

L'artichaut violet de Plainpalais:

description et mise en valeur d'une variété légumière traditionnelle

Rapport final

(2018 – 2021)



Nicolas Delabays, Bastien Cochard, Jonas Fayet, François Lefort

Résumé

L'artichaut Violet de Plainpalais (VdP) est une variété traditionnelle genevoise, mentionnée depuis le XIX^e siècle, et retrouvée par hasard en 1959. Réputée pour son adaptation au climat genevois et ses qualités gustatives, des essais de multiplication et d'optimisation de sa culture, ainsi que des travaux de caractérisations génétique, morphologique et organoleptique, ont été réalisés dans le cadre d'un projet inclus dans le volet « Utilisation durable des ressources phytogénétiques » du plan d'action national pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (PAN-RPGAA) ; un projet soutenu par l'OFAG, le canton de Genève (OCAN), l'AMDG (Association des maraîchers du Genevois) et l'Hepia.

Ce projet, dénommé ARTIVIO, visait donc à finaliser la description de la variété, et en particulier sa caractérisation génétique, à assainir le matériel végétal (viroses), à créer un conservatoire *in vitro*, enfin à optimiser la multiplication et l'itinéraire technique de la variété. Il s'agissait également de préciser les conditions nécessaires pour assurer la viabilité d'une filière de production du VdP et, le cas échéant, organiser sa mise en place. Le présent rapport offre une synthèse finale des travaux et observations réalisés dans le cadre de ce projet.

A l'aide d'une collection de référence établie à cette fin, une description de la variété, basée sur les critères internationalement reconnus de l'UPOV (Union internationale pour la protection des obtentions végétales) est proposée : d'un port moyennement dressé, elle se caractérise par des capitules de taille modeste, de forme ovale, avec un sommet arrondi à pointu. Le réceptacle est plutôt volumineux. Les bractées, orientées vers le centre, et munies d'un mucron, présentent une échancrure moyennement profonde.

Au niveau organoleptique, les analyses sensorielles réalisées permettent de distinguer le VdP d'autres variétés, notamment des références commerciales actuelles. Son évaluation qualitative, de même que les retours des producteurs qui l'ont commercialisé directement dans le cadre du projet ARTIVIO, confirment les témoignages historiques relatifs à sa qualité gustative remarquable.

Les profils génétiques de différentes accessions d'artichauts, basés sur l'analyse de 8 loci microsatellites de type SSR, met en évidence une exacte similitude des différentes accessions de l'artichaut VdP étudiées. Le profilage génétique utilisé montre que la méthode employée est fiable (fort pouvoir de discrimination entre différents cultivars d'artichaut), et également robuste (bonne reproductibilité de profils). L'utilisation de cette méthode de profilage moléculaire dans le cadre d'analyses de contrôle qualité de l'homogénéité génétique de plantons produits et vendus sous le nom de Violet de Plainpalais s'avère une voie intéressante pour la certification de ce cultivar.

L'établissement d'une culture *in vitro* d'artichaut VdP a permis de conserver et multiplier un nombre important d'explants. Le protocole comporte cependant encore de nombreux points à améliorer : la vitesse de croissance reste lente, et la capacité à s'enraciner aléatoire. A ce stade, il apparaît que l'utilisation de milieux contenant une balance auxine /cytokinine soit préférable à l'utilisation de milieux uniquement fortifiés en cytokinine pour la phase de prolifération, et à l'inverse uniquement fortifiés en auxine pour la phase d'enracinement. Des tests complémentaires restent nécessaires pour optimiser un milieu permettant d'assurer une

bonne croissance et un enracinement suffisant des explants. Néanmoins, l'établissement de notre collection *in vitro* depuis fin 2019 montre qu'il est possible de conserver le cultivar VdP sur la durée.

Parallèlement, en multiplication classique, un protocole d'œilletonnage consolidé a été développé. La plantation au printemps (avril) d'œilletons prélevés à l'automne, puis enracinés en pots, en serre froide, durant l'hiver, permet en général une production dès la première année. Dans le cadre du projet ARTIVIO, nous avons privilégié l'œilletonnage d'automne : sécurité vis-à-vis des risques de dégâts hivernaux, plantons vigoureux et bien enracinés, précocité en première année. Pour une reproduction sur les exploitations (renouvellement des cultures), un œilletonnage de printemps peut cependant s'avérer judicieux : taux de multiplication élevé, économie au niveau logistique, bonne reprise des plantons.

Concernant l'itinéraire technique, le VdP réagit bien à l'application d'une fertilisation azotée à la plantation (100 unités) et bénéficiera d'une irrigation régulière. Au niveau phytosanitaire, ce sont les campagnols qui représentent le principal ravageur de cette culture. A cet égard, le choix du site de culture s'avère déterminant : éviter les zones proches de prairies, de talus ou de vergers enherbés, ou encore de lisières boisées. Enfin, bien que la rusticité de la variété se soit confirmée, une protection hivernale, de type P17, se justifie par sécurité.

La forme que prendra la filière de production et de commercialisation du VdP dépendra du choix et de l'engagement des milieux professionnels. Au niveau économique, les expériences de production et de commercialisation réalisées dans le cadre du projet ARTIVIO, sur une douzaine d'exploitations maraîchères genevoises, confirment l'intérêt potentiel d'une production en vue d'une commercialisation en vente directe. Pour la mise en place d'une filière de production à plus grande échelle, le VdP Plainpalais devra mettre en avant ses atouts : précocité (primeur), qualité gustative exceptionnelle, produit local et valeur patrimoniale, et probablement s'inscrire dans une filière de production certifiée.

A cet égard, les acquis issus des travaux réalisés à l'Hepia, sur la caractérisation génétique et la multiplication du VdP notamment, pourront contribuer à l'établissement d'une telle filière : conservation sécurisée de la variété, multiplication et fourniture aux producteurs de plants génétiquement caractérisés, possibilités d'un contrôle régulier de la conformité du matériel produit et commercialisé.

A terme, afin de promouvoir plus largement la conservation et l'utilisation de la biodiversité agricole genevoise, le VdP pourrait constituer l'emblème d'une gamme élargie et labélisée de légumes traditionnelles genevoises ; en effet, d'autres variétés légumières du patrimoine maraîcher genevois font actuellement l'objet de travaux approfondis : le chou frisé « A pied court de Plainpalais », la côte de bête « Verte lisse de Genève », la mâche « Hâtive de Genève » l' « Oignon rouge de Genève », le poireau « Dubouchet » ou encore la « Tomate de Chancy ».

1. Introduction

L'artichaut Violet de Plainpalais (VdP) est une variété traditionnelle genevoise, mentionnée depuis le XIX^e siècle, et retrouvée par hasard en 1959 dans un jardin privé (Blondin & Gagnebin 1976). Réputée pour son adaptation au climat genevois et ses qualités gustatives, des professionnels soulèvent l'idée, à la fin des années 2000, de la création d'une AOP pour cette variété locale. A cette fin, des essais de multiplication et de culture, ainsi que des études préliminaires de caractérisations génétique, morphologique et organoleptique ont été initiées avec différents partenaires : l'OCAN (GE), l'Agroscope (Changins), le Laboratoire d'analyses sensorielles de Changins (EIC) et la filière agronomie de l'Hepia. Dans ce cadre, plusieurs thèses de bachelor ont notamment été effectuées (Renaudinau, 2015 ; Piccot 2016). Ces travaux exploratoires ont fait l'objet d'une première publication de synthèse (Delabays *et al.* 2017).

Ces premières données rassemblées sur cette variété, ses caractéristiques agronomiques et ses qualités gustatives, permettaient d'envisager des projets de développement concrets pour la filière de production maraîchère genevoise. A cette fin, une demande de financement sur 3 ans (2018-2020) a été adressée à l'OFAG, dans le cadre du volet « Utilisation durable des ressources phytogénétiques » du plan d'action national pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (PAN-RPGAA) ; demande qui devait compléter les contributions parallèlement accordées par le canton (OCAN/GE), l'AMDG (Association des maraîchers du Genevois) et l'Hepia. Ce projet, dénommé ARTIVIO, visait donc à finaliser la description de la variété, et en particulier sa caractérisation génétique, à assainir le matériel végétal (viroses), à créer un conservatoire *in vitro*, enfin à optimiser la multiplication et l'itinéraire technique de la variété. Il s'agissait également de préciser les conditions nécessaires pour assurer la viabilité d'une filière de production du VdP et, le cas échéant, organiser sa mise en place.

Le présent rapport offre une synthèse finale des travaux et observations réalisés dans le cadre de ce projet. Il rappelle brièvement les points essentiels développés dans les rapports 2018 (Cochard *et al.* 2019) et 2019 (Cochard *et al.* 2020), et rapporte plus en détails les observations et résultats obtenus ces derniers mois.

2. Description de la variété

Un des objectifs du projet ARTIVIO était de préciser et documenter la description du VdP, et de le distinguer d'autres lignées d'artichauts violet. En effet, les textes anciens (Dumonthey 1911 ; Dumonthay 1933), ou plus récents (Blondin & Gagnebin 1976 ; Blondin 1999), qui mentionnent l'artichaut Violet de Plainpalais (VdP) n'en donnent souvent qu'une description assez lapidaire :

- il s'agit d'une variété précoce, à même de produire une récolte l'année de la plantation, et rustique (en général, elle hiverne correctement) ;
- la plante est d'un volume assez modeste et produit des capitules moyens à petits ;
- ses bractées, de couleur violette - mais perdant progressive leur teinte en se développant - restent longtemps fermées après récolte ;
- son fond (réceptacle) est, proportionnellement, assez volumineux ;

- Enfin, tous les auteurs relèvent la qualité gustative de cet artichaut : « *délicat* », « *fin* », « *goûteux* », « *succulent* », « *délicieux* », ...

2.1. Historique du matériel étudié

L'artichaut Violet de Plainpalais est une variété locale, héritée des Plantaporrêts¹, proche des cultivars Blanc hyérois et Violet de Provence (Blondin 1999). La première mention écrite de cette variété genevoise figure dans un numéro de 1877 de la *Revue horticole et viticole de la Suisse romande* (Velin 1877). Le même auteur la mentionne dans le même journal cinq ans plus tard (Velin 1882). Puis il y est sporadiquement fait référence dans divers journaux professionnels, comme *Le journal d'horticulture suisse* (Dumonthey 1911) et la *Revue horticole suisse* (Dumonthay 1933).

Sa redécouverte date de 1959 : à l'occasion d'une sortie de la Commission de dendrologie de la Société genevoise d'horticulture, M. Pierre Blondin, alors professeur de cultures maraîchères à l'Ecole d'horticulture de Châtelaine, le repère dans un jardin privé du Grand-Saconnex (Blondin & Gagnebin 1976). A partir de ce matériel, des boutures ont été transférées à la Station de botanique expérimentale de l'Université de Genève (dès 1960), puis chez M. Pierre Morel à Syens (VD), qui a cultivé cet artichaut entre 1990 et 2007 (Morel comm. pers.). Monsieur Morel en a lui-même remis des œilletons aux Conservatoire et Jardin botaniques de Genève (CJB) en 1998, puis en 2005 (Gauthier comm. pers.). C'est là que la Fondation *ProSpecieRara* assure la multiplication de la variété, incorporée à son programme de conservation depuis 1998 (Gauthier comm. pers.). Elle a depuis été régulièrement distribuée auprès de maraîchers et d'amateurs. En 2007, lors du marché campagnard de la Commune de Troinex, quelques professionnels soulèvent l'idée de la création d'une AOP à partir de cette variété locale. Avec le soutien du Service de l'agronomie (GE), des travaux de multiplication - y compris *in vitro* - et de caractérisation génétique sont entrepris à Agroscope (Changins), sur le matériel cultivé aux CJB, remis par *ProSpecieRara* en 2011 (Droz et al. 2012). Dès 2014, dans le cadre de travaux de bachelor réalisés par des étudiants de la filière Agronomie de l'Hepia, des parcelles expérimentales sont installées sur le site de Lullier, avec du matériel remis par Agroscope, en partie issu de la culture *in vitro* (Renaudinau 2015 ; Piccot 2016). Ce matériel a depuis été conservé, documenté, et régulièrement multiplié par l'Hepia, sur le site de Lullier.

2.2. Etablissement d'une collection de référence

Dans le but, notamment, de mieux caractériser les spécificités de la lignée de VdP en notre possession, une première collection d'artichauts violets de référence, d'origines diverses et issus de semences, a été rassemblée en 2018 (tableau 1).

L'ensemble de ce matériel a été semé en octobre 2018, conservés en serre chauffée jusqu'à l'apparition de 10 vraies feuilles (figure 1), puis installé en serre froide, afin de le vernaliser.

Ces diverses accessions et variétés ont été installées au champ en 2019 : une douzaine d'individus par accession ont été plantés, répartis dans 2 parcelles élémentaires de 5 - 6 individus chacune (figure 2).

¹ Le terme « Plantaporrêts » désigne une communauté de maraîchers d'origine française, établie à Genève dès le XVI^{ème} siècle.

Tableau 1. Origine des accessions d'artichauts violets rassemblées en 2018.

Variété	Provenance	Production	Semis (nombre)	Taux de germination (%)	repiquage (pots 12 cm)	2ème repiquage (pots de 5,5L)
Artichaut (sion)	Jardin Sion (VS)	Suisse	19	84.2	16	12
Romanesco	Les jardins de Joséphines 92242 Malakoff (FR)	Italienne	48	60.4	29	12
Romano	Baumaux 88503 Mirecourt (FR)	Française	48	79.2	38	12
Romolo H F1	Girerd 84250 Le Thor (FR)	Française	48	35.4	17	12
Violet de Plainpalais	Exploitation Bernard Blondin 1257 Charrot	Suisse	48	77	37	12
Violet de Provence	La ferme de sainte marthe, 49004 Angers (FR)	Française	48	58.3	28	12
Violet de Provence	Les jardins de Joséphines 92242 Malakoff (FR)	Italienne	48	62.5	30	12
Violetto di Romagna	Graines de Folie 50320 Le Grippon (FR)	Française	48	66.6	32	12



Figure 1. Collection d'artichauts violets de diverses origines et issue de semences.



Figure 2. Plantation de la collection d’artichauts violet (Lullier, 24 juin 2019).

Cette collection, et les observations précises qu’elle nous a permis d’effectuer sur du matériel ainsi cultivé dans des conditions homogènes, nous a permis de réaliser une description discriminante du VdP, tant au niveaux morphologique et phénologique (§ 2.3), qu’au niveau génétique (§ 2.4).

2.3. Morphologie et phénologie

Les observations réalisées sur les accessions de la collection du projet ARTIVIO ont permis de préciser certains caractères morphologiques propres la variété VdP, en utilisant les critères de description de l’UPOV².

Globalement, la collection présente une grande variabilité morphologique, tant au niveau des feuilles (figure 3) qu’à celui des capitules (figures 4 et 5). Le tableau 2 synthétise ces observations morphologiques effectuées sur la collection. Des variations phénotypiques s’observent entre les individus d’une même accession, voire sur un même individu d’une année sur l’autre. Cette plasticité morphologique de l’artichaut est connue ; elle rend parfois la description et la reconnaissance des différentes variétés assez délicates.

² L’UPOV (Union pour la protection des obtentions végétales) établit, pour la caractérisation et la reconnaissance des variétés des espèces cultivées, des descripteurs morphologiques standardisés.



Figure 3. Feuilles de la collection d'artichauts rassemblée dans le cadre du projet ARTIVIO, photographiées le 19 mai 2020. (1. Romagna ; 2. Romolo ; 4. Violet de Plainpalais ; 6. Violet de Provence (Ste Marthe); 7. Romano (Baumaux) ; 8. Romanesco).

Néanmoins, une description de l'artichaut Violet de Plainpalais, à partir des observations réalisées sur le matériel rassemblé à ce jour, peut aujourd'hui être proposée : la variété, d'un port moyennement dressé (figure 6), se caractérise par des capitules de taille modeste (figure 7), de forme ovale, ayant un sommet arrondi à pointu. Proportionnellement, le réceptacle est plutôt volumineux (figure 5). Les bractées, orientées vers le centre et munies d'un mucron, présentent une échancrure moyennement profonde (tableau 2).



Figure 4. Capitules de la collection d'artichauts rassemblée dans la cadre du projet ARTIVIO, récoltés le 16 mai 2020. (1. Romagna ; 2. Romolo ; 3. VS-Sion ; 4. Violet de Plainpalais ; 5. Violet de Provence (Joséphine ; 6. Violet de Provence (Ste Marthe); 7. Romano (Baumaux).



Figure 5. Section des capitules de 3 accessions de la collection d'artichauts du projet ARTIVIO. (1. Romagna ; 2. Romolo ; 4. Violet de Plainpalais).



Figure 6. Port semi-dressé de l'artichaut "Violet de Plainpalais" (Photo : G. Renaudineau).



Figure 7. Artichaut « Violet de Plainpalais » sur la parcelle de Lullier (3 juin 2019).

Tableau 2. Caractères morphologiques de la collection d'artichauts violet.

Critères	Variété	Violet de Plainpalais	Madrigal (référence)	Violet de Provence (Joséphine)	Romanesco	Romano	Jardin Sion (cardon)	Violet de provence (St Marthe)	Violetto di romagna	Romolo hybride F1
Feuilles	Port	Semi-dressé à dressé	Semi-dressé à dressé	Semi-dressé	Semi-dressé (petite taille)	Semi-dressé à dressé	Semi-dressé	Semi-dressé à dressé	Dressé, semi dressé	Semi-dressé
	Intensité découpeure	Moyenne	Forte	Faible à moyenne	Feuillage bien découpé, différenciation reliure lobes axillaires et nervure cent.	Très marquée, distinction des lobes axillaires et des pointes	Très marqué	Moyenne	Moyenne à forte, feuillage de la nervure centrale plus prononcé	Faible
	forme extrémité du lobe	Aiguë large	Aiguë large	Aiguë	Aiguë	Aiguë	Aiguë, très pointu, épines sur extrémités et aisselles des lobes	Aiguë, épines sur extrémités et aisselles des lobes	Aiguë large, (épines sur un individu)	Aiguë
	couleur du limbe	Vert-gris à vert moyen, couverture blanchâtre	Vert foncé	Vert-clair à vert moyen, duvet blanchâtre	Vert gris, avec duvet blanchâtre	Vert (le plus vert de tous), duvet blanchâtre	vert tirant sur gris, avec duvet blanchâtre marqué	Vert clair à vert moyen, couverture blanchâtre	Vert (tirant sur bleu), duvet blanchâtre moins prononcé	Vert tirant sur gris, couleur blanchâtre moins prononcée
	Structure foliaire	Nervure centrale peu prononcée, entourée d'un tissu foliaire (≤ 3 cm). Extrémité des lobes arrondie		Nervure centrale très prononcée. Tissu foliaire moyennement large (1 à 2 cm). Extrémité des lobes faiblement arrondie	Nervure centrale bien prononcée, avec un tissu foliaire assez dense (2 cm). Feuille très palmée et géométriques. Les individus sont petits, mais sont sains	Nervure centrale bien prononcée, avec un tissu foliaire assez dense (2 cm). Feuille très palmée et formes géométriques. Sensibilité aux attaques de chenilles	Distinction très marquée des lobes axillaires ; nervure centrale très prononcée. Tissu foliaire quasi inexistant à la base. Base des lobes axillaires très marqué (alternance sur la nervure centrale)	Nervure centrale très prononcée. Tissu foliaire qui entoure la moins large (1 à 2 cm). Extrémités des lobes aiguë. Lobes axillaire petits. La feuille géométrique presque symétrique par rapport à la nervure centrale	Nervure centrale moyennement marquée, avec tissu foliaire dense (env 2 cm). Lobes axillaires très nombreux et de forme pennatiséquée.	Nervure centrale prononcée à la base. Le tissu foliaire qui l'entoure se confond avec les lobes axillaires, de forme arrondis

Tableau 2. Caractères morphologiques de la collection d’artichauts violet (suite).

Critères	Variété	Violet de Plainpalais	Madrigal (référence)	Violet de Provence (Joséphine)	Romanesco	Romano	Jardin Sion (cardon)	Violet de provence (St Marthe)	Violetto di romagna	Romolo hybride F1
Capitule (premier)	Forme (section longi.)	Ovale	Ovale	Oblongue	-	Cylindrique/ Ovale	-	Ovale/ Oblongue	Ovale	Cylindrique
	Forme sommet	Pointue	Pointue	Aplatie	-	Aplatie	-	Pointue/ Aplatie	Pointue	Aplatie
	Intensité couleur (violet)	Moyenne	Nulle	Très faible (2019) Intense (2020)	-	Très faible/ Faible	-	Intense	Intense	Intense
Bractées externes	Mucrons	Présents	Présents	Présents	-	Présents	-	Présents	Présents	Peu présents
	Forme sommet	Emargée	Emargée	Emargée	-	Aplatie	-	Pointue	Pointue	Aplatie/ Emmargée
	Profondeur échancrure	Moyenne	Moyenne	Peu profonde	-	Peu profonde	-	Peu profonde	Très peu profonde	Faible
	Courbure pointe	Vers le centre	Vers le centre	Droite	-	Vers le centre	-	droite	Droite	Vers le centre

2.4. Caractérisation génétique

2.4.1. Développement de la méthode

Afin de certifier que l'artichaut Violet de Plainpalais est un cultivar distinct des autres variétés à bractées violettes, comme le Violet de Provence ou le Violet de Toscane, un programme de profilage génétique, par marqueurs microsatellites ou SSR (Simple Sequence Repeats), fut mis en place courant octobre 2018 (Cochard *et al.*, 2019).

L'analyse des différentes accessions fut réalisée sur un échantillonnage de 24 artichauts, comprenant 15 individus du cultivar « Violet de Plainpalais » provenant de sources différentes, ainsi que 9 individus de différentes variétés (Madrigal, Camus de Bretagne, Violet de Provence, Romolo Hf1, Violet de Romagne et Romanesco). L'ensemble des accessions est répertorié dans le tableau 3.

Tableau 3. Liste des différentes accessions d'artichauts violet utilisées pour le développement de la caractérisation génétique du Violet de Plainpalais (VdP).

<u>Code interne</u>	<u>Cultivar</u>	<u>Origine</u>
ART 1	Violet de Plainpalais	Artichaut provenant de l'agroscope de Changin / passage in-vitro possible
ART 2	Madrigal	Artichaut récolté en 2018 et cultivé par M. B. Blondin (Charrot)
ART 3	Violet de Plainpalais	Artichaut récolté en 2018 sur la ferme de Budé
ART 4	Camus de Bretagne	Marché de plainpalais
ART 5	Violet de Provence	Marché de plainpalais
ART 6	Violet de Plainpalais	Artichaut provenant de l'agroscope de Changin / passage in-vitro possible
ART 7	Violet de Plainpalais	Artichaut provenant de la parcelle de Baulieu (Association des artichauts)
ART 8	Violet de Plainpalais	Artichaut provenant de Pro species rara
ART 9	Violet de Plainpalais	Changin / couche de l'argoscope (non passé par in-vitro) / ech A
ART 10	Violet de Plainpalais	Prolifération in-vitro lullier vitroplant 1 / artichaut provenant du site de Lullier / boîte 1 rep 1 / ech B
ART 12	Violet de Plainpalais	Prolifération in-vitro lullier vitroplant 2 / artichaut provenant du site de Lullier / boîte 2 rep 1 / ech F
ART 13	Violet de Plainpalais	Prolifération in-vitro lullier vitroplant 2 / artichaut provenant du site de Lullier / boîte 2 rep2 / ech G
ART 14	Violet de Provence	Ferme de St Marthe / Semis Gaele oct 2018 / ech B
ART 15	Romano	Semencier, Baumaux / Semis oct 2018 / ech A
ART 16	Violet de Provence	JSemencier, ardin de Joséphine / Semis oct 2018 / ech A
ART 17	Violet de Plainpalais	B. Blondin / Semis Gaele oct 2018 / ech B
ART 18	Artichaut violet Romolo Hf1	Semencier, Girerd / Semis oct 2018 / ech A
ART 19	Violet de Romagne	Semencier, Graine de folie / Semis oct 2018 / ech A
ART 20	Artichaut ND VS 19	Semis oct 2018 / ech B
ART 21	Romanesco	Semencier, Jardin de Joséphine / Semis oct 2018 / ech B
ART 22	Violet de Plainpalais	Ferme de la Touvière / présente des caractéristiques phéno différentes (beaucoup d'œilletons) / ech B
ART 23	Violet de Plainpalais	Ferme de la Touvière / ech A
ART 24	Violet de Plainpalais	Ferme de la Touvière / ech B
ART 25	Violet de Plainpalais	Ferme de la Touvière / caractéristique phénotypique normale (témoin) / ech A

L'analyse de profils génétiques réalisée sur ce matériel (Cochard *et al.*, 2019) avait montré que l'utilisation de marqueurs de type microsatellite SSR (*Simple Sequence Repeats*), issus des études de Scaglione *et al.* (2009) et Acquadro *et al.* (2005), permettaient de différencier les cultivars d'artichauts, et notamment de reconnaître le Violet de Plainpalais (VdP) comme une variété à part entière (tableau 4 et figure 8).

Tableau 4. Caractéristiques des microsatellites SSR retenus pour la caractérisation génétique de l’artichaut violet de Plainplais (VdP) (Cochard *et al.*, 2019).

Locus	Source	Accession /Unigene name (F/R)	Forward primer	Reverse primer	Motif	Allel size range (pb)	N° of repeats
CMAFLP-01	Acquadro et al. (2005)	AY795822 / AY795823	TCATGGCATTATGAATGTT	ATAAATATTTGATTGTTTCT	(AT)6(AC)3(GA)2	210–230	10
CMAFLP-04	Acquadro et al. (2005)	AY795824 / AY795825	CGATAGCTCTTCCCTTT	ATGGGTGAGATTGGTTTAC	(TC)11(TA)9(GT)13	310–360	10
CMAFLP-18	Acquadro et al. (2005)	AY795836 / AY795837	AAGTGTGCATAATAACTTACC	CCGAACAAATGCTTACAA	(CA)8(TA)6(CA)5(TA)4(GT)5	200–250	13
CyEM-010	Scaglione et al. (2009)	GE612656	TCATGGTGAAAGATGGAAGGAC	CATGAGATCTGATCATCCCCTTA	(TGT)7	152–194	12
CyEM-037	Scaglione et al. (2009)	CL1651Contig1	CGCCTTCTTCATTGATGGTAA	TCTGTCACTTTGGGTTCTTG	(CT)16	191–225	12
CyEM-054	Scaglione et al. (2009)	CL4038Contig1	AGAGAGGGGTGAACATGGAAT	GCAACTTTAAAGCGAGGTCT	(ATGTGG)6	268–305	11
CyEM-105	Scaglione et al. (2009)	GE588534	GGTTGAGGAAAAGGAGAACGA	CTTCAACACCCCACTTTTCC	(AAG)7	85–107	6
CyEM-254	Scaglione et al. (2009)	CL3757Contig1	CGAAATCCAAATCCCAAAT	TGGGGTTTGATTGAGAGGAAT	(TC)12	108–141	15

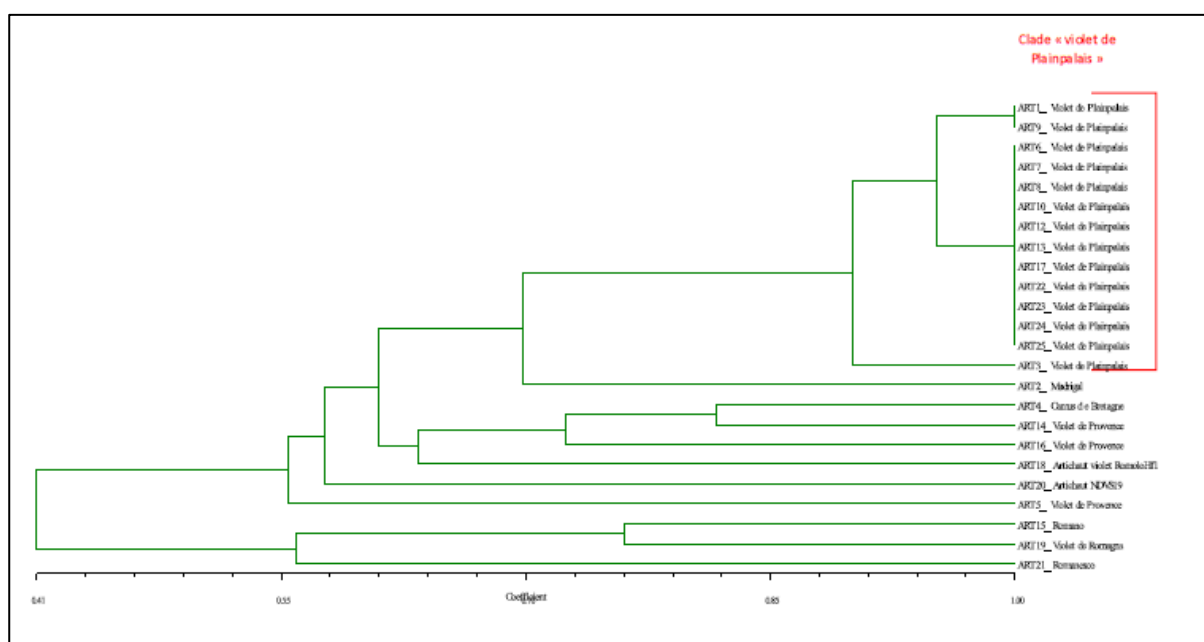


Figure 8. Collection d’accessions d’artichauts violets du projet ARTIVIO : dendrogramme UPGMA issu du profilage génétique réalisé en 2018, à l’aide du programme NTSYSpc (Cochard *et al.*, 2019).

2.4.2. Analyses effectuées en 2020 et profils génétiques obtenus

Durant la saison 2020, dans le cadre observations réalisées sur l’ensemble des sites de production (cf. § 4.), des différences de phénotypes, au niveau du port et de l’inflorescence, ont été repérées sur quelques plantes, chez 2 producteurs (figure 7).

Afin de déterminer si ces différents phénotypes étaient induits par des conditions environnementales, une dérive génétique ou l’introduction accidentelle d’un cultivar d’artichaut différent, un échantillonnage de 18 individus présentant, ou non, des différences phénotypiques, furent prélevés, le 8 août 2020, chez 6 producteurs et dans notre collection de référence.

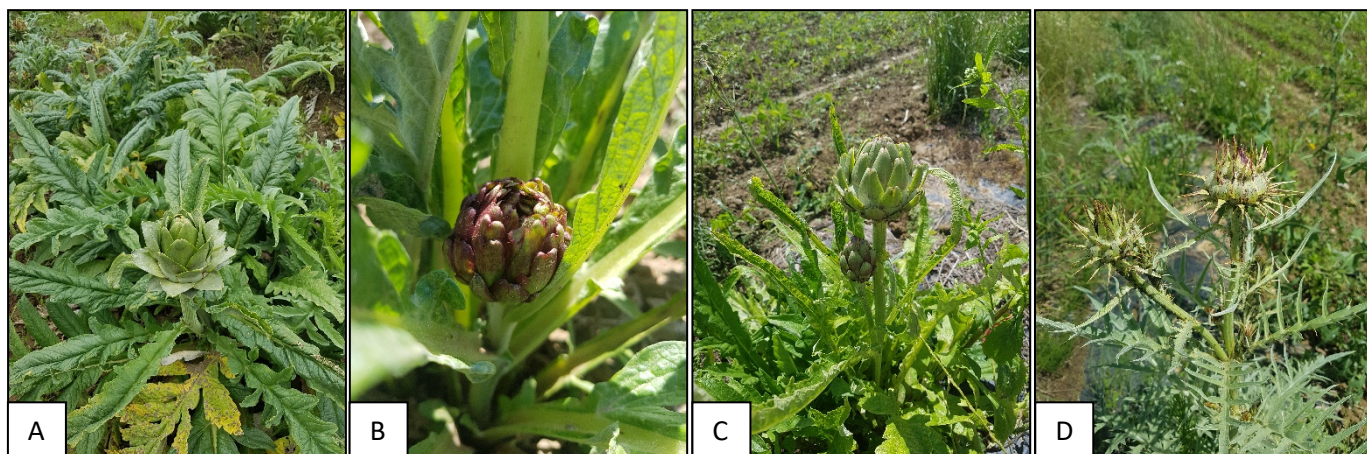


Figure 7. Différents phénotypes observés en 2020 dans 2 parcelles de production d’artichauts violet de Plainpalais. (A) 2020, Art11_A Gallay 1 ; (B) 2020, Art10_AVP Gallay 2 ; (C) 2020, Art 13_AVP Chavaz 1 ; (D) 2020, Art 16_AVP Chavaz 4.

L’ensemble de ce matériel a été analysé selon le protocole établi (Cochard *et al.* 2019). Parallèlement, trois témoins positifs d’artichaut VdP (tableau 5), issus de la première analyse (2019 : Art 9, 10 et 23), furent également ajoutés, afin de vérifier si les tailles des amplicons et les profils qui en découlent sont corrélés aux résultats de la première étude.

Tableau 5. Origines des échantillons (2019) d’artichauts violet de Plainpalais (VdP), utilisés comme témoin positif lors de l’analyse génétique effectuée en 2020.

Code interne	Cultivar	Origine
ART 9	Violet de Plainpalais	Changin / couche de l’argoscope (non passé par in-vitro) / ech A
ART 10	Violet de Plainpalais	Prolifération in-vitro lullier vitroplant 1 / artichaut provenant du site de Lullier / boîte 1 rep 1 / ech B
ART 23	Violet de Plainpalais	Ferme de la Touvière / ech A

Pour chacune des 18 plantes étudiées, une extraction d’ADN fut réalisée selon le protocole Douglas & Lefort (1999), puis chaque échantillon d’ADN fut purifié sur colonne *Zymo Research Genomic DNA Clean & Concentrator™* (lot ZRC202797) afin d’augmenter la qualité des extraits d’ADN. Enfin, chaque extrait fut dilué à une concentration de 50ng/μL. L’ensemble des résultats d’extraction d’ADN est synthétisé dans le tableau 6.

Une fois l’ensemble des 168 amplifications PCR réalisé, à l’aide du kit *MyTaq™ DNAPolymerase* (Bioline) et des programmes PCR optimisés (tableau 7), une séparation par électrophorèse capillaire parallèle fut effectuée à l’aide de l’appareil *Fragment Analyser* (Agilent). La visualisation et l’analyse des profils génétiques de chaque échantillon furent réalisées à l’aide du programme *ProSize data analysis software*.

Tableau 6. Résultats des extractions d'ADN pour les 18 échantillons d'artichauts étudiés en 2020.

Echantillons analysés			Extractions d'ADN			Purifications sur colonne Z-R™			Dilutions des échantillon (50ng/μL)		
Nom échantillon	Code interne	Masse feuille fraîche (mg)	Conc. ADN (ng/μL)	Rapport 260/280	Rapport 260/230	Conc. ADN (ng/μL)	Rapport 260/280	Rapport 260/230	Conc. ADN post dilution ng/μl	Rapport 260/280	Rapport 260/230
AVP Collection 1	ART1	80	1008.9	2.11	1.71	723.85	2.10	2.24	45.26	2.14	2.34
AVP Collection 2	ART2	78	841.0	2.14	2.00	577.33	2.14	2.28	51.58	2.08	2.32
AVP Gonin 1	ART3	85	492.7	2.09	1.81	373.48	2.14	2.21	49.25	2.01	2.21
AVP Gonin 2	ART4	78	396.3	2.00	1.22	229.62	2.14	2.15	49.12	2.02	2.17
AVP Chenevard 1	ART5	82	409.1	2.02	1.48	283.69	2.13	2.13	50.28	2.00	2.12
AVP Chenevard 2	ART6	81	446.4	2.05	1.73	317.23	2.12	2.15	50.65	1.99	2.13
Potager Gaia 1	ART7	78	1060.2	2.14	1.79	764.36	2.13	2.26	44.64	2.08	2.37
Potager Gaia 2	ART8	84	531.9	2.05	1.55	355.27	2.14	2.22	51.38	2.04	2.18
AVP Gallay 1	ART9	80	720.8	2.07	1.66	528.17	2.13	2.25	51.10	2.06	2.24
AVP Gallay 2	ART10	81	494.9	2.02	1.60	371.12	2.06	2.02	48.09	2.02	2.05
A. Gallay 1	ART11	77	1343.5	2.12	1.89	1052.27	2.14	2.29	40.68	2.06	2.53
A. Gallay 2	ART12	80	1159.1	2.10	1.62	914.58	2.12	2.24	46.21	2.06	2.41
AVP Chavaz 1	ART13	82	1052.7	2.04	1.33	749.36	2.08	2.06	41.35	1.98	2.17
AVP Chavaz 2	ART14	80	417.0	2.03	1.66	299.36	2.12	2.18	46.72	2.02	2.09
AVP Chavaz 3	ART15	76	545.6	1.87	0.99	282.41	2.11	1.96	47.56	2.11	2.01
AVP Chavaz 4	ART16	81	1036.0	1.98	1.03	444.29	2.09	1.95	46.10	2.02	1.99
AVP Trajets jardins 1	ART17	83	685.8	1.99	1.28	430.34	2.08	1.99	49.46	1.96	2.05
AVP Trajets jardins 2	ART18	80	495.0	1.96	1.12	302.97	2.12	2.07	51.41	2.11	2.01

Les résultats des profils génétiques obtenus ont été listés et harmonisés afin de lisser les différences de tailles comprises entre 1 et 3 bases, inhérentes à l'appareil et induites par de faibles décalages temporels de migration entre capillaires. Cette harmonisation des profils permet d'éviter de créer de fausses variabilités entre individus. Les profils alléliques de tous les échantillons 2020 sont présentés dans le tableau 8.

Afin de déterminer les liens de relation génétique entre chaque taxon, un arbre phylogénétique fut obtenu par la méthode UGPMA, grâce au programme NTSYSpc qui utilise un algorithme de clustérisation séquentielle (Rohlf, 2008). Afin de satisfaire à la méthode utilisée par le logiciel, les données des profils alléliques de chaque taxon ont été transformées de façon à remplir une matrice binaire (1 = présence / 0 = absence) et classées par ordre de taille croissante des allèles (tableau 8). Par la suite, une matrice de similarité fut calculée en utilisant le coefficient SM.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse phylogénique a été réalisée en croissant les résultats de 2018 et 2020. L'ensemble des profils alléliques harmonisés sous formes de matrice binaire est synthétisé dans le tableau 9.

Tableau 7. Programmes PCR appliqués en fonction des paires de microsatellites utilisées pour l'analyse génétique des 18 échantillons d'artichauts étudiés en 2020.

Oligonucléotide	Température hybridation	Polymérase utilisée	Programme PCR	T°C	Temps (secondes)
CMAFLP-01	45°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	30"
			Hybridation	45	30"
			Elongation	72	15"
			Nombre de cycles		35*
CMAFLP-04	53°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	15"
			Hybridation	53	15"
			Elongation	72	10"
			Nombre de cycles		35*
CMAFLP-18	55°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	10"
			Hybridation	55	10"
			Elongation	72	10"
			Nombre de cycles		35*
CyEM-010	55°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	15"
			Hybridation	55	15"
			Elongation	72	10"
			Nombre de cycles		35*
CyEM-037	55°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	15"
			Hybridation	55	15"
			Elongation	72	10"
			Nombre de cycles		35*
CyEM-054	60°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	10"
			Hybridation	60	10"
			Elongation	72	10"
			Nombre de cycles		35*
CyEM-105	45°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	15"
			Hybridation	45	15"
			Elongation	72	20"
			Nombre de cycles		35*
CyEM-254	55°C	Bioline MyTaq DNA pol	Dénaturation	95	10"
			Hybridation	55	10"
			Elongation	72	10"
			Nombre de cycles		35*

Tableau 8. Profils génétiques des différents artichauts étudiés en 2020 (les tailles d'allèles sont données en nombre de paires de bases pour chaque locus microsatellite).

Oligonucléotides			CMAFLP-01		CMAFLP-04		CMAFLP-018			CyEM-010		CyEM-037			CyEM-054			CyEM-105		CyEM-254	
Echantillons	Code interne	Loci (bp)	270	207	250	238	205	201	162	183	170	222	210	203	304	296	273	110	106	138	128
AVP Collection 1	ART1		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Collection 2	ART2		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Gonin 1	ART3		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Gonin 2	ART4		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Chenevard 1	ART5		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Chenevard 2	ART6		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
Potager Gaia 1	ART7		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
Potager Gaia 2	ART8		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Gallay 1	ART9		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Gallay 2	ART10		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
A. Gallay 1	ART11		0	207	250	238	0	0	162	183	0	222	210	0	304	0	273	0	106	138	128
A. Gallay 2	ART12		0	207	250	238	205	0	0	183	0	222	210	0	304	0	273	0	106	138	128
AVP Chavaz 1	ART13		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Chavaz 2	ART14		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Chavaz 3	ART15		270	0	250	0	0	201	0	183	0	222	210	0	0	0	273	0	106	138	128
AVP Chavaz 4	ART16		270	0	250	0	0	201	0	183	0	0	0	203	0	296	0	0	107	138	128
AVP Trajets jardins 1	ART17		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
AVP Trajets jardins 2	ART18		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
ART9-BC2018	T3		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
ART10-BC2018	T4		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128
ART23-BC2018	T5		270	0	250	238	205	0	0	183	170	222	0	0	304	0	0	110	0	138	128

Tableau 9. Analyse génétique des échantillons d'artichauts 2020 : matrice binaire utilisée pour la production du dendrogramme, réalisé à l'aide du programme NTSYSpc.

Loci	98	104	124	130	135	140	160	162	165	181	193	198	200	201	203	205	210	218	225	231	242	260	266	273	278	290	296	305
Echantillons																												
2018_ART1_VdP	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2018_ART2_Madrigal	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
2018_ART4_Camus de Bretagne	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
2018_ART5_V de Provence	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2018_ART14_V de Provence	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
2018_ART15_Romano	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2018_ART16_V de Provence	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2018_ART18_Romolo Hf1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
2018_ART19_V de Romagne	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2018_ART20_ND VS 19	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
2018_ART21_Romanesco	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
2018_ART22_VdP	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2018_ART24_VdP	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2018_ART25_VdP	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART1_AVP Collection 1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART2_AVP Collection 2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART3_AVP Gonin 1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART4_AVP Gonin 2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART5_AVP Chenevard 1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART6_AVP Chanevard 2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART7_Potager Gaia 1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART8_Potager Gaia 2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART9_AVP Gallay 1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART10_AVP Gallay 2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART11_A. Gallay 1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
2021_ART12_A. Gallay 2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
2021_ART13_AVP Chavaz 1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART14_AVP Chavaz 2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART15_AVP Chavaz 3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
2021_ART16_AVP Chavaz 4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART17_AVP Trajets jardins 1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_ART18_AVP Trajets jardins 2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_T3 (Art09_2018)	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_T4 (Art10_2018)	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
2021_T5 (Art23_2018)	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0

2.4.3. Caractérisation génétique : discussion générale et conclusion

Les profils génétiques des différentes accessions d'artichauts, basés sur l'analyse 8 loci microsatellites de type SSR, met en évidence une exacte similitude des différentes accessions de l'artichaut VdP étudiées.

La représentation graphique sous forme de dendrogramme UGPMA (figure 9), issue de l'analyse NTSYSpc, montre une homogénéité parfaite, coefficient de 1, pour l'ensemble des profils de VdP (échantillons 2018 et 2020).

Par ailleurs, l'analyse des 4 échantillons de VdP échantillonnées en 2021, et présentant des différences phénotypiques (Art 11, 12, 15 et 16, figure 2), montre très clairement que ces 4 artichauts n'appartiennent pas au clade artichaut de VdP. Cependant, il n'est pour l'heure pas possible de définir le cultivar précis de ces 4 plantes.

Le profilage génétique basé sur l'étude d'oligonucléotides de type microsatellite SSR provenant des études de Scaglione *et al.* (2009) et Acquadro *et al.* (2005) montre donc que la méthode employée est fiable (fort pouvoir de discrimination entre différents cultivars d'artichaut), mais également robuste (bonne reproductibilité de profils génétiques qui sont identiques entre les échantillons de 2018 et 2020).

L'utilisation de cette méthode de profilage moléculaire dans le cadre d'analyse de contrôle qualité de l'homogénéité génétique de plantons produits et vendus sous le nom de Violet de Plainpalais en analyse de routine est donc une voie intéressante pour la certification de ce cultivar.

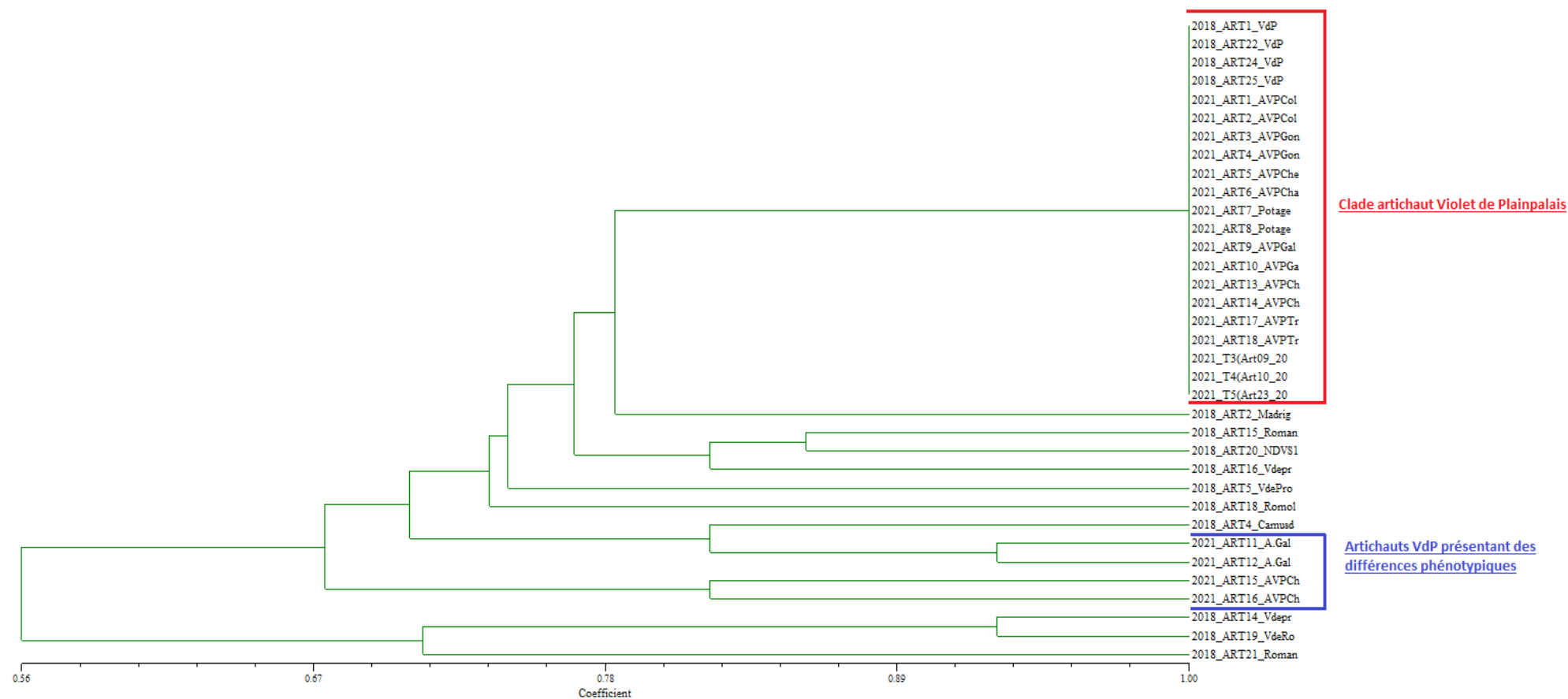


Figure 8. Dendrogramme UGPMA des différents échantillons d'artichauts échantillonnés en 2018 et 2020

2.5. Profil sensoriel

Outre sa rusticité et sa précocité – deux caractéristiques offrant un potentiel certain pour la mise en valeur, au moins locale, de l’artichaut violet de Plainpalais – ce sont ses qualités gustatives, systématiquement relevées dans les documents le mentionnant, qui confèrent un intérêt particulier à cette variété traditionnelle. Ces qualités sont également corroborées par plusieurs témoignages, notamment ceux recueillis encore récemment auprès de M. François Gagnebin (Renaudineau 2015) : la personne qui a assuré, à la Station de botanique expérimentale de l’Université de Genève, la conservation de la variété après sa redécouverte en 1959. Afin de confirmer et documenter cet aspect important, des tests de dégustation ont été effectués au laboratoire d’analyse sensorielle de la Haute école de viticulture et œnologie de Changins.

Un premier test de comparaison, de type hédoniste³, avait été effectué en 2015 entre les variétés "Violet de Plainpalais", "Violet de Provence" et "Castel blanc" : un panel de 81 dégustateurs n’avait pas relevé de différences au niveau de l’appréciation de la texture des 3 variétés, mais il avait significativement préféré le "Violet de Plainpalais" pour l’appréciation générale, ainsi qu’au niveau du goût. Cette préférence pour le "Violet de Plainpalais" s’est confirmée en incluant dans l’analyse les résultats d’un autre essai, avec un panel de dégustation plus réduit (10 personnes), et dans lequel la référence « Violet de Provence » était remplacée par la variété "Cardinal " (figure 10) (Renaudineau 2015).



Figure 10 : Dégustation « hédoniste » de l’artichaut Violet de Plainpalais

³ Un test hédoniste vise à classer des échantillons dégustés par ordre de préférence, sans description formalisée du produit dégusté. Le panel de dégustation peut être composé de personnes formées, mais également d’un public large, non sélectionné.

En 2016, des dégustations comparatives ont été effectuées dans le but de dresser le profil sensoriel de l'artichaut "Violet de Plainpalais", en parallèle avec les variétés "Camus de Bretagne", "Salambo" et "Cardinal", 3 variétés de référence actuellement sur le marché. Dans le cadre de cette étude (Piccot 2016), 19 descripteurs (10 au nez et 9 en bouche) ont été générés par un panel d'une quinzaine de dégustateurs expérimentés⁴. Globalement, il ressort de ces analyses que le "Violet de Plainpalais" est caractérisé par une intensité olfactive prononcée, ainsi qu'une persistance aromatique et une amertume assez marquée. Au niveau de la texture, il apparaît significativement moins fibreux/filandreux que les autres variétés (figure 11 à 13).

En conclusion, il ressort de ces travaux que les caractéristiques organoleptiques de l'artichaut violet de Plainpalais permettent affectivement de le distinguer d'autres variétés, notamment des références commerciales actuelles. Son évaluation qualitative confirme les témoignages historiques, ainsi que les retours des producteurs qui l'ont commercialisé directement dans le cadre du projet ARTIVIO (cf. § 4)

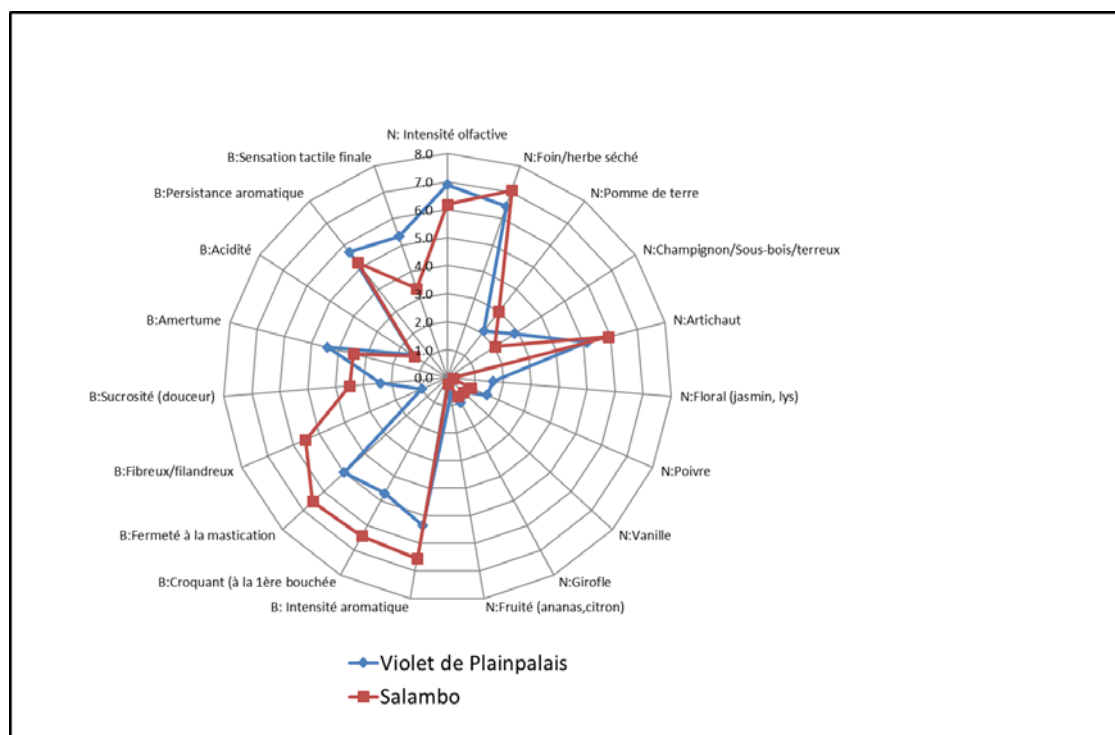


Figure 11. Caractérisation sensorielle de variétés d'artichaut : radar pour les valeurs moyennes de 19 descripteurs - au nez (N) et en bouche (B) - pour le "Violet de Plainpalais" et le "Salambo".

⁴ Il s'agissait de personnes entraînées aux tests sensoriels, à raison d'une séance hebdomadaire de 90 minutes depuis 2 à 6 ans.

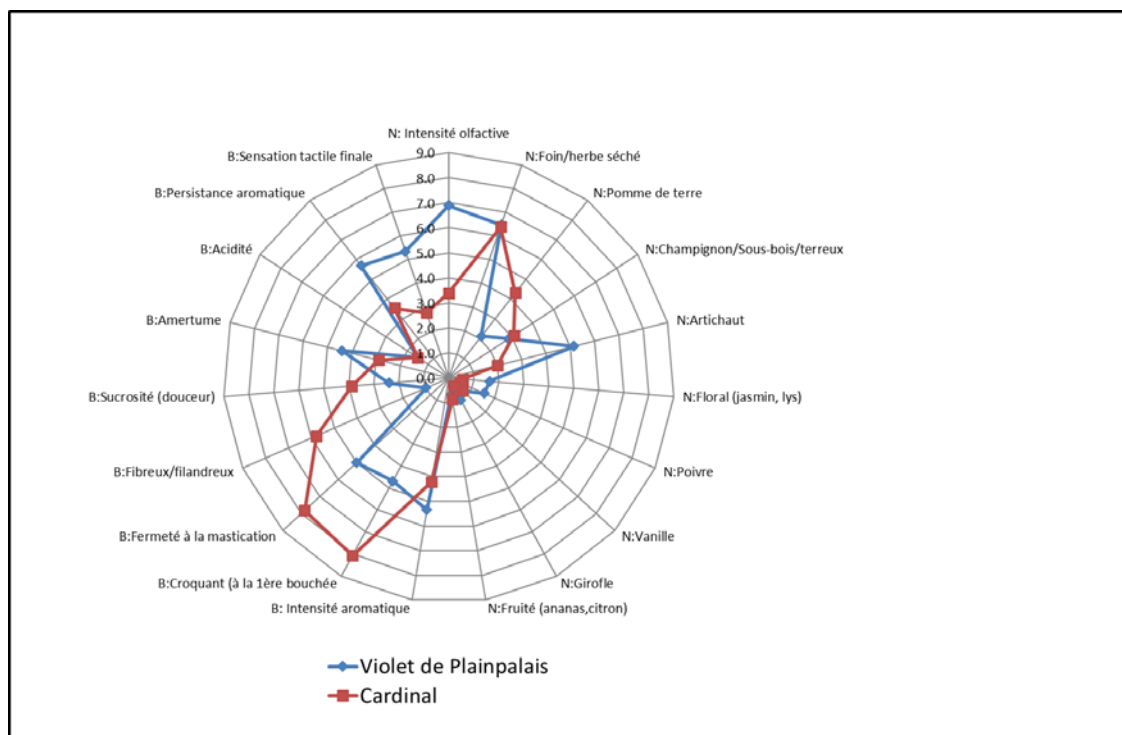


Figure 12. Caractérisation sensorielle de variétés d'artichaut : radar pour les valeurs moyennes de 19 descripteurs - au nez (N) et en bouche (B) - pour le "Violet de Plainpalais" et le "Cardinal".

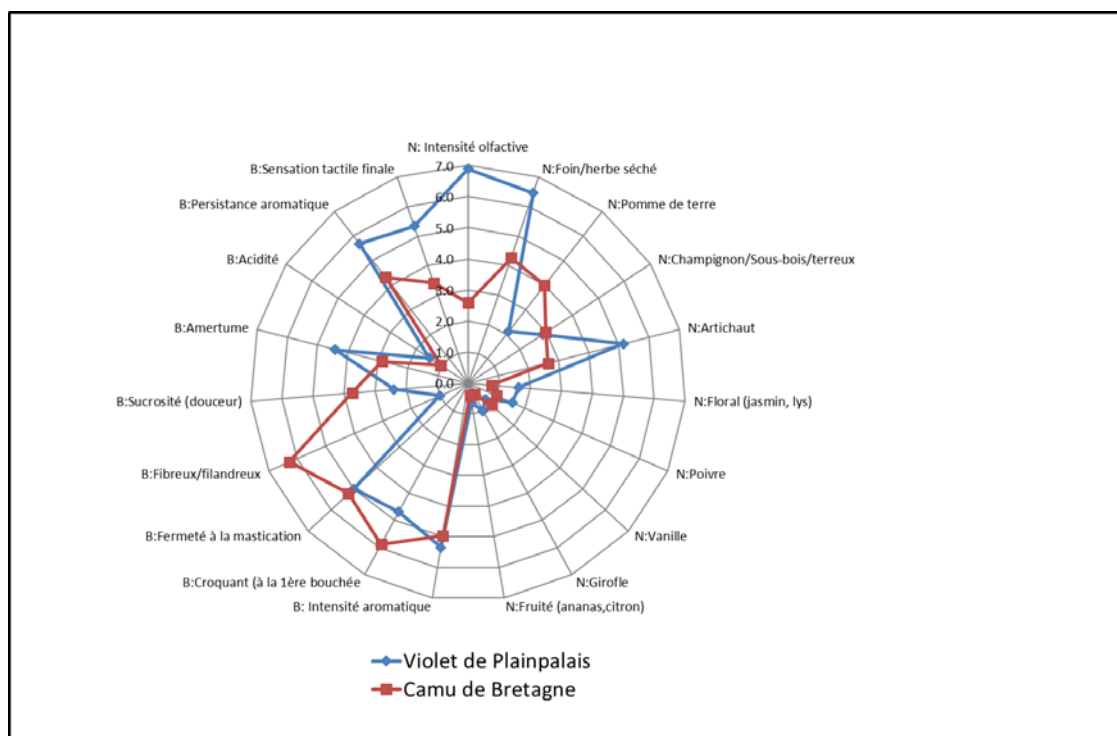


Figure 13. Caractérisation sensorielle de variétés d'artichaut : radar pour les valeurs moyennes de 19 descripteurs - au nez (N) et en bouche (B) - pour le "Violet de Plainpalais" et le "Camu de Bretagne".

3. Multiplication

Protandre⁵, l'espèce est fortement allogame : une multiplication par semis génère donc une descendance très hétérogène. C'est ce qui, historiquement, a motivé l'utilisation du bouturage pour la multiplication des cultivars les plus intéressants. Dans le cadre du projet ARTIVIO, des bouturages classiques (œilletonnages), ainsi qu'une multiplication *in vitro* ont été expérimentés.

3.1 Multiplication *in vitro*

Pour rappel, dans le cadre du projet ARTIVIO, un protocole de conservation et de multiplication *in vitro* de l'artichaut violet de Plainpalais fut mis en place durant l'automne 2018, à partir de 20 plants œilletonnés sur une parcelle expérimentale, située sur le site de Lullier, mise en place dans la cadre d'un travail de bachelor (Piccot, 2016). Cette première tentative d'établissement n'avait pas permis de multiplier et de conserver les explants sur plusieurs générations (Cochard *et al.* 2019). Un déclin de l'ensemble des explants fut observé, entraînant une perte de la collection durant la période mai - juin 2019. A la suite de cet échec, une seconde tentative fut réalisée entre septembre et novembre 2019, en tenant compte des observations réalisées durant le premier essai. Ce nouvel essai a permis d'établir et de multiplier une collection d'artichauts VdP préalablement acclimatés aux conditions *in vitro* (Cochard *et al.*, 2020). Actuellement, la collection est composée d'une vingtaine de boîtes contenant chacune entre 20 et 30 plantes, soit, un total de 400 et 600 explants en culture axénique et à des stades de développements différents (figure 14).

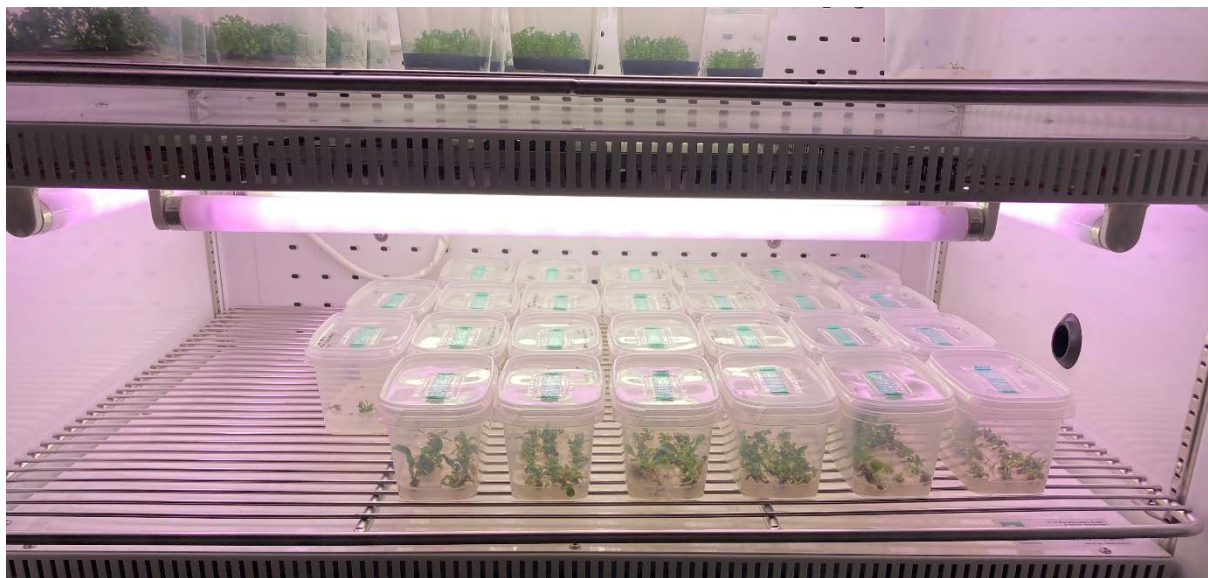


Figure 14. Collection *in vitro* d'artichauts violet de Plainpalais (VdP) (Lullier, 01.07.2021)

La croissance et l'enracinement, qui sont des étapes connues pour être difficiles chez cette espèce (Comino *et al.* 2019 ; Cavallaro *et al.* 2013), restent des points critiques dans le cas du cultivar VdP. Ces étapes sont mal maîtrisées et doivent encore être optimisées. Plusieurs

⁵ Chez les espèces protandres, lors de la floraison, le pollen est relâché avant la maturité des organes femelles, ce qui limite l'autofécondation.

essais furent donc menés dans ce sens et ont permis d'améliorer significativement la croissance, mais également l'enracinement des explants. L'établissement *in vitro* du cultivar d'artichaut VdP, réalisé entre septembre et novembre 2019 sur des œilletons prélevés durant cette période a permis de multiplier un nombre important d'explants en affinant le protocole. Lors du premier essai, un nombre important d'explants présentaient des signes d'hyperhydricité (vitrescence), d'oxydation des tissus et de dégénérescence (perte de dominance apicale), entraînant un dépérissement des artichauts en culture (figure 15). D'autre part, un nombre important de contaminations sont apparues aux cours des repiquages successifs à la suite de l'émergence d'organismes endophytes, présent à l'intérieur des tissus végétaux et libérés lors de la dissection des explants en cours de multiplication.



Figure 15. Explants d'artichauts violet de Planpalais dépérissant et présentant des traces d'hyperhydricité et d'oxydation des tissus.

Afin de pallier ces problèmes, plusieurs paramètres furent modifiés :

- Ajustement de la concentration en phytohormones
- Ajustement de l'intensité lumineuse
- Temps de contact réduit entre les explants et le milieu fortifié en cytokinine (BAP).
- Passage sur un milieu sans hormones (sevrage)
- Repiquage en lignée issue d'un seul explant primaire, afin de limiter les risques de contaminations croisées

Bien que ces améliorations aient permis d'établir une collection axénique d'artichauts, cette étape de multiplication fut longue. Le protocole utilisé est peu efficient vis-à-vis de la vitesse de croissance. Entre deux et quatre repiquages sont nécessaires pour obtenir un nombre important d'explants suffisamment développés, soit entre un à quatre mois. Le tableau 10 résume le procédé de désinfection utilisé, ainsi que les différentes améliorations apportées au protocole d'établissement *in vitro* sur la période 2018 et 2019. Les modifications apportées au protocole de multiplication comprennent : un passage de 4 jours sur milieu de prolifération, suivi d'un transfert sur milieu de sevrage durant 2 semaines ; une diminution de l'intensité lumineuse réduite à $60 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$; une réduction de la concentration en BAP ajoutée au milieu nutritif (0.33 mg/L au lieu de 0.5 mg/L). Elles ont permis de contrebalancer les effets d'hyperhydricité et de dégénérescence observés sur les explants.

Tableau 10. Protocoles et conditions culturales appliqués durant les essais d'établissement in vitro de l'artichaut VdP en 2018 et 2019.

Etablissement 2018	
Désinfection	Pré désinfection : Lavage des oëillets à grande eau / Préparation des explants / Trempage des explants dans une solution d'eau distillée, additionnée d'acide ascorbique (1 g/L) durant 45 à 60 minutes Désinfection : Trempage sous agitation dans une solution d'hypochlorite de sodium (2.6 %) + 3 gouttes de Tween 20, durant 30 minutes Rincage : Trois passages successifs (3 min ; 3 min et 5 min) dans des solutions stériles d'eau distillée, additionnée d'acide ascorbique (100mg/L)
Milieu de culture	Base minérale Murashige & Skoog (4.4 g/L) + BAP (0.5 mg/L) + Saccharose (3%) + PlantAgar, Ducheffa® (0.8%) + Acide ascorbique (10 mg/L)
Conditions de culture 2018	
Température jour/nuit:	25°C jour / 22°C nuit
Photopériode:	16h jour / 8h nuit
Humidité relative	60 %
PFDD	200 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
Type d'éclairage	Mix 50/50 de néons Sylvania GroLux® et Daylightstar®
Conteneur:	Boite Magenta
Explants de départ	Méristèmes prélevés sur oëillets
Protocole de multiplication 2018	
Les explants issus de bourgeons latéraux sont subdivisés et repiqués sur le milieu de prolifération toutes les trois semaines	
Etablissement 2019	
Désinfection	Pré désinfection : Lavage des oëillets à grande eau / Préparation des explants / Trempage des explants dans une solution d'eau distillée, additionnée d'acide ascorbique (1 g/L) durant 45 à 60 minutes Désinfection : Trempage sous agitation dans une solution d'hypochlorite de sodium (2.6 %) + 3 gouttes de Tween 20, durant 30 minutes Rincage : Trois passages successifs (3 min ; 3 min et 5 min) dans des solutions stériles d'eau distillée, additionnée d'acide ascorbique (100mg/L)
Milieux de culture	Prolifération : Base minérale Murashige & Skoog (4.4 g/L) + BAP (0.33 mg/L) + Sucrose (3 %) + PlantAgar (0.8%) + Acide ascorbique (10 mg/L) Sevrage et croissance : Base minérale Murashige & Skoog + Sucrose (3 %) + PlantAgar (0.8 %) + Acide ascorbique (10 mg/L)
Conditions de culture 2019	
Température	25°C jour / 22°C nuit
Photopériode:	16h jour / 8h nuit
Humidité relative	60 %
PFDD	60 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
Type d'éclairage	Mix 50/50 de néons Sylvania GroLux® et Daylightstar®
Conteneur	Boite SacO2 avec filtre échange gazeux
Explants de départ	Méristèmes prélevés sur oëillets
Protocole de multiplication 2019	
Les explants issus de bourgeons latéraux sont subdivisés et repiqués sur le milieu prolifératif durant 4 jours puis sont transférés sur le milieu de sevrage durant deux semaines	

Par ailleurs, l'utilisation d'un nouveau type de conteneur permettant un échange gazeux a également permis d'améliorer l'établissement des explants (figure 16).



Figure 16. Modèles de conteneurs utilisés dans le projet ARTIVIO. (A) Boîte Magenta® utilisée durant le premier essai de 2018 et au début du deuxième essai d'établissement de 2019. (B) Boîte SacO2® avec filtre pour échange gazeux, utilisé à partir du second établissement *in vitro* de 2019 (4^{ème} subculture).

3.1.1 Analyse du protocole 2019 et objectifs d'amélioration.

Bien que les différentes améliorations apportées au premier protocole aient permis d'établir en condition *in vitro* des explants d'artichauts VdP, plusieurs points restent encore à améliorer. En effet, le protocole de multiplication composé de deux passages consécutifs sur milieu prolifératif puis de sevrage demande un investissement en temps de préparation et de repiquage important. D'autre part, la croissance très lente des explants nécessite plusieurs subcultures (entre deux et quatre), afin d'obtenir des explants suffisamment développés (2 à 3 cm de long).

Ce protocole est donc du point de vue pratique peu efficient à plusieurs niveaux :

- Intervalle de temps entre deux subcultures trop court (20 jours)
- Charge de travail trop importante pour permettre une conservation et une multiplication *in vitro* du cultivar VdP qui soit économiquement plus intéressant que la division classique par œilletonnage aux champs
- Milieux peu performants sur les phases de croissance et d'enracinement

Afin d'améliorer le développement des explants, résoudre l'enracinement de ce cultivar et augmenter le temps entre deux subcultures, plusieurs tests furent menés sur la base de la littérature scientifique la plus récente, en lien avec la multiplication *in vitro* des artichauts. Les différents essais réalisés durant l'année 2021 sont présentés ci-dessous.

3.1.2. Etude comparative de différents milieux nutritifs en vue d'améliorer la croissance et l'enracinement de l'artichaut VdP

3.1.2.1. Étude comparative de onze milieux et de trois adjuvants vis-à-vis de la croissance et l'enracinement

Les différentes publications étudiées montrent que l'artichaut est une espèce connue pour être notamment récalcitrante à l'étape d'enracinement. Afin de résoudre cette problématique, plusieurs recherches furent menées sur le choix des hormones végétales et l'utilisation d'adjuvants facilitant la rhizogenèse et la croissance. Sur la base de cette bibliographie scientifique, onze milieux issus de cinq publications furent retenus afin de comparer leur effet et celui de trois molécules (GA3, β -cyclodextrine et paclobutrazol) sur la rhizogenèse et la croissance (tableau 11).

L'ajout de gibbérelline sous sa forme GA3, (milieux B, E et I) a montré un effet bénéfique sur la capacité des explants d'artichaut à se développer et s'enraciner selon Bedini *et al.* (2012) et Morzadec & Hourmant (1997)

L'utilisation de paclobutrazol (milieu F et J) est connue pour augmenter la capacité des explants d'artichaut à s'enraciner (Bedini *et al.*, 2012 ; rutti *et al.*, 2000). Cette molécule de la famille des triazoles (fongicide) a, pour partie, un effet sur la régulation du niveau endogène de gibbérelline, de cytokinine et d'acide abscissique. Le paclobutrazol (PBZ) affecte la voie des isoprénoides et modifie l'équilibre des hormones végétales en inhibant la synthèse de la gibbérelline et en augmentant le niveau des cytokinines. Cette molécule est également connue pour protéger les plantes contre de nombreux stress abiotiques. Elle agit comme un agent de protection en maintenant la teneur en eau, l'activité photosynthétique et protège la machinerie photosynthétique en augmentant le niveau des osmolytes, les activités antioxydantes et le niveau des hormones endogènes, ce qui améliore le rendement (Soumya *et al.* 2017).

L'utilisation de β -cyclodextrine (milieux D, G, H et K) découle des publications de Bedini *et al.* (2012) et Brutti *et al.* (2000). Cet adjuvant de la famille de saccharides cycliques non réducteurs composés de sous-unités de glucopyranose, est utilisé en culture *in vitro* comme agent chélateur. Les cyclodextrines ont la capacité d'inclure certaines molécules organiques dans une cavité formée par leur structure annulaire et ainsi faciliter leur absorption par la plante. Ces molécules sont couramment appelées « molécules navettes », en référence à leur capacité à favoriser le passage de certaines molécules à travers la paroi des cellules végétales. Pour de nombreuses cultures, l'ajout de β -cyclodextrine a eu un effet positif sur l'enracinement de différents cultivars d'artichauts (Cavallaro *et al.* 2013).

Une variante de la base minérale MS (Murashige & Skoog mod. No.3B, Ducheffa®), dont la part en NH_4NO_3 et KNO_3 a été abaissée de moitié, fut également testée sur la phase d'enracinement.

Les références et les compositions des différents milieux testés sont synthétisées dans le tableau 11.

Tableau 11. Synthèse des différents milieux *in vitro* étudiés vis-à-vis de leur effet sur la croissance et l'enracinement des explants d'artichaut VdP. Pour l'ensemble des milieux, la concentration en saccharose est de 3% et la concentration en agent gélifiant (PlantAgar, Ducheffa®) de 0.8%. Le pH est ajusté à une valeur de 5.65 avant autoclavage à l'aide de KOH 1M. * La base minérale MS utilisée correspond au milieu Murashige & Skoog Medium mod.No.3B (Micro and Macro éléments incl. Vitamins, ½ conc. NH₄NO₃ and KNO₃, Ducheffa®)

Milieux	Etapes	Publications	Compositions
A	Elongation	Tavazza <i>et al.</i> , (2004)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + Kinetine (2mg/L) + IBA (0.1mg/L)
B	Elongation	Bedini <i>et al.</i> , (2012)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + GA ₃ (0.05mg/L) + BAP (0.03mg/L)
C	Elongation	Spanò <i>et al.</i> , (2018)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + Kinetine (0.1mg/L) + NAA (0.1mg/L)
D	Enracinement	Brutti <i>et al.</i> , (2000)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + NAA (3 mg/L) + β-cyclodextrine (4 mg/L)
E	Enracinement	Adapté de Morzadec & Hourmant (1997)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + GA ₃ (2mg/L) + NAA (0.1mg/L)
F	Enracinement	Bedini <i>et al.</i> , (2012)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + Paclobutrazol (1mg/L) + IAA (0.5mg/L)
G	Enracinement	Bedini <i>et al.</i> , (2012)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + β-cyclodextrine (2mg/L) + NAA (0.1mg/L)
H*	Enracinement	Adapté de Brutti <i>et al.</i> , (2000)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + β-cyclodextrine (4mg/L) + NAA (3mg/L)
I*	Enracinement	Adapté de Morzadec & Hourmant (1997)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + GA ₃ (2mg/L) + NAA (0.1mg/L)
J*	Enracinement	Adapté de Bedini <i>et al.</i> , (2012)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + Paclobutrazol (1mg/L) + IAA (0.5mg/L)
K*	Enracinement	Adapté de Bedini <i>et al.</i> , (2012)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + β-cyclodextrine (2mg/L) + NAA (0.1mg/L)

Pour chacune des modalités étudiées, les unités expérimentales comprenaient quatre boîtes, avec chacune trois explants de taille homogène (1.5 - 2 cm de long), soit un total de 44 boîtes et 132 explants. Après deux semaines sur milieu de sevrage, les explants furent transférés sur les divers milieux étudiés et placés en chambre de culture sous les conditions de suivantes :

- Photopériode 16h jour / 8h nuit
- PFDD : 60 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
- Température jour/nuit : 25°C / 18°C
- Humidité relative : 60%

La répartition des boîtes dans l'espace de culture fut réalisée selon un mode de randomisation aléatoire simple. Des observations visuelles sur la croissance, l'enracinement, l'hyperhydricité et l'oxydation des explants, furent effectuées hebdomadairement.

Après 2 mois de culture, le potentiel de chaque milieu fut estimé sur la base de 5 critères :

- Présence d'hyperhydricité
- Présence d'oxydations
- Capacité des explants à se développer
- Capacité des explants à s'enraciner
- Effet organogène du milieu (capacité de prolifération)

L'ensemble des résultats après 60 jours de culture, est présenté dans le tableau 12.

Tableau 12. Synthèse des différents milieux in vitro étudié vis-à-vis de leur effet sur la croissance et l'enracinement des explants d'artichaut VdP. Pour l'ensemble des milieux, la concentration en saccharose est de 3% et la concentration en agent gélifiant (PlantAgar, Ducheffa®) de 0.8%. Le pH est ajusté à une valeur de 5.65 avant autoclavage à l'aide de KOH 1M. * La base minérale MS utilisée correspond au milieu Murashige & Skoog Medium mod.No.3B (Micro and Macro elements incl. Vitamins, ½ conc. NH₄NO₃ and KNO₃, Ducheffa®)

Milieux	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>I</u>	<u>J</u>	<u>K</u>
Hyperhydricité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxydation*	+	++	-	+++	++	++	+	+++	++	+	+
Croissance des explants	très faible	nul	bonne	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible
Enracinement des explants	0 %	0 %	58.30 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Effet organogène*	++	++	++	+	+	+	++	nul	+	++	+

Après 2 mois de culture seulement, un des onze milieux étudiés a permis d'initier des racines sur 58.3% des explants. Ce milieu C, inspiré de Spanò *et al.* (2018), est également l'unique milieu permettant une bonne croissance des explants (figure 17).



Figure 17. Explants d'artichauts VdP enraciné sur le milieu C après 60 jours de culture

Pour le reste des milieux étudiés, aucun enracinement n'a été observé au cours de l'essai. La croissance des explants cultivés sur ces milieux est faible à nulle. Après un mois, une partie des explants présentait des signes d'oxydation plus ou moins importants, avec un dépérissement plus ou moins avancé. Une prolifération importante de bourgeons axillaires entraînant une perte de dominance apicale et une dégénérescence de l'explant fut également observée pour les milieux A, B, G et J (figure 18 et 19).



Figure 18. Explants d'artichaut VdP cultivés sur le milieu A présentant des signes d'oxydation et de dépérissement après 1 mois de culture



Figure 19. Explants d'artichaut VdP cultivés sur le milieu G présentant des signes d'oxydation et de dépérissement après 1 mois de culture

3.1.2.2. Etude de l'influence de huit milieux sur la croissance et l'enracinement sur la base des observations de l'essai précédent

Afin de confirmer les résultats observés durant l'essai précédent, un second test comparatif fut réalisé début juin 2021. Les milieux furent étudiés, en modifiant ou non la base minérale MS (milieu C et L), afin de déterminer si la diminution de moitié de la quantité de NH_4NO_3 et KNO_3 permet d'améliorer la croissance et/ou l'enracinement des explants. L'ajout de 1 mg/L de Paclobutrazol et de β -cyclodextrine fut également étudié sur la base d'un milieu dépourvu de kinétine, mais conservant la même concentration en auxine que le milieu C (0.1mg/l de NAA) et en modifiant ou non la base minérale MS.

Pour chacune des huit modalités étudiées, les unités expérimentales étaient composées de quatre boîtes, contenant chacune trois explants de taille homogène (1.5 - 2 cm de long), soit un total de 32 boîtes et 96 explants. Après un passage de deux semaines sur milieu de sevrage,

les explants furent transférés sur les différents milieux étudiés et placés en chambre de culture sous les conditions de culture suivante :

- Photopériode 16h jour / 8h nuit
- Température jour/nuits : 25°C / 18°C
- PFDD : 60 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
- Humidité relative : 60%

L'ensemble des milieux testés est présenté dans le tableau 13.

Tableau 13. Synthèse des différents milieux *in vitro* étudiés vis-à-vis de leur effet sur la croissance et l'enracinement des explants d'artichaut VdP. Pour l'ensemble des milieux, la concentration en saccharose est de 3%, la concentration en agent gélifiant (PlantAgar, Ducheffa®) de 0.8% et la concentration en a. ascorbique de 10 mg/L. Le pH est ajusté à une valeur de 5.65 avant autoclavage à l'aide de KOH 1M. * La base minérale MS utilisée correspond au milieu Murashige & Skoog Medium mod.No.3B (Micro and Macro elements incl. Vitamins, ½ conc. NH_4NO_3 and KNO_3), Ducheffa®

Milieux	Etapes	Publications	Compositions
C	Elongation /Enracinement	Spanò et al., (2018)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4 g/L) + Kinetine (0.1 mg/L) + NAA (0.1 mg/L)
L*	Elongation /Enracinement	Adapté de Spanò et al., (2018)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + Kinetine (0.1 mg/L) + NAA (0.1 mg/L)
M	Enracinement	Adapté de Bedini et al., (2012)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4 g/L) + NAA (0.1 mg/L)
N*	Enracinement	Adapté de Bedini et al., (2012)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + NAA (0.1 mg/L)
O	Enracinement	Adapté de Bedini et al., (2012)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4 g/L) + NAA (0.1 mg/L) + Paclobutrazol (1 mg/L)
P*	Enracinement	Adapté de Bedini et al., (2012)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + NAA (0.1 mg/L) + Paclobutrazol (1 mg/L)
Q	Enracinement	Adapté de Bedini et al., (2012)	Base minérale Murashige & Skoog (4.4 g/L) + NAA (0.1 mg/L) + β -cyclodextrine (1 mg/L)
R*	Enracinement	Adapté de Bedini et al., (2012)	Base minérale Murashige & Skoog modifiée (2.63 g/L) + NAA (0.1mg/L) + β -cyclodextrine (1mg/L)

La disposition des boîtes dans la chambre de culture fut réalisée selon un mode de randomisation aléatoire simple. Comme pour l'essai précédent, une observation hebdomadaire fut réalisée en tenant compte de la présence d'hyperhydricité et d'oxydation des tissus, de l'effet sur la croissance, l'enracinement et l'effet prolifératif.

L'ensemble des résultats après un mois de culture, est présenté dans le tableau 14.

Tableau 14. Synthèse des observations réalisées sur les explants d'artichaut cultivés sur 8 milieux *in vitro* distincts. * Les observations d'oxydation et d'organogènes sont scorées en fonction du pourcentage d'explants présentant une oxydation des tissus ou présentant au moins une prolifération axillaire. (+) 1 à 33% des explants ; (++) 34 à 66% des explants ; (+++) 67 à 100% des explants

Milieux	<u>C</u>	<u>L</u>	<u>M</u>	<u>N</u>	<u>O</u>	<u>P</u>	<u>Q</u>	<u>R</u>
Hyperhydricité	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxydation	-	++	-	++	-	++	-	++
Croissance des explants	bonne	bonne	faible	faible	faible	faible	faible	faible
Enracinement des explants	0%	0%	8.3%	0%	8.3%	0%	0%	0%
Effet organogène	++	++	+	+	+	+	+	+

Après 30 jours de culture seulement deux explants cultivés sur les milieux M et O présentait un enracinement (figure 20).

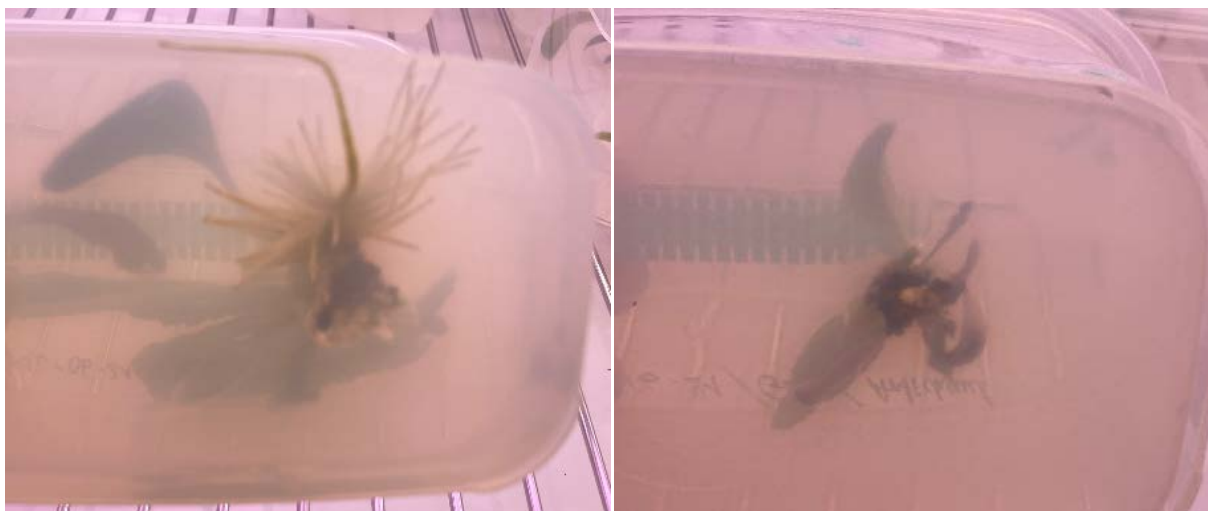


Figure 20. Photographies d'explants enracinés sur les milieux M (gauche) et O (droite) après 30 jours de culture.

Le milieu C qui correspond au milieu le plus performant de l'essai précédent ne présente pas d'explants enracinés pour le moment. Il en est également de même pour le milieu L, dont seule la base minérale est modifiée par rapport au milieu C. Néanmoins, ces deux milieux sont les seuls qui permettent une bonne croissance des explants.

Aucune trace d'hyperhydricité n'a été observée dans cet essai. Néanmoins plus des 2/3 des explants cultivés sur milieu L, N, P et R présentaient des signes d'oxydation et de chlorose plus ou moins avancés après 30 jours.

L'observation de l'effet prolifératif des huit milieux étudiés montre que lorsque ces milieux sont dépourvus de cytokinine (milieu M à Q), l'induction de bourgeons axillaires est très faible (0.5 à 1). Dans le cas du milieu C et L, la prolifération axillaire moyenne sur un total de 12 explants, est de 3. Il est également intéressant de noter que la qualité des explants axillaires est meilleure que sur le milieu prolifératif utilisé dans le protocole raffiné de 2019 (Base minérale MS, 4.4 g/L + BAP, 0.33 mg/L + Acide ascorbique 10 mg/L).

3.1.3. Discussion et conclusion

L'établissement d'une culture *in vitro* d'artichaut VdP réalisé durant l'automne 2019 a permis de conserver et multiplier un nombre important d'explants permettant d'assurer la mise en place d'essais ultérieurs tout en conservant un nombre suffisant pour renouveler la collection.

Bien que le protocole ait été remanié en tenant compte des observations réalisées lors du premier essai de 2018, celui-ci comporte encore de nombreux points à améliorer. La vitesse de croissance très lente des artichauts et leur incapacité à s'enraciner sur les milieux utilisés sont les deux principaux points sur lesquels nous nous sommes focalisés.

L'étude comparative menée sur onze milieux issus de différents articles traitant de la culture *in vitro* de l'artichaut, met en évidence et confirme que pour cette espèce tous les cultivars ne répondent pas de façon identique lorsqu'ils sont cultivés sur un même milieu. En effet, sur

l'ensemble des milieux testés, seul un milieu C provenant de la publication de Spanò *et al.* (2018) a montré un effet positif sur la croissance et l'enracinement du cultivar VdP, avec 58.3% d'explants enracinés après 60 jours de culture. Nos observations confirment donc l'effet génotypique très problématique dans le cas de l'artichaut, relaté dans plusieurs publications comme celle de Comino *et al.* (2019). Ceci implique donc de développer ou réadapter les protocoles pour chaque cultivar que l'on souhaite conserver par voie *in vitro*.

C'est également le seul milieu qui contient une balance équilibrée entre cytokinine et auxine (Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + Kinetine (0.1mg/L) + NAA (0.1mg/L). Il semble donc fort probable, d'après nos observations, que l'utilisation de milieux contenant une balance auxine /cytokinine soit préférable à l'utilisation de milieux uniquement fortifiés en cytokinine pour la phase de prolifération, et à l'inverse uniquement fortifiés en auxine pour la phase d'enracinement.

L'utilisation d'adjuvants comme le paclobutrazol, l'hormone gibbérellique sous sa forme GA3 et la β -cyclodextrine n'a pas démontré d'effets positifs sur l'enracinement, ni sur la croissance des explants. Cependant, il est possible que l'effet de ces adjuvants soit masqué par le fait que le milieu lui-même n'est pas adapté. Des tests complémentaires devront être réalisés pour mesurer l'effet de ces trois adjuvants sur le milieu C, qui est le seul permettant d'assurer une bonne croissance et un enracinement partiel des explants après 60 jours de culture.

Enfin, l'utilisation d'une base minérale MS où la concentration en azote sous les formes NH_4NO_3 et KNO_3 est réduite de moitié ne semble pas favorable dans le cas du cultivar VdP. Toutes les modalités préparées à l'aide de cette base minérale présentent des pourcentages d'explants oxydés compris entre 33 à 66%.

L'établissement de notre collection *in vitro* depuis fin 2019 montre donc qu'il est possible de conserver le cultivar VdP sur un temps long. Pour l'heure, nous n'observons pas d'affaiblissement de la variété vis-à-vis de son taux de multiplication. Le problème de vitesse de développement des explants en phase de croissance semble lui aussi résolu. L'étude comparative de différents milieux a permis de trouver un nouvel équilibre et un choix d'hormones permettant aux explants de croître plus rapidement tout en conservant un niveau de prolifération plus ou moins équivalent au protocole raffiné de 2019.

La maîtrise de l'étape d'enracinement semble en bonne voie, mais nécessiterait encore des tests pour confirmer les résultats obtenus lors de ces tests comparatifs. Ce nouvel équilibre hormonal composé de 0.1 mg/L de NAA et 0.1 mg/L de kinétine, très favorable à la croissance de l'artichaut VdP, permet également d'augmenter le temps entre deux subcultures, puisqu'il est possible de conserver jusqu'à 60 jours les explants sans voir apparaître de dépérissement. Pour rappel, le protocole raffiné permet de conserver les explants seulement 20 jours et en deux phases de repiquage par subculture.

Ce nouveau protocole (figure 21) très prometteur devra néanmoins être testé sur plusieurs subcultures afin de démontrer son efficacité réelle, notamment par rapport à la phase d'enracinement, mais les résultats observés sont plus qu'encourageants et il est donc possible d'affirmer que la méthode *in vitro* proposée permet d'assurer une conservation à long terme de la culture. Pour l'aspect production, des tests doivent encore être réalisés afin de pouvoir assurer une production suffisante de plants enracinés destinées aux producteurs maraîchers de la région genevoise.

Etape de désinfection

Pré désinfection : Lavage des oëillets à grande eau + préparation des explants + trempage des explants dans une solution d'eau distillée additionnée d'acide ascorbique (45 à 60 min)

Désinfection : trempage sous agitation dans une solution d'hypochlorite de sodium (2.6%) + 3 gouttes de Tween 20 durant 30 min

Rincage : Trois passages successifs (3 min ; 3 min et 5 min) dans des solutions stériles d'eau distillée additionnée d'acide ascorbique (100mg/L)

Etape d'Etablissement *in vitro* **(20 jours)**

4 jours sur milieu de prolifération

Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + BAP (0.5g/L) + Sucrose (3%) + PlantAgar (0.8%) + Acide ascorbique (10 mg/L)

2 semaines sur milieu de sevrage

Base minérale Murashige & Skoog (4.4g/L) + BAP (0.5g/L) + Sucrose (3%) + PlantAgar (0.8%) + Acide ascorbique (10 mg/L)

Etales de multiplication, croissance et d'enracinement **60 jours**

Base minérale Murashige & Skoog(4.4g/L) + Kinetine (0.1mg/L) + NAA (0.1mg/L) + + Sucrose (3%) + PlantAgar (0.8%) + Acide ascorbique (10 mg/L)

Figure 21. Schéma du nouveau protocole, en cours de validation, proposé pour la multiplication *in vitro* de l'artichaut VdP.

3.2. Œilletonnages

Plante vivace, l'artichaut émet, surtout après la récolte, des pousses axillaires à l'aisselle des feuilles de la rosette. Cet organe, appelé « œilleton » lorsqu'il est en croissance, est utilisé pour la multiplication de l'artichaut : c'est ce qu'on appelle l'œilletonnage. Il se réalise parfois à l'automne (novembre), mais le plus souvent au printemps (avril). L'œilletonnage d'automne offre pourtant plusieurs avantages. D'abord, il constitue une sécurité vis-à-vis des risques de dégâts hivernaux (un point particulièrement important dans un contexte de conservation de la variété). Ensuite, il permet de produire des plantons de qualité pour une nouvelle plantation. Enfin, ces plants préparés à l'automne, mieux enracinés et plus développés que ceux issus d'un œilletonnage de printemps, offrent probablement un gain de précocité après leur plantation. C'est pourquoi la majorité de nos essais ont portés sur l'œilletonnage d'automne (Piccot 2016 ; Delabays & Gigon 2018 ; Cochard *et al.* 2019 ; Cochard *et al.*, 2020).

Le tableau 15 liste les essais d'œilletonnage réalisés depuis 2016.

Tableau 15. Essais d'œilletonnages effectués avec l'artichaut violet de Plainpalais (VdP) depuis 2016.

Dates	Sources	Taux de multiplication	Nbre d'œilletons produits	Mortalité (%)
16, 22 déc. 2016	Parcelle « Renaudineau » (Lullier)	3.4	189	-
29 nov. 2017	Parcelle « Piccot » (Lullier)	4.2	195	5
4 oct. 2018	La Touvière	2	68	-
21 nov. 2018	Blondin (Charrot)	3.5	249	-
11 octobre 2019	Blondin (Charrot)	5.1	138	6
18 octobre 2019	Chavaz (Veyrier)	3.9	335	21
15 nov. 2020	Chenevard (Meinier))	6.5	300	-
15 mars 2021	Gonin (Puplinge)	13	60	10

Le processus d'optimisation du protocole d'œilletonnage est décrit en détails dans les rapports précédents (Cochard *et al.* 2019 ; Cochard *et al.*, 2020). A titre de synthèse, les points suivants peuvent être relevés :

- A l'automne (octobre - novembre), après avoir fauché les artichauts à environ 30 cm de hauteurs, déterrer avec précaution la souche et prélever les œilletons en surnombre (figure 22), en veillant à conserver un maximum de volume racinaire.
- Les repoter dans des pots de 1 à 5 litres (en fonction de la taille des œilletons), contenant au fond 2 - 3 cm de boules d'argile pour le drainage, dans un terreau à base de tourbe et de fibre d'écorce (type Klasmann 1). L'utilisation de petits pots est avantageuse en termes de logistique ; et si la colonisation racinaire est dense, cela ne semble pas péjorer la qualité des plantons (figure 23).
- Veiller à ne pas repoter les œilletons trop profondément : la zone du collet et du méristème apical est sensible au pourrissement (figure 24).
- Conserver les œilletons en serre froide (hors gel, 5 °C) (figure 25) et les arroser parcimonieusement, mais régulièrement (1-2 x par semaine). Des arrosages fertilisés seront à prévoir à partir du mois de mars, selon le développement des œilletons.

- Tailler les plants une fois par mois ; cela favorise la vigueur de la pousse et le développement du méristème apical caulinaire.
- En mars - avril, les œilletons peuvent être sorti en extérieur, mais dans un site protégé (figure 26).
- Au niveau sanitaire, l'apparition de pucerons et de thrips a été observé ; traitements préconisé : Prev-B2® à 0.3% (Oro-Agri) et NeemAzal-T/S® (Andermatt Biocontrol.)



Figure 22. Œilletons d'artichauts violets de Plainpalais prélevés sur la parcelle Blondin le 21 novembre 2018.



Figure 23. Culture d'œilletons en petits pots.



Figure 24. Œilletons d'artichaut présentant une pourriture au niveau du collet, attribuée à un rempotage trop profond. Symptômes observés plus de 3 mois après le rempotage.



Figure 25. Plants d’artichauts violet de Plainpalais, issus de l’œilletonnage d’automne effectué sur la parcelle Blondin (Lullier, 6 janvier 2019)



Figure 26. Plants d’artichauts violets de Plainpalais, issus de l’œilletonnage de novembre 2017, juste avant leur plantation (mai 2018).

Comme mentionné précédemment, dans le cadre du projet ARTIVIO, nous avons privilégié l'œilletonnage d'automne : sécurité vis-à-vis des risques de dégâts hivernaux, plantons vigoureux et bien enracinés, précocité en première année. Un essai d'œilletonnage de printemps a cependant été réalisé cette année (2021), avec des résultats prometteurs : taux de multiplication élevé (> 10), économie au niveau logistique, bonne reprise des plantons.

4. Expériences de production et de commercialisation

Outre les parcelles installées sur le site de Lullier, et la distribution d'une centaine de plantons à divers « amateurs » intéressés, des œilletons produits par nos soins ont été distribués auprès d'une douzaine de producteurs (tableau 16).

Tableau 16. Dates et sites de distribution d'œilletons de Violet de Plainpalais produits dans le cadre du projet ARTIVIO

Dates	Exploitations	Lieux	Nombres d'œilletons
05. 2017	Baladou (OTM)	Bardonnex	50
05. 2018	Exploitation Blondin	Charrot	90
05. 2018	La Touvière	Meinier	40
04. 2019	Domaine Chavaz	Veyrier	100
05. 2019	Domaine de la Brunette	Cartigny	100
06. 2019	La Touvière	Meinier	20
02. 2020	Ferme Chenevard	Meinier	100
02.2020	Potagers de Gaïa	Hermance	80
02. 2020	Ferme Gonin	Puplinge	30
02. 2020	Les Jardins de Trajet	Troinex	20
02.2020	La Touvière	Meinier	30
02. 2020	Finca Loca	Bernex	40
02.2020	Domaine de la Brunette	Cartigny	40
03.2021	Ferme Chenevard	Meinier	12
04.2021	Domaine des Dames	Croix-de-Rozon	200

A ce stade, le matériel a été fourni gracieusement, les producteurs nous permettant en échange de rassembler données et observations sur leurs parcelle en production.

4.1 Bilan des expériences de terrain

4.1.1. Observations sur le site de Lullier

Comparaison variétale 2017 - 2018

En 2017, plusieurs parcelles ont été installées avec des œilletons prélevés en automne 2016 (Delabays et Gigon, 2018 ; Baladou, 2018). Notre propre parcelle expérimentale de 2017 a été utilisée pour un essai de comparaison variétale, effectué en parallèle avec l'Office Technique maraîcher (OTM) (Balladou 2018). Ainsi, le 16 mai, des plantons d'artichauts des

variétés Artemisia, Capriccio, Imperial Star, Lancelot, Olympus, Opal, Opera, Madrigal, Pypénée, Sambo et Symphonie, remis par M. Max Baladou de l'OTM, et issus de semis de printemps (23 mars), ont été plantés, à la même densité, dans cette même parcelle. Ce matériel n'a cependant fleuri que très tardivement, et surtout très partiellement, et n'a pas été récolté ; de fait, ces comparaisons variétales entre le Violet de Plainpalais (VdP) et les autres variétés fournies par l'OTM se sont rapidement avérées peu pertinentes : les essais de l'OTM portaient sur une production annuelle, avec semis au printemps, alors que le VdP a été multiplié végétativement à l'automne. De même, nos propres œilletons de VdP, remis à l'OTM pour les intégrer à leurs essais, n'ont été plantés qu'à la mi-mai (les 11 et 16 mai, dans 2 parcelles différentes), soit pratiquement 2 mois après ceux de l'essai de Lullier, et moins d'un mois avant le début de la récolte sur ce dernier. Dans ces parcelles, la productivité du VdP s'est avérée, comparativement, assez modeste : 535 g/plante en moyenne, contre 747 g/plante pour la variété la plus productive (même si l'absence de répétitions dans ces parcelles confère une certaine incertitude à une telle comparaison). Dans la parcelle de Bardonnex, la description morphologique de la variété rapportée - capitules de très faible calibre (poids moyen inférieur à 100 g, contre 150 g dans l'essai de Lullier), bractées pointues, piquantes et très ouvertes (Baladou, 2018) - différaient de celles réalisées à Lullier : le calendrier et les conditions de culture n'étaient à l'évidence pas adaptés au matériel remis. Cela dit, les essais OTM rapportent des différences importantes entre les 2 sites de cultures : jusqu' 30 % de différences de rendement pour certaines variétés, de même que des variations du simple au double pour le poids moyen par capitule (pour un cultivar donné). Ces observations illustrent l'importance des conditions de cultures, et de leur maîtrise, pour une production optimale. Même si ces travaux visaient à décrire le potentiel d'une production annuelle, il était intéressant de poursuivre, dans ces 2 parcelles, la comparaison des variétés durant la saison 2018 : en deuxième année, les effets découlant des protocoles de multiplication différents devaient s'estomper et ainsi rendre la comparaison des cultivars plus pertinente. Cependant, sur l'ensemble de ces parcelles, des dégâts hivernaux importants, liés au froid et aux fortes précipitations (gel et pourriture au niveau du collet) ont été observés au printemps 2018. Dans ces parcelles dévolues aux « essais variétaux », la bonne rusticité relative du Violet de Plainpalais, comparativement aux variétés standard (Artemisia, Capriccio, Imperial Star, Lancelot, Olympus, Opal, Opera, Madrigal, Pypénée, Sambo, Symphonie), s'est néanmoins confirmée (Baladou, 2018).

Lutte contre les campagnols

Les dégâts de campagnols se sont vite révélés un des principaux problèmes sanitaires rencontrés par la culture ; une destruction quasi complète de la plantation ayant été observée à certaines occasions (La Touvière). Le choix du site de culture est donc primordial : éviter les zones proches de prairies, de talus enherbés ou de lisières boisées.

Une protection efficace, mais couteuse, consiste à placer un grillage de protection (figure 27) autour du plant lors de la plantation ; une excellente défense est ainsi assurée (figure 28).



Figure 27. Corbeillé grillagée de protection contre les attaques de campagnols



Figure 28. Plant d'artichaut protégé des attaques de campagnols par un grillage enterré.

4.1.2. Observations recueillies chez les producteurs

Domaine Blondin (Charrot)

Chez ce producteur, la plantation (2018) d'une centaine de pieds a été effectuée à la mi-mai seulement ; ce qui a induit une floraison plutôt tardive et des récoltes qui n'ont débuté qu'en juillet. Ce calendrier relativement tardif - pour rappel, et à titre de comparaison, en 2017, des plantations effectuées à fin mars avaient permis des premières récoltes début juin - confirme cependant la précocité du VdP: des variétés cultivées en parallèle sur la parcelle Blondin (Madrigal) ont ainsi été récoltées plus d'un mois plus tard. Concernant les aspects économiques, selon le producteur, pour rentabiliser la culture mise en place, un prix de vente à la pièce de CHF 2.50.- devrait pouvoir être obtenus. A titre de comparaison, durant l'année 2018, selon les chiffres fournis par la Centrale suisse de la culture maraîchère et des cultures spéciales (www.szg.ch), les artichauts importés se sont négociés entre CHF 2.50 et 4.50.- le kilo (soit, environ, entre CHF 1.- à CHF 2.- la pièce), auxquels il convient d'ajouter la marge du distributeur.

En 2^{ème} année de culture (2019), les premiers artichauts sont arrivés à maturité à fin mai, ce qui constitue une nouvelle confirmation de la précocité de la variété. Avec la production de 4 à 5 capitules par pied, le producteur confirme son estimation : pour assurer la rentabilité de cette culture, il convient, selon lui, de pouvoir commercialiser les capitules primaires entre CHF 2,50.- et 3.- / pièce.

La Touvière (Meinier).

Sur cette parcelle, les plantations 2018 ont également été effectuées tardivement, soit à la mi-juin ; ceci a induit une floraison aléatoire. Par ailleurs, la parcelle de La Touvière a été fortement attaquée par les campagnols terrestres (*Arvicola terrestris*). Ce ravageur est connu pour sa capacité à causer de forts dégâts sur l'artichaut, notamment lorsque la culture est située à proximité de zones herbeuses (prairie, talus, ...), ce qui est bien le cas à La Touvière. Concrètement, les plantes de cette parcelle ont été principalement utilisées pour les essais d'établissement et de multiplication *in vitro*.

Domaine Chavaz (Veryier)

Une culture d'artichaut violet de Plainpalais a été installée sur ce domaine à fin-avril 2019 (figure 29).

La parcelle, irriguée (goutte à goutte), a bénéficié d'une fumure équivalant à 100 unités d'azote (Azote 10 %) et d'un traitement anti-pucerons en juin. En cette année de plantation, la production s'est élevée 3-4 artichauts par pied ; aucun mucron n'a été observé sur les bractées du matériel récolté.

En 2020, la précocité de la variété se confirme une fois de plus (figure 30)



Figure 29. Plantation d'artichaut violet de Plainpalais à Veyrier/GE (avril 2019)



Figure 30. Capitules d'artichaut violet de Plainpalais déjà bien formé en mai (Domaine Chavaz, Veyrier/GE, 18 mai 2020)

En juin, les plants, d'un port relativement dressé, mesure un peu plus d'un mètre, avec des feuilles d'environ 80 cm. Les capitules, d'un diamètre de 6-8 cm, sont faiblement colorés, et présentent une ouverture très hétérogène des bractées. Les plantes présentent généralement un capitule central, un deuxième, axial, un peu en dessous du central, et parfois quelques capitules aux aisselles des feuilles. Durant l'année, la culture a été attaquée par les campagnols : en 2021, il ne restait qu'une vingtaine de pieds (sur 100).

Le producteur estime à CHF 8.-/m² le niveau de rentabilité de cette culture. Le retour des acheteurs sur sa production 2019 est excellente, notamment au niveau gustatif : « *ils en redemandent* ». Pour sa part, il privilégierait une commercialisation sous forme cuisinée, à base de petits artichauts récoltés le plus précocement possible, en profilant un produit « *local* » et « *primeur* ». Une telle approche a des conséquences sur la gestion technique de la culture : densité de plantation, nombre d'œilletons conservés sur le pied-mère à l'automne, voire ébourgeonnage des capitules primaires.

Domaine de la Brunette (Cartigny)

Une centaine de pieds, issus de nos œilletonnages de l'automne 2018, ont été plantés avril 2019 chez ce maraîcher de Cartigny (GE). Pour cette culture, le producteur considère l'irrigation comme indispensable, et il préconise une fumure de fonds de 120 N / 30 P / 120 K / 15 Mg (figure 31).



Figure 31. Culture d'artichauts violet de Plainpalais sur le domaine de la Brunette (Cartigny/GE, 17 juin 2020).

Durant l'hiver, la parcelle est recouverte de P-17 (figure 32). Ce système semble être une méthode efficace pour protéger les artichauts des gels hivernaux.

Le producteur s'accorde avec un taux de rentabilité de CHF 8.-/m². Il profile le produit de manière particulière : il privilégie une récolte tardive (après la première vague des importations), d'artichauts très matures (début floraison) et donc relativement volumineux, pouvant de fait atteindre jusqu'à 300 g / pièce. Son prix de vente se base d'ailleurs sur la taille du légume, les plus gros se négociant jusqu'à CHF 5.- /pièce. Le producteur estime important l'accompagnement à la vente (explication au client du caractère patrimonial et de la qualité gustative de la variété). Les retours des acheteurs sont très positifs : « *les gens adorent* ».



Figure 32. Culture d'artichaut violet de Plainpalais recouverte de P17 pour une production hivernale (Cartigny,).

Domaine Chenevard (Meinier)

Sur ce domaine, une centaine d'œilletons en été plantés en mars 2020, avec une fumure de fond composé de fumier de bovin composté. En mai, les artichauts de cette plantation présentaient une très bonne croissance (figure 33), avec un état sanitaire propre, hormis quelques pucerons noirs et quelques pieds envahis par de la terre apportée par des fourmis.

En juin, les plants présentent une hauteur allant jusqu'à 58 cm et une longueur de feuille de 93 cm. Ils ont produit des capitules de couleur violette dont les bractées sont encore toutes fermées. La circonférence des capitules varie entre 12 et 16 cm (soit environ 4 à 5 cm de diamètre). On en compte en moyenne deux par pied. Les capitules axillaires sont toutefois à cette date encore de taille très inférieure (1 cm de diamètre). Les plants ont été fertilisés avec de l'Azoten (10 unités d'azote, une poignée au pied). Globalement l'état phytosanitaire est excellent, si ce n'est quelques pucerons noirs sur des individus isolés. Les artichauts ont été commercialisés sur la ferme jusqu'en juillet (figure 34).



Figure 33. Culture d'artichauts violet de Plainpalais sur l'exploitation Chenevard (18 mai 2020).

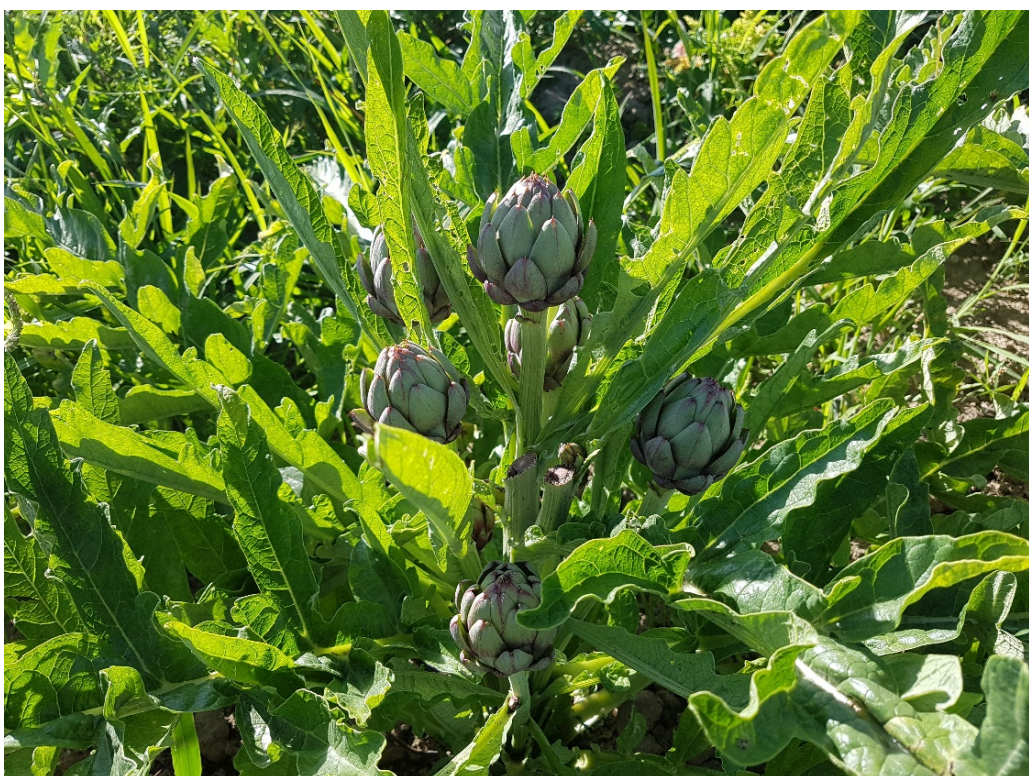


Figure 34. Atichauts violet de Plainpalais sur l'exploitation Chenevard (6 juillet 2020)

Potager de Gaïa (Hermance)

Sur cette exploitation, la plantation a été effectuée en mars 2020 avec une fertilisation de Biosol (engrais organique azoté 6-8 %). A la mi-mai, les plants ont très bien repris, malgré qu'ils étaient très infectés par des pucerons noirs. En juin, les plants présentent un état sanitaire excellent, avec une hauteur de plus de 70 cm. (figure 35). Les capitules présentent de relativement gros diamètres (jusqu'à 6 cm, soit 19 cm de circonférence), mais sont peu colorés. Les bractées à la base commencent à s'ouvrir. On compte en moyenne 2 à 3 capitules par pied.

Par rapport aux plants du domaine Chenevard, ceux-ci sont moins haut et moins dense, mais les capitules sont plus développés. Au cours de l'hiver suivant (2020 - 2021) les plants sont encore vigoureux.



Figure 35. Culture d'artichauts violet de Plainpalais sur l'exploitation des Potagers de Gaïa (18 mai 2020).

Les jardins du Trajet (Troinex)

La plantation a aussi été effectuée au mois de mars 2020. On a observé une très bonne reprise des plants au mois de mai. Ce qui est remarquable sur cette parcelle par rapport aux autres, c'est le port du feuillage : habituellement l'artichaut violets de Plainpalais présente un feuillage semi- dressé, or ici on observe un port beaucoup plus dressé déjà deux mois après la plantation (figure 36), ce qui se confirme encore un mois après (19 juin).



Figure 36 : Culture d'artichaut violet de Plainpalais aux Jardins du trajet (Troinex/GE, mai 2020), présentant un port particulièrement dressé.

En terme phytosanitaire, la pression des pucerons semble avoir été très bien contenue. La longueur de feuille est proche de 80 cm et la hauteur du feuillage s'évalue à 70 cm. Le diamètre des capitules principaux varie entre 3,8 et 5,4 cm mais est plutôt proche de 4 cm en moyenne (figure 37).

La couleur violette est peu dominante (60 % violet, 40 % vert). Ces capitules présentent des mucrons très fins, mais plus long que chez les capitules observés ailleurs. On observe aussi beaucoup de capitules très petits aux aisselles des plantes, en moyenne 3 à 4 par pied. Les bractées commencent à s'ouvrir. A noter aussi que la forme de certains capitules est parfois plus obtuse, que cylindrique.



Figure 37. Capitule de violet de Plainpalais (Jardin du Trajet, Troinex/GE, juin 2020).

4.2 Bilan des observations agronomiques et propositions pour un itinéraire de culture

La plantation au printemps (avril) d'œilletons prélevés à l'automne, puis enracinés en pots, en serre froide, durant l'hiver, permet en général une production dès la première année. L'artichaut réagit bien à l'application d'une fertilisation azotée à la plantation, un apport équivalent à au moins 100 unités peut être recommandé. Une irrigation régulière est également justifiée ; des plants subissant un stress hydrique formeront des capitules plus petits et développeront des mucrons à l'extrémité des bractées.

Bien que l'artichaut violet de Plainpalais présente une morphologie et un habitus caractéristiques, la taille, la forme et l'intensité de la coloration de ses capitules peuvent varier selon les sites et les années de culture. Par ailleurs, outre la fumure et l'irrigation, la densité de plantation et le nombre de tiges florifères conservées influenceront sur la taille des légumes récoltés. En fait, la maîtrise de ces facteurs offre au producteur une marge de manœuvre selon sa stratégie de commercialisation : petits artichauts colorés ou gros capitules bien mûres, par exemple.

Au niveau phytosanitaire, l'artichaut violet de Plainpalais semble sensible aux attaques de pucerons noirs, mais en règle générale, ces attaques se régulent spontanément (grâce aux coccinelles, notamment). De fait, ce sont les campagnols qui représentent le principal ravageur de cette culture. A cet égard, le choix du site de culture s'avère déterminant : éviter les zones proches de prairies, de talus ou de vergers enherbés, ou encore de lisières boisées. L'installation de grillage de protection, enterrés dans le sol, est une méthode de lutte efficace, mais onéreuse.

Enfin, bien que la rusticité de la variété se soit confirmée, notamment dans le cadre de nos essais de comparaisons variétales, une protection hivernale, de type P17, se justifie par sécurité. C'est en particulier la conjonction de périodes froides ($< -5^{\circ}\text{C}$) et d'un sol très humide qui provoque des dégâts au niveau du collet des plants hivernant.

Le renouvellement des cultures se réalise par œilletonnage. Sur l'exploitation, l'œilletonnage de printemps, suivi d'une plantation immédiate, peut-être envisagé. Quelques œilletonnages d'automne avec élevage et conservation d'œilletons en serre froide (mais hors gel) permettra la sauvegarde du matériel sur l'exploitation en cas d'hiver particulièrement rigoureux.

5. Potentiel de mise en valeur de la variété

La forme que prendra la filière de production et de commercialisation du VdP dépendra du choix et de l'engagement des milieux professionnels. Au niveau économique, les expériences de production et de commercialisation réalisées à ce jour confirment en tous les cas l'intérêt potentiel d'une production en vue d'une commercialisation en vente directe. Les estimations de rentabilités formulées par les maraîchers s'élèvent à environ CHF 8.-/m², soit un prix de vente des artichauts de CHF 2.- à 3.- /pièce. A titre de comparaison, les artichauts importés se négocient entre CHF 2.50 et 4.50.- le kilo, soit, environ, entre CHF 1.- à CHF 2.- la pièce, auxquels il convient d'ajouter la marge du distributeur. Pour la mise en place d'une filière de production à plus grande échelle, l'artichaut violet de Plainpalais se doit donc de justifier d'une qualité particulière, qu'il conviendra de bien mettre en avant. A cet égard, la variété traditionnelle dispose de plusieurs atouts : précocité (primeur), qualité gustative exceptionnelle, produit local et valeur patrimoniale. Une promotion active, et ciblée, sur ces atouts, sera nécessaire à la mise en place d'une filière de production viable.

A titre d'exemple, on peut mentionner l'organisation, en juin 2019, d'un atelier-dégustation consacré à l'artichaut « Violet de Plainpalais », organisé conjointement avec l'association Slow Food CH, qui envisage de faire du VdP un de ses produits *Presidio* en Suisse. Cet événement a été largement et très positivement repris par les médias « grand public » (cf. annexe). La promotion de la variété auprès du public ne peut que contribuer au succès futur de sa valorisation.

Contact a également été pris avec le label régional GRTA (Genève région – Terre avenir) : nous avons soumis à sa commission technique l'idée du développement d'une gamme labélisée de légumes traditionnelles genevois, dont l'artichaut violet de Plainpalais pourrait constituer la locomotive. En effet, outre le VdP, d'autres variétés légumières du patrimoine maraîcher genevois ont fait, ou font actuellement, l'objet de travaux de description et de remise en culture : le chou frisé « A pied court de Plainpalais » (Krause 2021), la côte de bête « Verte lisse de Genève » (Brönnimann 2014), la mâche « Hâtive de Genève » (Krieger 2022), l'« Oignon rouge de Genève » (Fèvre 2021), le poireau « Dubouchet » (Brönnimann 2014), Le « Potiron de Genève » (Marty 2018), la « Tomate de Chancy » (Homère 2021).

Les travaux réalisés à l'Hepia, sur la caractérisation génétique et la multiplication de l'artichaut violet de Plainpalais, nous permettent aujourd'hui de proposer plusieurs prestations déterminantes en vue de la mise en place d'une filière de production certifiée : la conservation sécurisée de la variété, la multiplication et la fourniture aux producteurs de matériel de départ génétiquement caractérisé, enfin la possibilité d'un contrôle régulier de la conformité du matériel produit et commercialisé.

6. Conclusion et perspectives

Les observations et développements réalisés dans le cadre du projet ARTIVIO, de même que les premiers essais de production et de commercialisation assurés par une douzaine d'exploitations maraîchères genevoises, confirment l'intérêt et le potentiel de l'artichaut Violet de Plainpalais (VdP). Le matériel étudié, dont l'origine est bien documentée, présente des caractéristiques agronomiques (rusticité, précocité) et qualitative (profil organoleptique) prometteuses, par ailleurs conformes aux indications historiques disponibles. Parallèlement, la description morphologique de la variété a été précisée, ainsi que sa caractérisation génétique. Nous disposons aujourd'hui des outils pour assurer la conservation de la variété, tant *in situ* que *in vitro*, et sommes à même de fournir du matériel génétiquement certifié.

Un protocole de multiplication consolidé est maintenant disponible. Par ailleurs, la réaction de la variété aux conditions de production est aujourd'hui mieux documentée, et un itinéraire technique peut être proposé pour optimiser sa production.

La mise en valeur concrète de la variété est aujourd'hui entre les mains de la profession. Le VdP dispose assurément de nombreux atouts, et la mise en place d'une filière de production certifiée nous semble viable. Dans ce contexte, les travaux réalisés à l'Hepia, tant sur la caractérisation génétique de la variété, que sur sa multiplication, nous permettent aujourd'hui de proposer plusieurs prestations déterminantes en vue de la mise en place d'une telle filière de production certifiée : la conservation sécurisée de la variété, la multiplication et la fourniture aux producteurs de matériel de départ génétiquement caractérisé, enfin la possibilités d'un contrôle régulier de la conformité du matériel produit et commercialisé.

D'une manière générale, le public se montre très réceptif et intéressé par les variétés agricoles traditionnelle : nous avons pu le constater lors de l'atelier-dégustation consacré à l'artichaut « Violet de Plainpalais », organisé conjointement avec l'association Slow Food CH en juin 2019, ainsi qu'à l'occasion de notre participation à la 3^{ème} *Journée cantonale sur les chemins de randonnée pédestre*, le 6 juillet 2019, durant laquelle nous avons tenu un stand-étape consacré spécifiquement au VdP. Cet intérêt de la population constitue un levier important pour la promotion de la conservation et de l'utilisation des ressources génétiques agricoles de notre pays.

7. Bibliographie

Bedini L., Lucchesini M., Bertozzi F. *et al.* 2012. Plant tissue cultures from four Tuscan globe artichoke cultivars. *Cent. Eur. J. Biol.* **7**, 680–689.

Baladou M., 2018. *Artichaut en production annuelle*. Rapport essais 2017. Office technique maraîcher, Morges (VD), 6 p.

Blondin P., 1999. Histoires d'artichaut. *Revue horticole suisse* 72, 177–179.

Blondin P. & Gagnebin F., 1976. Un artichaut pour l'amateur. *Revue horticole suisse* **49**, 233.

Brönnimann M. (2014). *Evaluations des possibilités de mise en valeur (culture et commercialisation) de variétés légumières genevoises traditionnelles*. Travail de bachelor, hepia (Genève), 138 p.

Brutti C., Apostolo N., Ferrarotti S.A., Lorente B.E., Krymliewic Z. 2000. Micropropagation of *Cynara scolymus* L. employing cyclodextrins to promote rhizogenesis. *Sci. Hortic.* **83**, 1–10.

Cavallaro V., Castiglione V., Avola G., Finocchiaro E. 2004. Influence of different substrates on the in vitro rhizogenesis process of early artichoke (*Cynara cardunculus* L. *subsp. scolimus* (L.) Hegi). *Acta. Hortic.* **660**, 267-272.

Cavallaro, V., Trotta, F., Gennari, M., Di Silvestro, I., Pellegrino, A. and Barbera, A.C. 2013. Effects of the complex nanosponges-naphthaleneacetic acid and β cyclodextrins on in vitro rhizogenesis of globe artichoke. *Acta Hortic.* **983**, 369-372.

Cochard B., Crovadore J., Delabays N., Lefort F., Renaudineau G.; 2019. *Projet ARTIVIO - L'artichaut Violet de Plainpalais: mise en valeur d'une variété légumière traditionnelle*. Rapport 2018. HEPIA (Genève), 27 p.

Cochard B., Crovadore J., Delabays N., Lefort F., Renaudineau G.; 2020. *Projet ARTIVIO - L'artichaut Violet de Plainpalais: mise en valeur d'une variété légumière traditionnelle*. Rapport 2019. HEPIA (Genève), 29 p.

Comino C., Moglia A., Repetto A., Tavazza R. 2019. Globe artichoke tissue culture and its biotechnological application. In: Portis E., Acquadro A., Lanteri S. (eds) *The Globe Artichoke Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham

Delabays N., Gigon V., 2017. *Projet AvP. L'artichaut Violet de Plainpalais: mise en valeur d'une variété légumière traditionnelle*. Rapport 2017. HEPIA (Genève), 5 p.

Delabays N., Gigon V., Renaudineau G., Piccot L., Droz E., Rebenaque P., De Montmollin A.; 2017. L'artichaut violet de Plainpalais: mise en valeur d'une variété traditionnelle. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **49** (6), 362-367.

Droz E., Ulliel S., Julmi-Moreillon C., de Joffrey J.-P., Thomas D., Lê C.-L. & Gindro K., 2012. Des variétés de plantes fichées par leur profil génétique. *Recherche Agronomique Suisse* **3**, 552–555.

- Dumonthay J., 1933. Les meilleures variétés d'artichauts. *Revue horticole suisse*, 332–333.
- Dumonthey J., 1911. L'œilletonnage des artichauts. *Journal d'horticulture suisse*, 41–44.
- Fèvre A., 2021. *L'oignon rouge de Genève* Thèse de bachelor, hepia (Genève), (en prép.).
- Homère, E. 2021. *La tomate de Chancy*. Thèse de bachelor, hepia (Genève), (en prép.).
- Krieger I, 2022. *La mâche « Hâtive de Genève »*. Thèse de bachelor, hepia (Genève), (en prép.).
- Marty G. (2018). *Etude et mise en valeur d'une variété traditionnelle de légume genevois : Le potiron de Genève*. Travail de bachelor, hepia (Genève), 110 p.
- Morzadec J.M. , Hourmant A. 1997. In vitro rooting improvement of globe artichoke (cv. Camus de Bretagne) by GA3. *Sci. Hortic.* **72(1)**, 59-62.
- Piccot, L. ; 2016. *Une AOP pour l'artichaut violet de Plainpalais, la renaissance d'une variété oubliée ?* Thèse de bachelor, hepia (Genève), 171 p.
- Renaudineau, G.; 2015. *L'artichaut violet de Plainpalais : étude sur la possibilité de mise en de cette variété*. Thèse de bachelor, hepia (Genève), 165 p.
- Spanò R., Bottalico G., Corrado A., Campanale A., Di Franco A., Mascia T. A. 2018. Protocol for producing virus-free artichoke genetic resources for conservation, breeding, and production. *Agriculture*, **8**, 36.
- Soumya P.R., Kumar P., Pal, M. 2017. Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. *Ind J Plant Physiol.* **22**, 267-278.
- Tavazza R., Papacchioli V., Ancora G. 2004. An improved medium for *in vitro* propagation of globe artichoke (*Cynaras colymus* L.) cv. Spinoso sardo. *Acta Hortic* **660**, 91–99.
- Velin F., 1877. Des soins à donner aux graines potagères. *Revue horticole et viticole de la Suisse romande*, 30–31.
- Velin F., 1882. Culture de l'artichaut. *Revue horticole et viticole de la Suisse romande*, 76–78.

Annexe : Coupures de presse relatant l'atelier-dégustation consacré à l'Artichaut violet de Plainpalais (17 juin 2019)

Date: 22.06.2019

**Tribune
de Genève**

Tribune de Genève
1211 Genève 11
022 / 322 40 00
www.tdg.ch

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse jour / hebdo
Trage: 33'566
Parution: 6x/semaine

Page: 20
Surface: 138'407 mm²

Ordre: 1095093
N° de thème: 350.001
Référence: 73925363
Couverture Page: 1/3



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

POST TENEBRAS LUX

L'artichaut genevois a eu archichaud

Le violet de Plainpalais, variété locale et ancienne renaît après des décennies d'oubli. Éloge

Jérôme Estèbe

@JeromeEstebe

L'artichaut violet de Plainpalais a eu chaud au derrière. Et Dieu sait s'il est savoureux, ce derrière-là. Pour un peu qu'on l'atteigne, bien sûr, pudiquement caché qu'il est dans une gangue de feuilles coriaces et éventuellement hérissées de piques assassines. L'auteur de ces lignes s'est même ouvert le doigt en voulant tripoter la chose sans précaution. Rien de grave, rassurez-vous. Trois gouttes de sang. Mais c'est dire s'il se mérite, le cul du plainpalaisien. Bref, après de longues décennies d'éclipse dans les serres et sur nos étals, après avoir connu la déchéance et l'oubli, on dirait bien que cette variété locale et ancienne reprend du service. Chouette!

Depuis 2010, le Service cantonal de l'agronomie mouille en effet sa chemise pour sa résurrection. Le violet s'est fait identifier, analyser, palper sous toutes les coutures. Il s'agissait de s'assurer de la

pureté de sa lignée. On a donc reniflé son ADN, dégusté sa chair, scruté sa morphologie, mis en lumière ses caractéristiques et spécificités. L'association Slow Food l'a pris sous son aile. Pro Specie Rara, la fondation pour la diversité patrimoniale, le bichonne. Il y a des bonnes fées qui se penchent sur cette plante-là.

Le cousin épineux

Mieux: depuis l'an passé, quatre maraîchers genevois ont démarré sa culture. Connaîtra-t-il le destin lumineux de son cousin, le cardon épineux? Il est trop tôt pour le dire. Certains rêvent déjà d'un label garantissant son origine. «Dans un premier temps, on va l'inscrire dans la filière GRTA (ndlr: le label Genève Région-Terre Avenir)», explique Alexandre de Montmollin, de la Direction générale de l'agriculture. «Quant à l'AOP (comprenez: l'appellation d'origine protégée), il s'agit d'un processus plus long et complexe. Mais pourquoi pas... Pour l'heure, sa culture reste confidentielle. Il faudrait que les maraîchers locaux augmentent sa production.» Le violet rejoindrait ainsi le car-

don et la longeole sur le podium des vivres autochtones protégés.

N'imaginer pas qu'il n'y est là qu'une toquade patriotique. Il est bon, le petit genevois. Vraiment. Peu filandreux, fin, persistant en bouche, avec un petit goût de noisette. Cette saveur particulière est du reste attestée dans des textes du XIX^e siècle. Les feuilles, durailles, ne se suçotent pas ni ne s'éminent. Seul le cœur est à prendre. «C'est un légume assez fascinant», glisse Nicolas Delabays, professeur à la Haute École du paysage, d'ingénierie et d'architecture, qui a planché, entre autres, sur le profilage génétique du rescapé. «Il est très sensible à son environnement. On s'est aperçu que deux artichauts de Plainpalais strictement identiques affichent des différences notables, en termes de couleur et de taille, d'une année sur l'autre et d'un terrain à l'autre.»

Cimetière des oubliés

Plus précoce que son proche compère le violet de Provence et que le gros camus breton, il aime avoir froid en hiver, mais



pas trop. Le gel le tue. Il demande de la place. Et des soins. Il attire les pucerons aussi. Bref, ce n'est pas forcément une partie de rigolade que de le cultiver chez nous - n'oublions pas qu'il s'agit d'une plante d'origine méditerranéenne, qui a poussé, et poussera à nouveau, en terre genevoise. En attendant son retour en fanfare sur les étals du marché, on peut même le planter dans son propre jardin (*lire ci-contre*), une manière d'accueillir chez soi un vieux compatriote miraculé.



Planter un violet

Vous rêvez de planter l'artichaut de Plainpalais dans votre jardin? C'est possible! Quelques trucs...

- Il lui faut de l'espace. Un plant d'artichaut exige à lui seul un mètre carré de surface.
- L'artichaut se reproduit à l'aide d'œilletons, soit de petits bourgeons prélevés sur la plante. Une fois l'artichaut planté, chacun peut ensuite procéder à la multiplication de ses plants.
- Il se plante généralement au printemps, dans un coin ensoleillé, et se récolte en été. Dès le début du mois de juin pour notre violet.
- Il a soif, le bougre. Ne pas hésiter à l'arroser abondamment.
- En hiver, on le calfeutre en le recouvrant de paille.
- Miam? Chaque plant produit environ cinq artichauts par an. Pas de quoi se goinfrer, donc.

Date: 22.06.2019

Tribune de Genève

Tribune de Genève
1211 Genève 11
022/ 322 40 00
www.tdg.ch

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse journ./hebd.
Tirage: 33'566
Parution: 6x/semaine



Page: 20
Surface: 138'407 mm²



POST TENEBRAS LUX

REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

Ordre: 1095693
N° de thème: 350.001

Référence: 73925363
Coupage Page: 3/3

