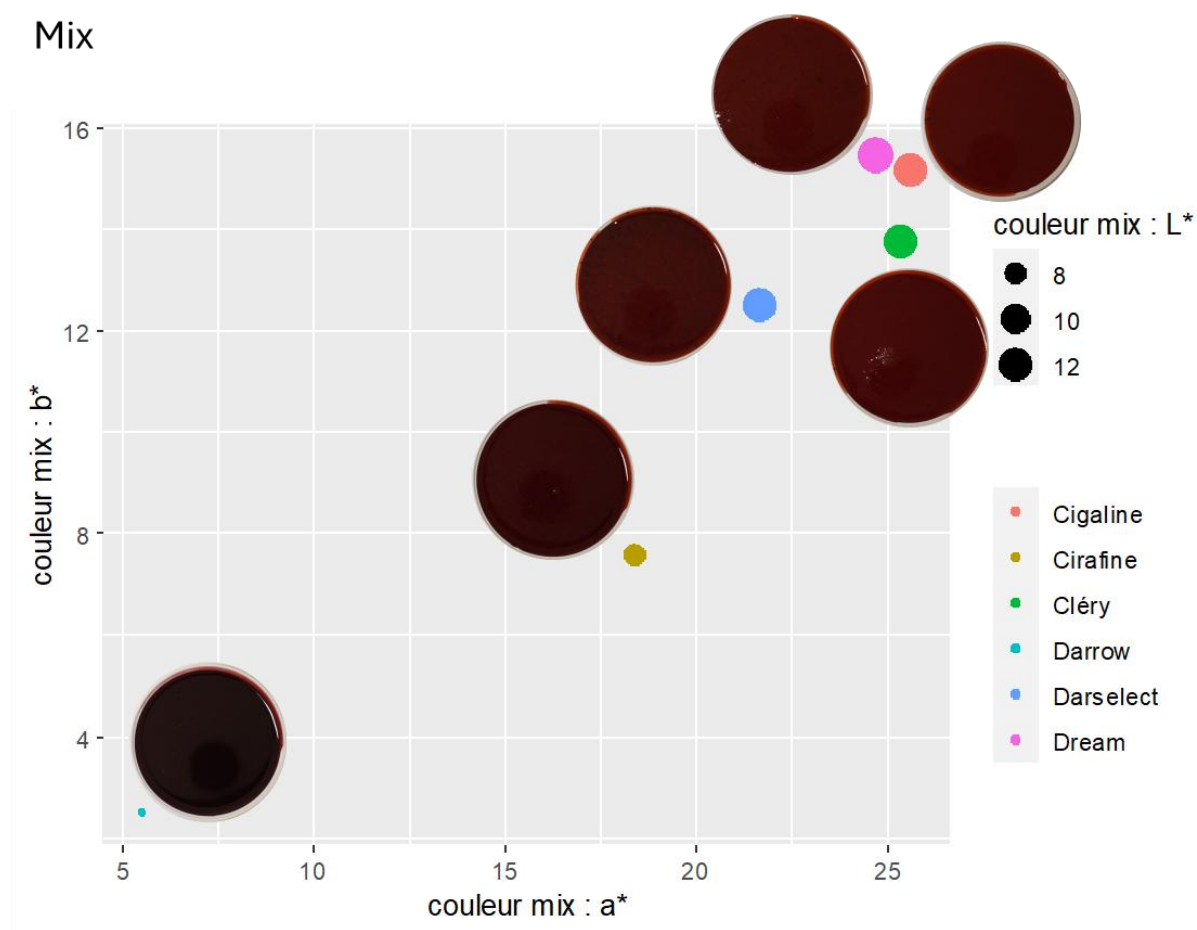


Figure 5 : Graphique représentant les mesures $L^* a^* b^*$ des mix de fraises et de myrtilles

C. Analyse des sorbets

Taux de foisonnement

L'étape de glaçage en turbine a duré 15 minutes pour chaque sorbet. La quantité de mix introduite dans la turbine était la même pour tous les mix, à savoir 4 kg. Les températures de sortie de turbine et les taux de foisonnement sont présentés dans le Tableau 7.

Les taux de foisonnement ont été calculés à partir de la formule suivante, à volume constant :
(masse de mix – masse de sorbet) / masse de sorbet.

Tableau 7 : Températures de sortie de turbine et taux de foisonnement

Espèce / variété	T° de sortie de turbine (°C)	Taux de foisonnement (%)
Fraise / Darselect	-5,3 °C	37 %
Fraise / Cirafine	-5,4 °C	27 %
Fraise / Cigaline	-4,0 °C	26 %
Fraise / Cléry	-4,8 °C	26 %
Fraise / Dream	-5,0°C	25 %
Myrtille / Darrow	-7,1 °C	44 %

Les températures de sortie de turbine des sorbets à la fraise sont homogènes autour de -5°C.

Concernant les sorbets à la fraise, le mix Darselect, le plus fluide, a fortement foisonné dans la turbine. Le mix à la myrtille, également très fluide, présente le taux de foisonnement le plus élevé.

Cinétique de fonte

Le comportement à la fonte des sorbets a été étudié en plaçant les sorbets dans une enceinte régulée en température à +26°C. La forme et le volume de sorbet mis en œuvre pour l'analyse sont identiques pour tous les échantillons. Les différents paramètres calculés pour caractériser la cinétique de fonte sont synthétisés dans le Tableau 8. La Figure 6 est une représentation graphique de ces cinétiques.

Tableau 8 : Etude de la fonte des sorbets

Espèce / variété	Vitesse de fonte moyenne (% de glace fondue par minute)	Vitesse de fonte maximale (% de glace fondue par minute)	Temps pour atteindre la vitesse de fonte maximale (minutes)	Intervalle de temps dans lequel on obtient 5 % de fonte (minutes)	% de glace fondue après une heure à 26°C	% de glace fondue après 2 heures à 26°C
Fraise / Darselect	0,58	1,84	50	20 - 25	62	90
Fraise / Cirafine	0,64	2,24	45	20 - 25	73	100
Fraise / Cigaline	0,65	2,32	45	20 - 25	82	100
Fraise / Cléry	0,65	2,17	45	20 - 25	77	100
Fraise / Dream	0,64	2,04	60	25 - 30	64	99
Myrtille / Darrow	0,54	1,87	30	15 - 20	68	84

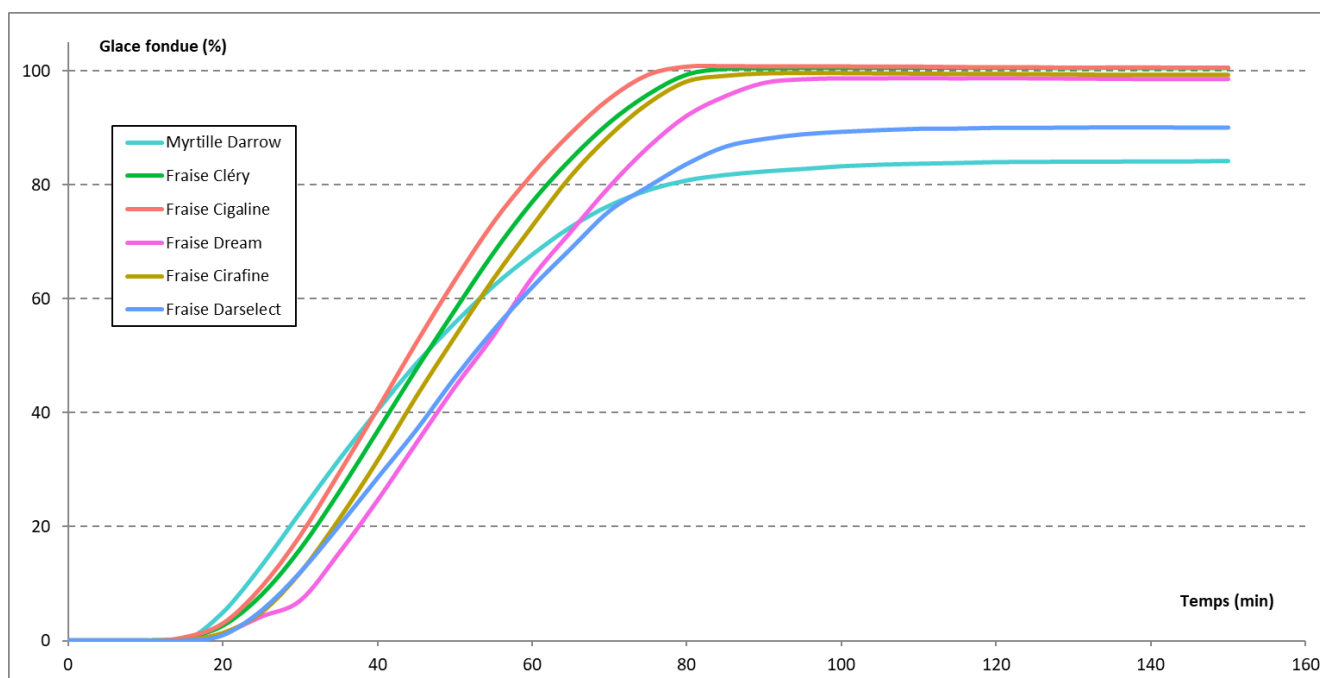


Figure 6 : Cinétiques de fonte des sorbets

Les deux sorbets les plus foisonnés (fraise Darselect et myrtille Darrow) présentent les vitesses de fonte les plus faibles. Ceci s'explique par le fait que l'air étant un isolant thermique, il confère une meilleure résistance à la fonte lors d'une élévation de température. Les sorbets à la fraise des variétés Cléry, Cigaline, Dream, et Cirafine présentent des profils de fonte similaires.

Le sorbet à la myrtille stagne à 84 % de sorbet fondu maximum : ceci peut en partie s'expliquer par la présence de nombreux petits morceaux résiduels de peaux de myrtilles.

Pénétrométrie

La dureté des sorbets a été mesurée en laboratoire via un pénétromètre type Brookfield équipé du mobile TA9, avec une vitesse réglée à 2 mm/seconde. Les résultats sont récapitulés dans le Tableau 9 et présentés graphiquement sur la Figure 7.

Tableau 9 : Pénétrométrie sur les sorbets

		Fraise Darselect	Fraise Cirafine	Fraise Cigaline	Fraise Cléry	Fraise Dream	Myrtille Darrow
Dureté (g)	Moyenne	227	198	181	186	176	129
	Ecart-type	16	14	15	38	23	19
Travail (mj)	Moyenne	26,5	22,8	20,9	21,0	19,4	13,2
	Ecart-type	2,8	2,4	2,6	3,8	2,4	1,2
Force d'adhérence (g)	Moyenne	83	68	56	70	50	32
	Ecart-type	11	10	10	11	10	6
Adhésivité (mj)	Moyenne	4,3	4,2	3,1	4,7	2,3	1,4
	Ecart-type	0,7	1,3	1,0	1,1	0,4	0,5

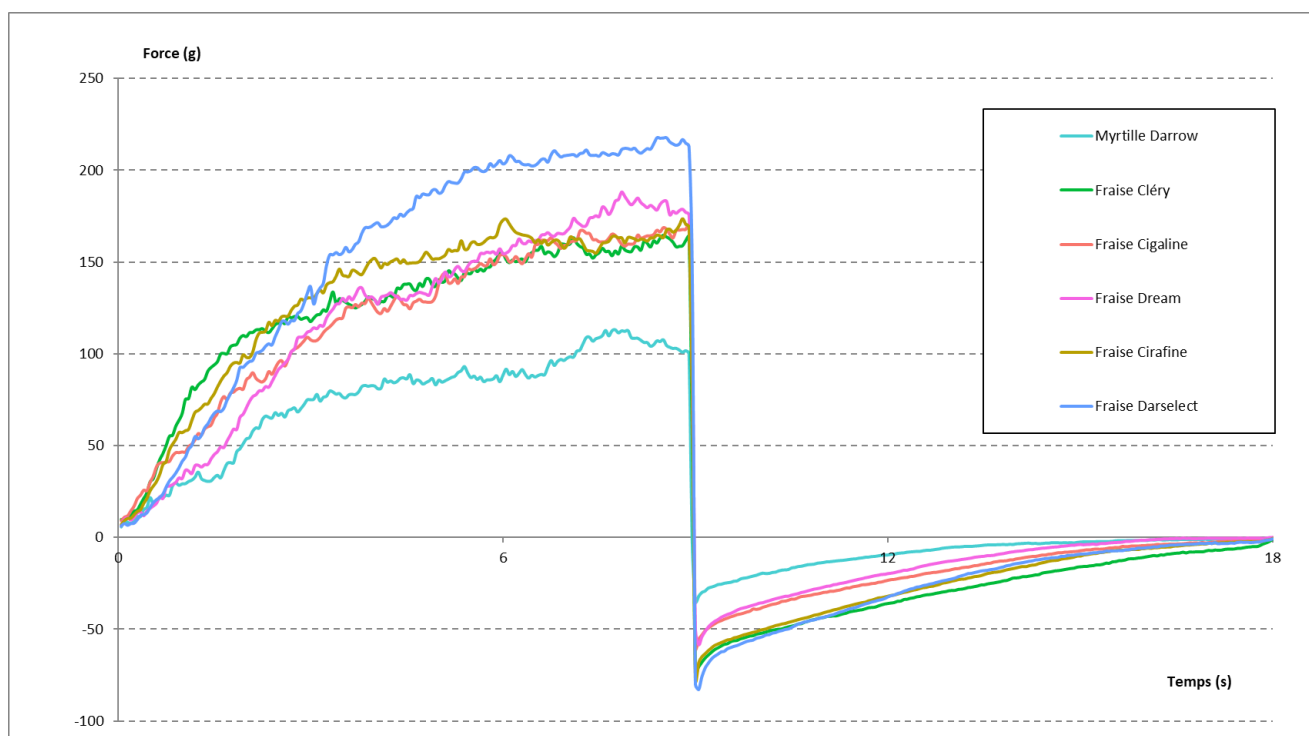


Figure 7 : Profils de texture des sorbets

La Figure 8 est fournie à titre explicatif pour permettre de faire le lien entre les termes utilisés dans le Tableau 9 et leur représentation graphique sur la Figure 7.

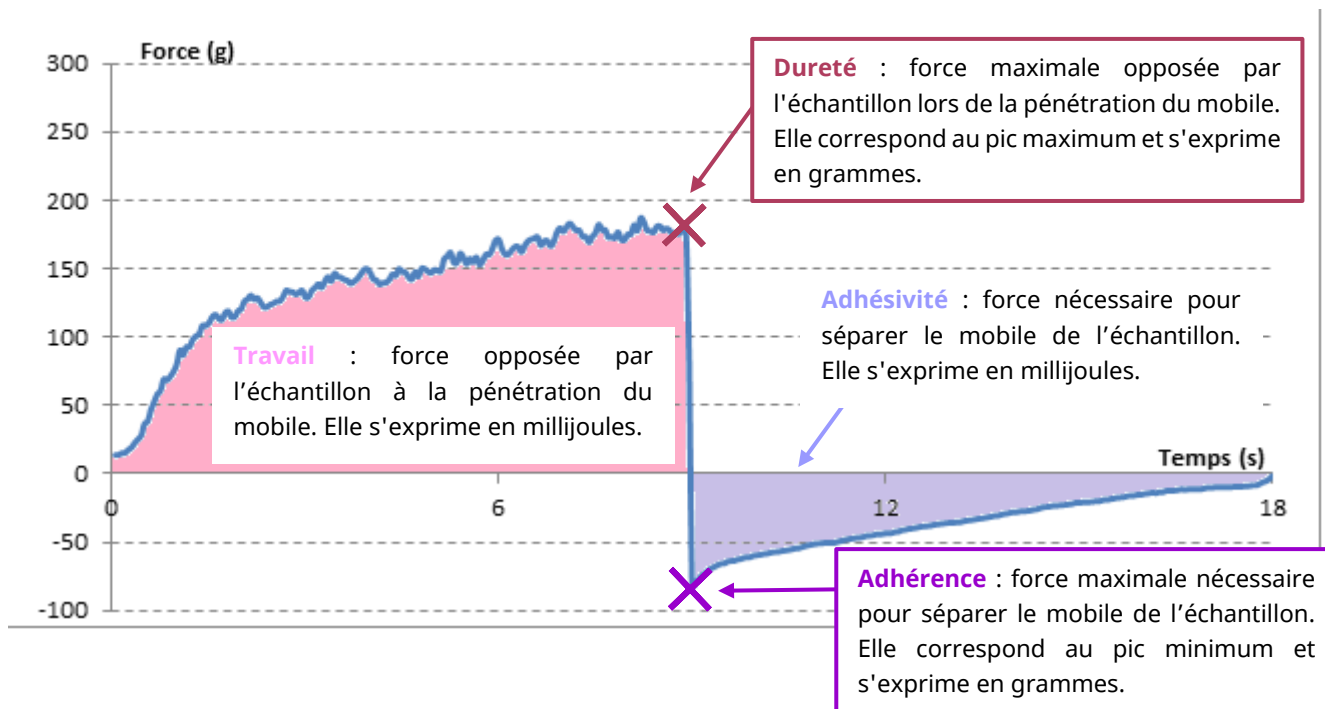


Figure 8 : Profils de texture des sorbets

Dans notre série d'essais, le sorbet à la myrtille est le moins dur. Les sorbets à la fraise présentent des profils de texture homogènes, à l'exception du sorbet Darselect dont la dureté est

supérieure, malgré un taux de foisonnement plus important que pour les autres variétés. Ceci pourrait s'expliquer par une hétérogénéité de foisonnement entre les pots, qui pourrait être dû un défoisonnement lors du conditionnement manuel (« tassage » du sorbet dans le pot).

Couleur

Les sorbets de fraises ont une couleur rouge-orangée plus prononcées que les mix et les purées (valeurs a^* et b^* plus élevées pour les sorbets). Le sorbet à la myrtille Darrow est de couleur violet très foncé, mais toujours entre l'axe rouge ($a^* > 0$) et l'axe jaune ($b^* > 0$) de l'espace CIELAB.

Les sorbets de fraises et de myrtilles ont plus de luminosité par rapport aux purées et aux mix ($L^*_{\text{sorbet}} > L^*_{\text{purée}} > L^*_{\text{mix}}$), ce qui est dû à l'incorporation d'air dans le mix lors du foisonnement. Les variétés Dream, Cléry et Cigaline ont toujours une couleur similaire en sorbet. La variété Cirafine reste de couleur plus foncée que les autres en sorbet. Cependant, la variété Darselect donne un sorbet à la couleur très proche de Cléry, ce qui peut être expliqué par son taux de foisonnement supérieur aux autres variétés de fraise.

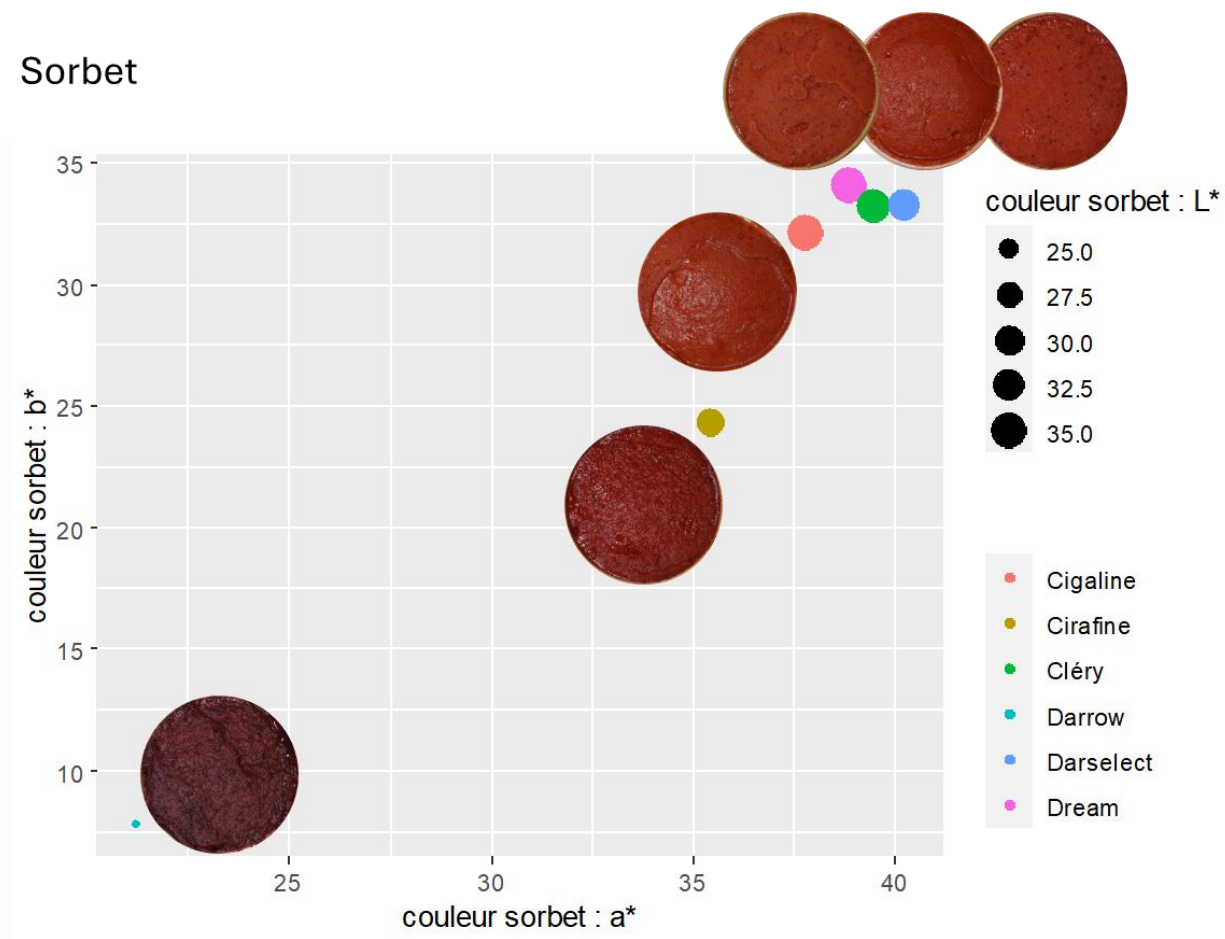


Figure 9 : Graphique représentant les mesures $L^* a^* b^*$ des sorbets de fraises et de myrtilles

Analyse sensorielle

Sur les 29 descripteurs de la liste CATA, 9 descripteurs sont significatifs ($p < 0,05$) et 2 sont en limite de significativité ($0,05 < p < 0,10$) (Tableau 10). Il s'agit essentiellement de descripteurs d'arômes ou d'odeurs (5 descripteurs), d'aspect (3) de texture (2) et de goût (1).

*Tableau 10 : Résultats du test de Cochran's Q pour chacun des descripteurs CATA.
NA = non applicable (descripteurs non analysés car peu cités) ; NS = non significatif*

	Descripteurs	<i>p value</i>		Descripteurs	<i>p value</i>
Aspect	Couleur foncée	< 0,001	Goût	Acide	0,0089
	Couleur hétérogène	0,0042		Très sucré	NS
	Couleur vive	0,0039		Equilibré (sucre/acide)	NS
	Lisse	NA	Texture	Collant	NA
	Mousseux	NS		Compact	NS
	Présence de paillettes	NS		Doux	0,0497
Arômes / Odeurs	Arôme intense	NS		Elastique	NA
	Odeur intense	NS		Farineux	NS
	Bonbon	NS		Fondant	NS
	Citronné	0,0021		Fonte rapide	NS
	Fraise	0,0036		Granité	0,0553
	Fruits cuits / confiture	0,0413		Onctueux	NA
	Fruits rouges	0,0137		Pâteux	NA
	Fruits trop mûrs	NS			
	Goût d'eau	0,0719			
	Herbe / vert	NA			

La Figure 10 montre les résultats obtenus par l'AC. Le premier axe représente 47% de l'inertie totale. Il distingue le sorbet Cirafine des autres sorbets, notamment par sa couleur foncée et ses notes de fruits cuits / confiture. Les autres sorbets (notamment Cigaline, Dream et Cléry) sont perçus plus souvent comme citronnés, acides et de couleur vive. Le deuxième axe représente 27% de l'inertie totale et oppose les sorbets Cléry et Darselect (perçus plus souvent doux et avec un goût d'eau) au sorbet Dream (couleur hétérogène, liée à la présence de particules plus foncées – akènes et petits morceaux de feuilles).

Résultats du test sensoriel CATA : Check-All-That-Apply

Représentation des produits sur les dimensions 1 et 2 (74%) de l'analyse des correspondances

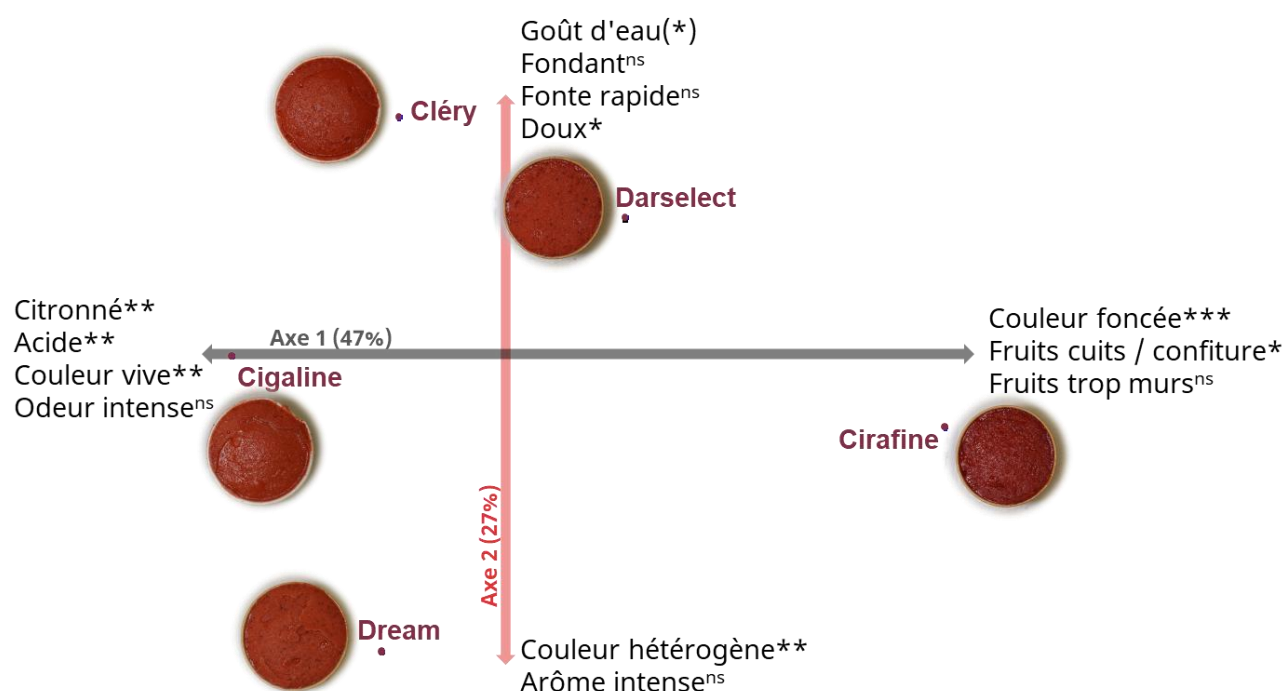


Figure 10 : Représentation visuelle des résultats de l'Analyse des Correspondances (dimensions 1 et 2). ns = non significatif, (*)= $p < 0.10$; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

Etant donné l'absence de répétitions, il est difficile de conclure sur des différences inter-variétales à partir de ces résultats. Cependant la méthode CATA semble tout à fait satisfaisante pour discriminer les sorbets obtenus à partir de différentes variétés de fraises à l'aide d'un panel semi-entraîné.

D. Liens entre les différentes analyses

Cette dernière partie se focalise uniquement sur les sorbets à la fraise, pour lesquels plusieurs lots de fraises, correspondant à des variétés différentes, ont été testés. Il s'agit ici d'essayer de voir, à formulation et process constants, dans quelle mesure la matière première de départ peut impacter les résultats obtenus en sorbets.

► Quelle(s) influence(s) de la variété sur les purées obtenues ?

Les essais présentés dans ce rapport ont montré une influence de la variété utilisée sur différentes caractéristiques des purées obtenues à partir des fraises à savoir : le degré Brix, l'acidité, et la couleur des purées. Les fraises utilisées pour ces essais ont toutes été cueillies à maturité, ce facteur n'étant donc pas une covariable.

La couleur des purées obtenues est liée à la couleur des fraises au moment de leur transformation : les fraises les plus foncées ont donné des purées rouge foncé, tandis que les fraises les plus claires ont donné des purées rouge orangé. En revanche, le degré Brix des purées

n'est pas lié au caractère foncé de la couleur des fraises : pour exemple, la variété Cirafine, qui a donné une purée très foncée, avait le degré Brix le plus faible.

► ***La couleur des fraises influence-t-elle la couleur des sorbets ?***

L'influence de la couleur des fraises sur le sorbet est dépendante du taux de foisonnement. En effet, un taux de foisonnement important va éclaircir de manière forte les sorbets comparativement aux purées d'origine. Dans la série d'essais présentée dans ce rapport, c'est le cas pour la variété Darselect pour laquelle la purée et le mix étaient foncés (Figure 4 et Figure 5), mais le taux de foisonnement, supérieur à celui obtenu sur les autres variétés, a permis d'obtenir des sorbets de couleur rouge-orangé, se rapprochant des variétés plus claires (Figure 9).

► ***Les variations au niveau de la matière première induisent-elles des variations sur les perceptions lors de la dégustation des sorbets ?***

Pour répondre à cette question, une Analyse Factorielle Multiple (AFM) a été réalisée. Les résultats sont présentés dans les Figure 11 et Figure 12 ci-après. Ces représentations graphiques permettent de visualiser les éventuelles corrélations entre différentes variables étudiées au cours des essais, et notamment de faire le lien entre les résultats analytiques et les résultats sensoriels. Les variables prises en compte dans l'AFM sont les suivantes :

- au niveau des purées : acidité titrable, teneur en fibres totales, teneur en sucres totaux ;
- au niveau des mix : pH, vitesse d'écoulement, et pourcentage de saccharose ;
- au niveau des sorbets : dureté, adhérence, vitesse de fonte moyenne, % de glace fondue en 1 heure et en 2 heures, taux de foisonnement, couleur, ainsi que les descripteurs CATA significatifs (au nombre de onze).

Sur la Figure 11, la proximité de deux flèches indiquent une corrélation entre les variables. Lorsque deux flèches sont opposées, les variables varient en sens inverse.

La Figure 12 correspond à une projection des cinq sorbets à la fraise sur le cercle des corrélations, ce qui permet de les « associer » à certaines variables.

L'étude de ces deux figures montre que certaines des différences mesurées au niveau des fraises ont entraîné des répercussions au niveau de la perception des sorbets par les dégustateurs, malgré un degré Brix cible identique pour tous les produits, et un process de fabrication similaire :

- les purées de fraises les plus acides ont donné des sorbets associés au terme « citronné » ;
- la purée la plus foncée, et la moins riche en sucres du fruit, dans laquelle il a été nécessaire de rajouter davantage de saccharose pour atteindre le degré Brix cible, est associé aux termes « confiture » et « fruits cuits » ;
- les purées les plus riches en sucres du fruit (glucose + fructose), et dont la couleur des sorbets a une forte composante rouge (paramètre a^* du système $L^*a^*b^*$) ont donné des sorbets associés au descripteur « fraise ».

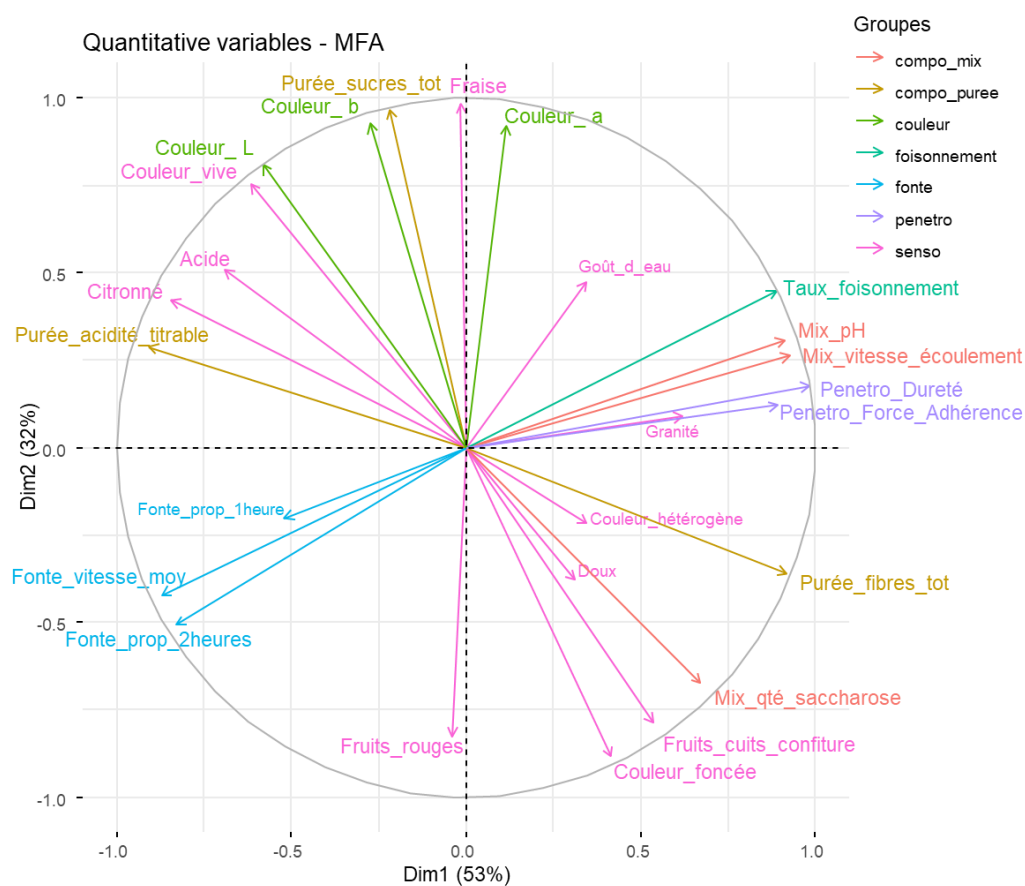


Figure 11 : Cercle des corrélations des variables issu de l'AFM (axes 1 et 2)

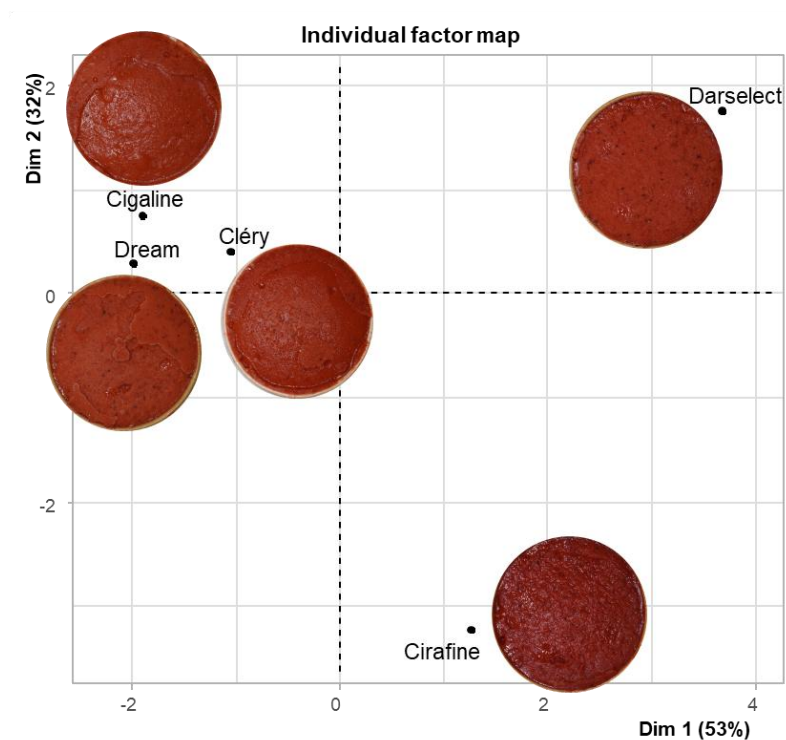


Figure 12 : Projection des produits sur les axes 1 et 2 de l'AFM



4. Conclusion

Le Tableau 11 présente en synthèse quelques-uns des principaux résultats obtenus dans le cadre du projet Sorberry sur les 6 variétés de petits fruits testées, incluant les retours des producteurs interrogés sur l'intérêt de ces variétés en agriculture biologique.

Les différents lots de fraises testés ont donné des purées et des sorbets présentant des caractéristiques différentes, notamment au niveau de la perception par les dégustateurs. Cependant, il n'a pas été possible dans le cadre de ce projet d'inclure des répétitions d'essais avec plusieurs lots pour chaque variété, ni de tester l'effet « année de production » car le projet s'est déroulé sur une seule année. Il n'est donc pas possible de conclure sur l'effet variétal.

Enfin, la méthode CATA utilisée pour la caractérisation sensorielle des sorbets a permis une bonne représentation des différents lots testés en lien avec les différentes analyses réalisées.

Tableau 11 : Synthèse des principaux résultats du projet Sorberry

		Fraise Darselect	Fraise Cirafine	Fraise Cigaline	Fraise Cléry	Fraise Dream	Myrtille Darrow
Intérêts producteurs (d' après l' enquête producteurs menée dans le cadre du projet Sorberry)	Note moyenne /4	3,5	3,33	3	Non citée dans l'enquête producteurs	2,11	3,31
	Points forts	Calibre du fruit Aptitude à la transformation Productivité	Calibre du fruit Conservation	Conservation	/	Résistance aux maladies et aux ravageurs	Qualité gustative Conservation Calibre du fruit
	Points faibles	Qualité gustative Sensibilité maladies et ravageurs Régularité du calibre	Aptitude à la transformation Régularité du calibre	Régularité du calibre	/	Productivité Conduite Calibre du fruit	Facilité de cueillette
Aptitude à la transformation en sorbet (d' après les essais menés dans le cadre du projet Sorberry)	°Brix purée	6,8 °B	6,1 °B	8,0 °B	7,1 °B	7,4 °B	12,4 °B
	Couleur purée	Rouge foncé	Rouge foncé	Rouge orangé	Rouge moyen	Rouge orangé	Violet très foncé
	Ecoulement mix	15 cm/sec	7,5 cm/sec	6 cm/sec	3,75 cm/sec	3,33 cm/sec	30 cm/sec
	Couleur sorbet	Rouge moyen	Rouge foncé	Rouge moyen	Rouge moyen	Rouge moyen	Violet très foncé
	Attributs sensoriels des sorbets	Fraise	Couleur foncée Fruits cuits Confiture	Couleur vive Acide Citronné Fraise	Acide Citronné Goût d' « eau »	Couleur hétérogène Acide Citronné	Non testée dans le cadre des essais

5. Bibliographie

Ares G., & Jaeger S.R., (2015). Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome – Chapter 11, Editor(s): Julien Delarue, J. Ben Lawlor, Michel Rogeaux, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, *Rapid Sensory Profiling Techniques*, Pages 227-245.

Bonhomme Pauline, LES VARIETES DE FRUITS ROUGES ADAPTEES A L'AB – TRAVAIL D'ENQUETE 2025, ITAB 2025, 33 pages.

FIBL & Bio Suisse. *Liste variétale – fraises* [En ligne]. <https://www.bioactualites.ch/liste-varietale/fraises> (consulté en octobre 2025).

Meyners, M., & Castura, J. C. (2014). 11- Check-All-That-Apply Questions. *Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling*, 271.

Petit J.-L., Piard P., Miette M., Conseil M., *Produire des petits fruits biologiques*, ITAB, Paris, 2023.

Stolons Bio du Val de Loire. [En ligne]. <https://stolons-bio.fr/> (consulté en octobre 2025).

Liste des figures

Figure 1 : Principales caractéristiques des variétés testées	4
Figure 2 : Process de transformation des petits fruits en sorbets	5
Figure 3 : Exemple d'un questionnaire CATA	8
Figure 4 : Graphique représentant les mesures L* a* b* des purées de fraises et de myrtilles	11
Figure 5 : Graphique représentant les mesures L* a* b* des mix de fraises et de myrtilles	12
Figure 6 : Cinétiques de fonte des sorbets	14
Figure 7 : Profils de texture des sorbets.....	15
Figure 8 : Profils de texture des sorbets.....	15
Figure 9 : Graphique représentant les mesures L* a* b* des sorbets de fraises et de myrtilles	16
Figure 10 : Représentation visuelle des résultats de l'Analyse des Correspondances (dimensions 1 et 2). ns = non significatif, (*)= p<0.10 ; *= p<0.05 ; **= p<0.01 ; ***= p<0.001.....	18
Figure 11 : Cercle des corrélations des variables issu de l'AFM (axes 1 et 2)	20
Figure 12 : Projection des produits sur les axes 1 et 2 de l'AFM.....	20

Liste des tableaux

Tableau 1 : Variétés et origines des petits fruits transformés dans le cadre du projet Sorberry	4
Tableau 2 : Formulation des mix	6
Tableau 3 : Température des sorbets en sortie de turbine et taux de foisonnement obtenus.....	7
Tableau 4 : Analyses réalisées sur purées, mix, et sorbets	7
Tableau 5 : Résultats des analyses des purées.....	9
Tableau 6 : Résultats des analyses des mix	11
Tableau 7 : Températures de sortie de turbine et taux de foisonnement	13
Tableau 8 : Etude de la fonte des sorbets	13
Tableau 9 : Pénétration sur les sorbets	14
Tableau 10 : Résultats du test de Cochran's Q pour chacun des descripteurs CATA.	17
Tableau 11 : Synthèse des principaux résultats du projet Sorberry	22

Résumé : Le projet Sorberry avait pour objectif de caractériser l'aptitude à la transformation en sorbet de plusieurs variétés de petits fruits biologiques. Des essais en transformation ont été réalisés sur cinq variétés de fraise (Cigaline, Cirafine, Darselect, Dream et Cléry) et sur une variété de myrtille (Darrow). Ces petits fruits ont été transformés et caractérisés en purée puis en sorbet (70% de fruits, 28° Brix, ingrédients : fruits, saccharose). Les résultats montrent des différences de comportement entre les variétés de fraises en termes de composition, d'écoulement et de couleur pour les purées, et en termes de taux de foisonnement, de dureté et de couleur pour les sorbets. Les sorbets à la fraise ont été dégustés par un panel de dégustateurs via une méthode sensorielle rapide (CATA – Check All That Apply). Les différences organoleptiques observées sont corrélées aux mesures instrumentales. Cependant, les analyses étant effectuées sur un seul lot, il sera nécessaire de confirmer ces observations avec des analyses complémentaires inter-annuelles.

Autrices : Emmanuelle Baconnier, Solenne Jourden (ITAB)

Relecteur : Fanny Cisowski, Rodolphe Vidal (ITAB)

Traitement et analyse des données : Emmanuelle Baconnier, Solenne Jourden (ITAB)

Crédits Photos : ITAB

Remerciements : L'ITAB adresse ses remerciements :

- aux producteurs qui ont fourni les fruits pour la réalisation des fabrications, en particulier Marianne Parel de la Ferme du Rougequeue à Châteauneuf-sur-Isère (26) qui a également prêté sa raffineuse pour la fabrication des purées ;
- au personnel du lycée du Valentin à Bourg-lès-Valence (26), et en particulier Sylvie Thaize, pour son aide lors de la fabrication des sorbets ;
- au personnel du service R&D de l'ENILEA de Poligny (39) pour les analyses réalisées sur les sorbets ;
- et enfin à l'ensemble des dégustateurs qui ont pris le temps de venir déguster les sorbets en pleine canicule !

Edition : ITAB

Janvier 2026

Pour citer ce document : "Baconnier Emmanuelle & Jourden Solenne, Caractérisation variétale de petits fruits pour la transformation en sorbet, ITAB 2026, 24 pages"

Licence : CC.BY.NC.ND 4.0



Le document " CARACTERISATION VARIETALE DE PETITS FRUITS POUR LA TRANSFORMATION EN SORBET " © 2026 par Emmanuelle Baconnier et Solenne Jourden (ITAB) est protégé par la licence CC BY-NC-ND 4.0.

Pour en savoir plus sur cette licence, visitez la page <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ce document a été réalisé dans le cadre du projet Sorberry, financé par l'Institut Olga Triballat et la subvention PNDAR du ministère de l'Agriculture.