



SensasAB

RAPPORT DETAILLE DES RESULTATS 2019



Table des matières

Table des matières	1
Objectifs et approches scientifiques	3
Objectif général du projet	3
Leçons 2018 et actions 2019 du projet	3
Hypothèse de travail.....	4
Méthodologie.....	5
Caractérisation de l'environnement.....	5
Evaluation multicritères des légumes.....	5
Analyse des données.....	5
Le réseau de fermes et les essais mis en place.....	7
un réseau de 7 maraichages diversifiés en Rhône Alpes	7
Le dispositif expérimental	7
Difficultés rencontrées	7
Problème financiers à l'ITAB.....	7
Accidents climatiques.....	8
Sécheresse	8
Points sur les données récoltées.....	8
Caractérisation des environnements de cultures.....	8
Synthèse des enquêtes sur les maraîchers.....	8
Analyse de la structure des sols	8
Le test bêche	8
Analyse des sols des 7 fermes	9
Analyse chimique et microbiologiques des sols.....	10
Conclusion sur les caractérisations des environnements	11
Evaluation multicritère des tomates.....	11
Comparaison du comportement agronomique.....	11
Evaluation qualitative des plantes	12
Comparaison des données à l'arrachage	13
Conclusion sur les comparaisons agronomiques	14
Comparaison de la qualité sensorielle	16
L'épreuve de Napping.....	16
Résultats	17
Conclusions sur les évaluations sensorielles	19
Caractérisation nutritionnelles des échantillons	21

Analyse du jeu de données complet.....	21
Analyse par variété.....	24
Conclusions sur les analyses nutritionnelles	26
Analyses croisées des données agronomiques, sensorielles et nutritionnelles, TOMATES.....	29
Evaluation Amarante.....	30
Evaluation Carotte.....	31
Conclusions générales et perspectives	31
intérêts des populations	31
Variation induites par les environnements et ITK.....	32
perspectives.....	32
Annexe 1.....	33
Tomates.....	33
Amarante.....	34
Carottes	34
Annexe 2 : fiche de notation	35

Objectifs et approches scientifiques

OBJECTIF GENERAL DU PROJET

Ce rapport présente les résultats des essais agronomiques 2019 mis en place dans le cadre du projet SensasAB.

Pour favoriser le développement d'une offre en variétés et plants adaptés à la diversité des contextes et des pratiques en AB, ce projet proposait initialement d'identifier et de caractériser le comportement de variétés populations selon l'environnement de culture. Ceci pour identifier les leviers d'actions et optimiser l'expression de la qualité sensorielle et nutritionnelle des légumes. Un troisième axe visait à partager, acquérir des savoirs faire et à organiser et structurer les démarches 'de la graine à l'assiette' au niveau régional.

Objectifs	Sous-objectifs	Enjeux de recherche	Enjeux techniques
1) OBSERVER et PROSPECTER de nouvelles variétés au champ (performances agronomiques)	Criblage variétal	Caractérisation de la variabilité au sein d'une espèce	Organisation d'une projet de sélection décentralisé et participatif
	Elaboration des axes de sélection	Identification génotypes interactifs	
2) ETUDIER le comportement des variétés sur différents environnements de culture	Qualité sensorielle	Influences relatives des facteurs environnement et génotypes	Lever de sélection Communication sur la qualité
	Qualité nutritionnelle		
3) Approche filière: DE LA GRAINE À L'ASSIETTE	Structuration/ organisation filière plant		Organisation de la production de plants
	Caractérisation contexte territorial	Clés de caractérisation des contextes	Adaptation de stratégies de communication
	Campagne de communication		Mise en œuvre d'une campagne de com

Figure 1: Objectifs SensasAB 2018

LEÇONS 2018 ET ACTIONS 2019 DU PROJET

Les essais programmés en 2018 étaient en trop grand nombre (trop de variétés/espèces à observer par rapport au temps disponible des partenaires). Certains ont même avorté (laitue), pour d'autres les données sont très incomplètes (Navet). Ceci a conduit également à un manque de visibilité sur les essais entre maraîchers. Les variétés testées, issus d'une collection du CRBA, ont également déçu les maraîchers sur leurs aptitudes agronomiques et leur qualité.

Une réunion bilan sur les essais 2018 a conduit à la redéfinition des objectifs communs des partenaires et à affiner les questions de recherche et actions à mettre en place pour y répondre. Ainsi trois grands axes ont été redéfinis (figure 2) : (1) caractérisation de nouvelles espèces, variétés populations (interactives), (2) étude de l'effet de l'environnement (sol, climat, pratiques culturelles) sur les qualités agronomiques, sensorielles et nutritionnelles des plantes et (3) structuration d'un réseau de connaissances autour de la culture de ces variétés.

Les essais 2018 ont permis cependant de répondre à certaines questions, partiellement ou complètement et de rediriger les choix expérimentaux : **une influence prépondérante du facteur environnement sur la qualité sensorielle**. Pour aller plus loin dans cette hypothèse le focus 2019 a été mis sur le **facteur environnement (sol et itinéraire technique) en testant l'effet de l'environnement de culture, l'irrigation et de l'aspersion de purin d'ortie sur deux variétés populations de tomates**.

Ce rapport présente les résultats de ces évaluations multicritères.

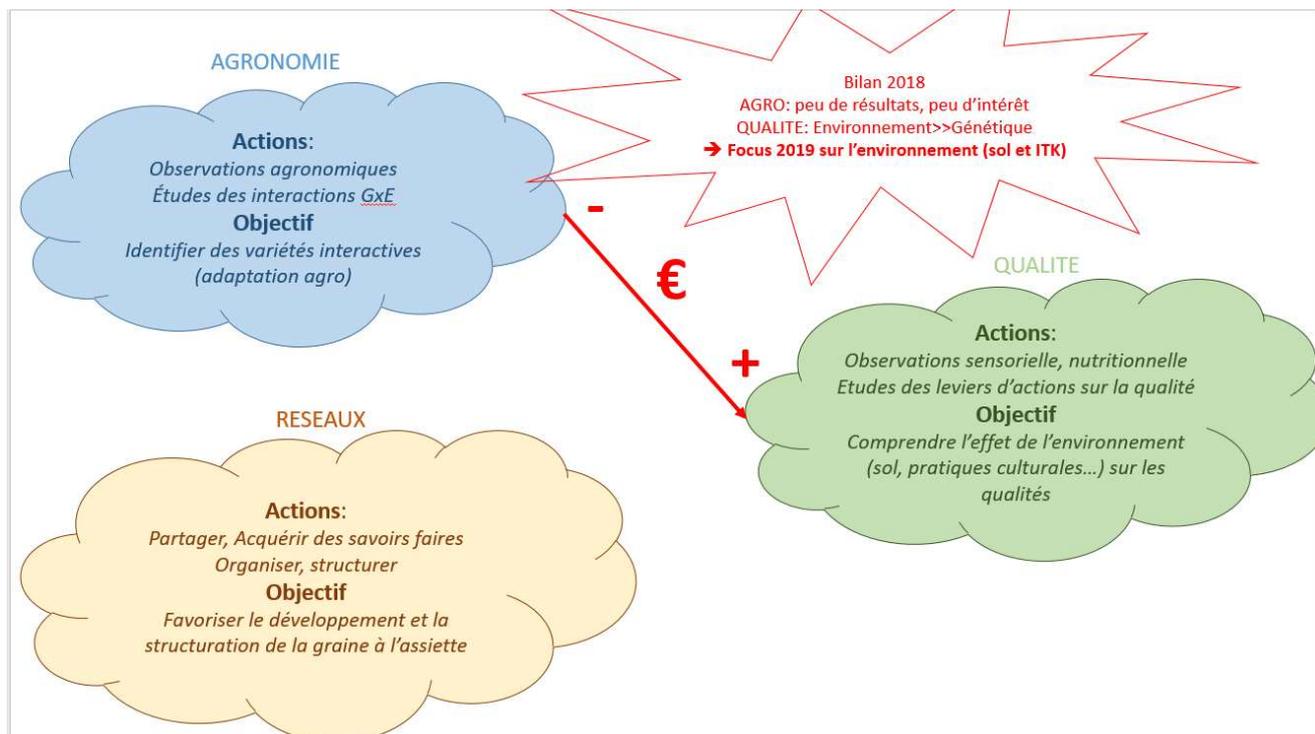


Figure 2: les trois volets du projet 2019

HYPOTHESE DE TRAVAIL

Une expertise collective commandée à l'INRA par le ministère en 2007¹ a fait l'état des lieux des connaissances scientifiques disponibles concernant les enjeux de santé liés à un accroissement de la place des fruits et légumes dans l'alimentation, les facteurs susceptibles de favoriser la consommation et l'impact sur la filière. Elle souligne l'importance de poursuivre et amplifier les recherches visant à expliciter et modéliser les interactions entre génotype et environnement pour les divers critères de qualité des produits, notamment sous l'angle du goût, et des propriétés nutritionnelles qui apparaissent maintenant comme une des composantes essentielles de la qualité. Cette étude soumet également l'hypothèse du métabolisme secondaire : tout ce qui concourt à ralentir la croissance sans pénaliser la photosynthèse favorise le métabolisme secondaire dans son ensemble, donc l'accumulation de certains composés bioactifs.

Pour tester l'hypothèse du « métabolisme secondaire », le premier axe (AGRONOMIE) vise à comparer le comportement agronomique des cultures en fonction des ITK (itinéraires techniques) appliqués dans le réseau des 7 fermes partenaires. Le deuxième axe (QUALITE) consiste en la caractérisation de la qualité nutritionnelle et sensorielle de ces variétés populations et en leur confrontation avec les données pédologiques et les itinéraires techniques testés (non irrigué, aspersion de purin d'ortie, fauche...).

¹ M.J. Amiot-Carlin, F. Caillavet, M. Causse, P. Combris, J. Dallongeville, M. Padilla, C. Renard, L.G. Soler (éditeurs), 2007. Les fruits et légumes dans l'alimentation. Enjeux et déterminants de la consommation. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 80 p.

METHODOLOGIE

La méthodologie de recherche du projet s'appuie à la fois sur une approche système et participative, pour être au plus près de ce qui se passe dans le champ et des attentes des maraîchers. Ces deux approches amènent à réaliser les essais à la ferme et à prendre en compte au mieux les multiples interactions sol * climat * homme, notamment en caractérisant le plus finement possible ses composantes.

Caractérisation de l'environnement

Pour assurer le bon déroulement des essais, la majorité des moyens sont alloués aux techniciens et maraîchers. Il manque souvent une caractérisation poussée des environnements de cultures, qui permettrait de mieux comprendre les moteurs des variations observés. Ainsi cette année, il a été décidé de caractériser l'environnement sous différents angles.

- Socio-économique : une enquête menée par le CRBA vise à caractériser les valeurs qui animent les maraîchers, leur stratégie de culture (gestion de la fertilité) ainsi que l'historique de la ferme.
- Pédologique : plusieurs analyses permettent d'affiner le profil des sols : analyse de la structure par test bêche, analyse physico-chimique et analyse de la masse microbienne.

Evaluation multicritères des légumes

Pour mieux cibler l'étude des pratiques culturales et de l'environnement, le nombre de modalités pour le facteur variété a été réduit comparé à 2018 : deux variétés de tomates (choisies par les partenaires maraîchers du projet) ont été mises en culture sur 7 fermes et selon trois itinéraires techniques.

Afin de comprendre plus finement la nature des variations engendrées par les ITKs/environnements, une évaluation multicritère a été réalisées sur les cultures :

- Evaluation agronomique : plutôt que de caractériser finement le phénotype de la plante à différentes périodes de sa croissance, tâche gourmande en temps, il a été décidé de pointer plutôt les différences d'expressions agronomiques des plantes en fonction des ITK/environnements. Des notations à l'arrachage (système racinaire, système aérien) complètent le tableau.
- Evaluation sensorielle : des évaluations sensorielles, (brainstorming, napping, propice à l'étude des interactions (ITK/Env)) ont été réalisées avec le groupes de maraîchers partenaires.
- Evaluation nutritionnelle : les tomates issues des ITK*Env encore en culture début octobre ont été caractérisés à l'aide de mesure chimiques (acidité titrable, exprimé en acide malique, sucres et vitamine C), d'analyse des composés polyphénoliques, des caroténoïdes et d'analyse des minéraux (P, K).

Analyse des données

Plus que de valider un effet significatif de tel ou tel facteur, l'objectif est ici de comparer des comportements/profils sur différents critères (**variables mesurées**) et d'identifier d'éventuelles corrélations entre données de différents types (agronomiques, sensorielles, nutritionnelles). C'est ce que permettent les statistiques descriptives multidimensionnelles (ou analyses multivariées), ce sont l'ensemble des méthodes qui permettent de traiter simultanément un nombre quelconque de variables. Ces méthodes reposent sur la recherche d'un ensemble réduit de variables non corrélées, appelées composantes principales (les dimensions) qui sont les combinaisons linéaires des variables initiales résumant au mieux l'ensemble des variables initiales. Leur objectif est de comparer les profils d'individus (ici les **plantes/tomates**) sur l'ensemble des variables mesurées pour voir si certains **individus** sortent du lot et sur quelles variables. Sachant l'origine des échantillon (facteurs techniques de productions) il est possible de déduire l'effet des facteurs sur les variables mesurées. Les valeurs analysées sont obtenues en moyennant les 2 à 3 mesures réalisées sur le terrain, ceci pour homogénéiser les données, les plantes d'une même population n'étant pas strictement identiques.

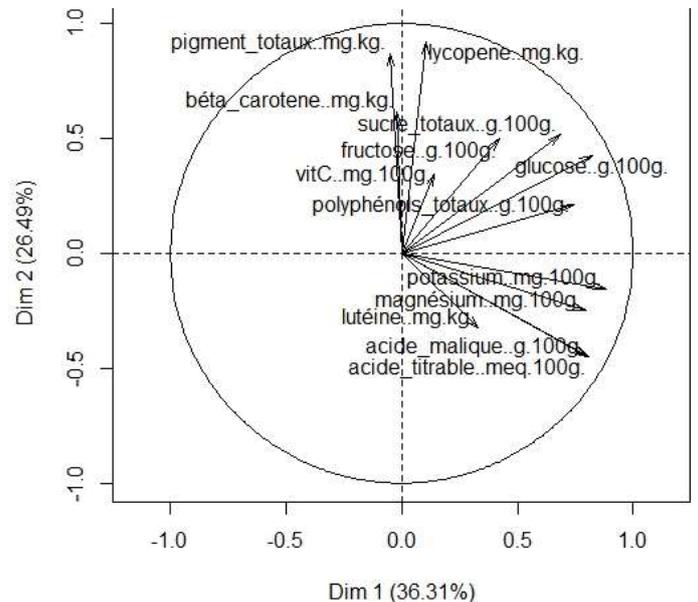
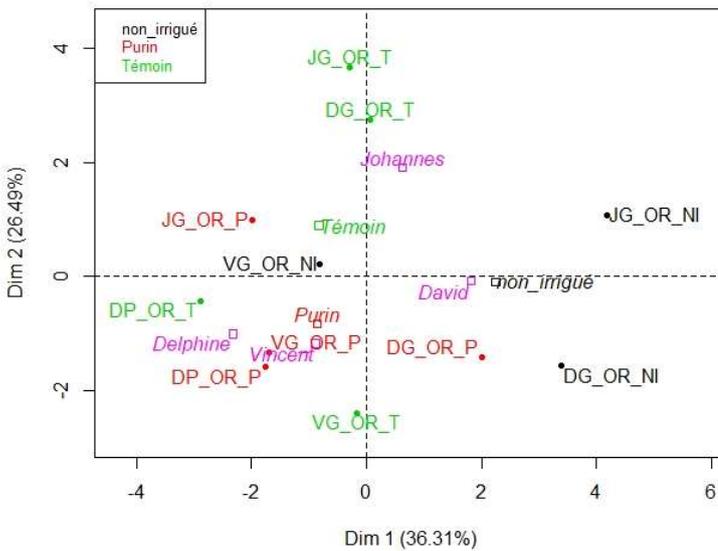
Tableau de données, les échantillons de tomate sur les lignes, les variables nutritionnelles en colonne

nom ech	variété	environnemé	ITK	fructose (g/100g)	glucose (g/100g)	sucrose (g/100g)	potassium (mg/100g)	magnésium (mg/100g)	vitC (mg/100g)	acide_malique (mg/100g)	acide_titrable (mg/100g)	lutéine (mg/kg)	béta_carotene (mg/kg)	lycopene (mg/kg)	pigment_tot (mg/kg)	polyphénols (mg/kg)
DG_OQ_P	OrangeQueue	David	Purin	2,4	1,9	4,3	274	11,2	22	0,46	6,9	0	16,6	0	26,3	0,036
DG_OR_NI	Olirose	David	non_irrigué	2,6	2,2	4,8	406	19,9	45	0,68	10,1	1,48	6,2	28,7	57,2	0,063
DG_OR_P	Olirose	David	Purin	2,3	2,1	4,3	372	14,3	49	0,66	9,9	2,38	5,69	33	89,5	0,08
DG_OR_T	Olirose	David	Témoin	2,6	2,1	4,7	321	12,9	62	0,47	7	1,48	8,43	59,2	114,2	0,056
DP_OR_P	Olirose	Delphine	Purin	2,1	1,6	3,7	295	16,3	60	0,56	8,3	1,13	8,9	32,5	73,3	0,051
DP_OR_T	Olirose	Delphine	Témoin	2,3	1,7	4	236	10	37	0,49	7,3	1,49	8,46	36,7	94,6	0,052
JG_OQ_NI	OrangeQueue	Johannes	non_irrigué	2,4	2,5	4,9	341	13,4	27	0,66	9,8	1,63	36,9	0,69	91,3	0,066
JG_OQ_P	OrangeQueue	Johannes	Purin	1,8	1,6	3,4	280	11,9	28	0,5	7,5	1,09	25	0,42	49,2	0,057
JG_OQ_T	OrangeQueue	Johannes	Témoin	2,9	2,9	5,8	260	10,1	23	0,46	6,9	0	27,4	1,12	57,8	0,056
JG_OR_NI	Olirose	Johannes	non_irrigué	2,6	2,2	4,8	384	20,2	48	0,73	10,9	2,16	10,5	53,4	105,8	0,074
JG_OR_P	Olirose	Johannes	Purin	2,3	1,9	4,2	303	12,2	39	0,44	6,6	0	7,11	50,3	114,7	0,055
JG_OR_T	Olirose	Johannes	Témoin	2,7	2,1	4,8	251	11,1	56	0,42	6,3	1,83	9,3	57,3	125,4	0,072
VG_OR_NI	Olirose	Vincent	non_irrigué	2,8	1,8	4,6	286	14,2	48	0,43	6,5	1,8	7,82	29,4	68,3	0,06
VG_OR_P	Olirose	Vincent	Purin	2,3	1,8	4,1	274	13,1	44	0,53	7,9	1,42	7,8	29,2	71,1	0,05
VG_OR_T	Olirose	Vincent	Témoin	2,5	1,9	4,4	274	12,7	48	0,54	8,1	4,08	4,83	22,9	45,1	0,06

L'analyse en Composante Principale (ACP) vise à représenter sous forme graphique l'essentiel de l'information contenue dans un tableau de données quantitatives. La dimension 1 de l'ACP est la dimension sur laquelle les échantillons se différencient le plus (ie celle où il y a le plus de variabilité). Les résultats d'une analyse multivariée se visualisent à l'aide de deux cartes : une carte des individus, un cercle de corrélation représentant les variables. Elles se superposent pour interpréter l'emplacement des individus en fonctions des variables.

Ici l'analyse explique (36+26) soit 62 % de la variabilité observée. Les individus sont colorés en fonction des facteurs techniques pour faciliter l'interprétation.

La direction et la longueur des vecteurs variables indiquent le sens et le degré de corrélation de la variable avec les dimensions de l'ACP



La dimension 1 (horizontale) est corrélée aux variables glucose, acide_malique, acidité_titrable, potassium, magnésium. Leur direction indique que les individus à droite de la représentation (modalité non-irrigué de David et Johannes) présentent de fortes teneurs en ces éléments.

La dimension 2 (verticale) est corrélée aux variables pigment_totaux, lycopène. Leur direction indique que les individus en haut du cadran (modalité témoin de Johannes et David) présentent de forte teneurs en ces éléments.

Le réseau de fermes et les essais mis en place

UN RESEAU DE 7 MARAICHAGES DIVERSIFIES EN RHONE ALPES

7 des 8 maraîchers (2018) ont contribué aux essais 2019. Cinq fermes sont situées dans la Drôme, 2 fermes dans le Rhône. Une carte présente la localisation des fermes et les cultures suivies (Figure 3).

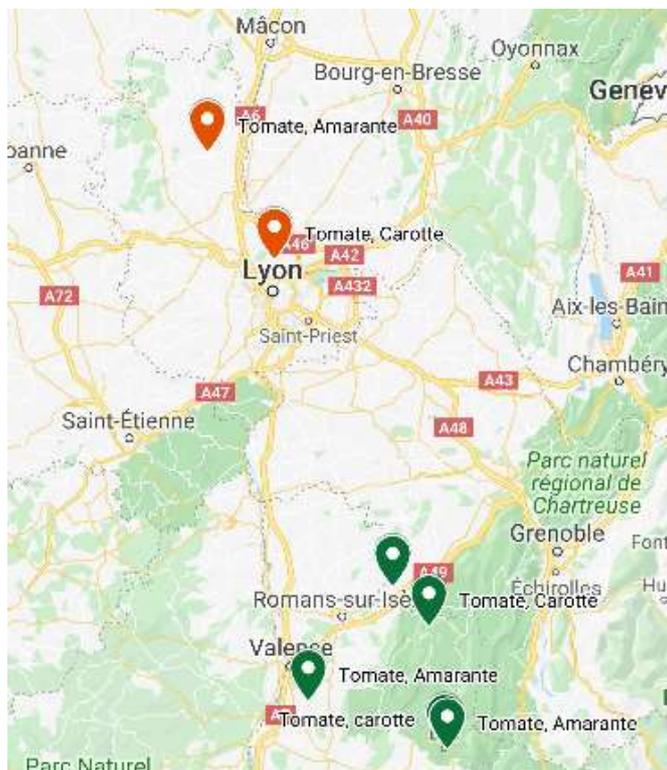


Figure 3: localisation des maraîchers et cultures suivies

LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les essais mis en place en 2018 ont mis en évidence l'importance du facteur environnement sur la qualité sensorielle des légumes. Pour aller plus loin dans cette hypothèse le focus sera mis sur le facteur environnement (sol et itinéraire technique) :

- Tomate : Effet de l'irrigation, de l'aspersion de purin d'ortie sur deux variétés populations de tomates
- Carotte : Effet du sol sur deux variétés populations de carottes et un hybride AB
- Amarante : effet de l'irrigation et de la fauche sur deux variétés populations

Les dispositifs sont détaillés en Annexe 1.

DIFFICULTES RENCONTREES

Problème financiers à l'ITAB

L'ITAB, en difficultés financières, n'a pas pu verser les 2^{ème} versements 2018 et le 1^{er} versement 2019 aux partenaires. Un plan de remboursement des dettes sur 10 ans a été validé. Cependant, les essais se sont poursuivis et les techniciens ont continué à observer les cultures. Une subvention supplémentaire de 10 000€ (fondation Bjorg) a permis de féliciter ces efforts en procédant à l'analyse nutritionnelle des cultures de tomates testées. Un achat de réfractomètre pour tous les maraîchers était prévu afin de tester l'outil pour un

suivi sur le terrain de la qualité mais n'a pu être réalisé à cause de la situation financière de l'ITAB. Toutefois, deux partenaires en possédaient déjà un, donc certaines mesures ont quand même pu être réalisées.

Accidents climatiques

Une tempête de grêle s'est abattue en Drôme le 15 juin, et a détruit beaucoup de cultures, y compris celles cultivées dans le cadre du projet.

Sécheresse

Les étés sont de plus en plus secs en région AURA. D'où l'intérêt d'étudier l'ITK non irrigué ! cependant des problèmes d'irrigations (trop ou pas assez) ont été rencontrés pour certains des maraîchers (Sandra, Vincent, Delphine). Il serait intéressant d'identifier les périodes où les plantes ont rencontré un stress hydrique et comparer aux données nutritionnelles.

Vincent n'avait plus d'eau pour irriguer de fin juin à fin juillet. Puis des pluies régulières ont eu lieu du 27 juillet au 20 août. L'irrigation a été reprise à l'arrosoir à partir du 24 août. Sandra a oublié son irrigation pendant une semaine juste après la plantation, les plantes n'ont pas apprécié et très peu de différences ont pu être observées entre les modalités.

Points sur les données récoltées

Les techniciens et maraîchers ont effectué un long travail de caractérisation des racines lors de la phase d'arrachage. L'"Orange Queen" n'a pas pu faire l'objet d'observation chez tout le monde (production tardive). Le jeu de données est relativement complet pour ce qui concerne la variété "Olirose".

Caractérisation des environnements de cultures

SYNTHESE DES ENQUETES SUR LES MARAICHERS

Des enquêtes sur les maraîchers, leurs valeurs, leurs pratiques ont été réalisées pour tenter d'appréhender l'interaction homme*sol*plante. La synthèse est en cours de rédaction et sera disponible au printemps 2020.

ANALYSE DE LA STRUCTURE DES SOLS

Une analyse de la structure des sols a été réalisée avec la méthode du test bêche. Il permet d'observer facilement la structure d'un sol sur un horizon de 0 à 20 cm de profondeur afin de détecter d'éventuels problèmes impactant les cultures. En effet, la structure du sol est une composante clé de sa fertilité. Elle joue un rôle sur la circulation de l'eau, l'air et de la chaleur et a aussi un rôle de support de culture via le développement racinaire des plantes. Pour compléter l'analyse, une grande tarière a permis une observation visuelle et olfactive de carottes de terre prélevées dans un horizon plus profond, un pénétromètre a été utilisé pour mesurer le tassement du sol plus en profondeur, et un test à l'acide chlorhydrique pour déterminer la présence de calcaire actif.

Le test bêche

Mode d'assemblage des mottes

Le mode d'assemblage des mottes renseigne sur l'état de la macroporosité du sol où l'eau s'infiltrer et les racines du sol pénètrent en profondeur. 3 modes d'assemblages sont possibles : structure ouverte (les éléments structuraux du sol sont dissociés), structure ouverte à tendance continue, structure continue (les éléments structuraux ne sont pas dissociés). Le nombre de sous bloc est également un indicateur de tassement.

Etat interne des mottes

L'état interne des mottes renseigne sur la macroporosité du sol que les racines vont explorer pour assurer l'alimentation hydrique et minérale. Elle se détermine par le volume de mottes dominants : mottes gamma (grumeleuse et poreuse), motte delta (peu poreuse, tassée, lisse) et les mottes intermédiaires delta zéro.

Interprétation finale : classe de tassement du sol

En croisant les informations du mode d'assemblage et du type de motte dominante on obtient une classe de tassement.

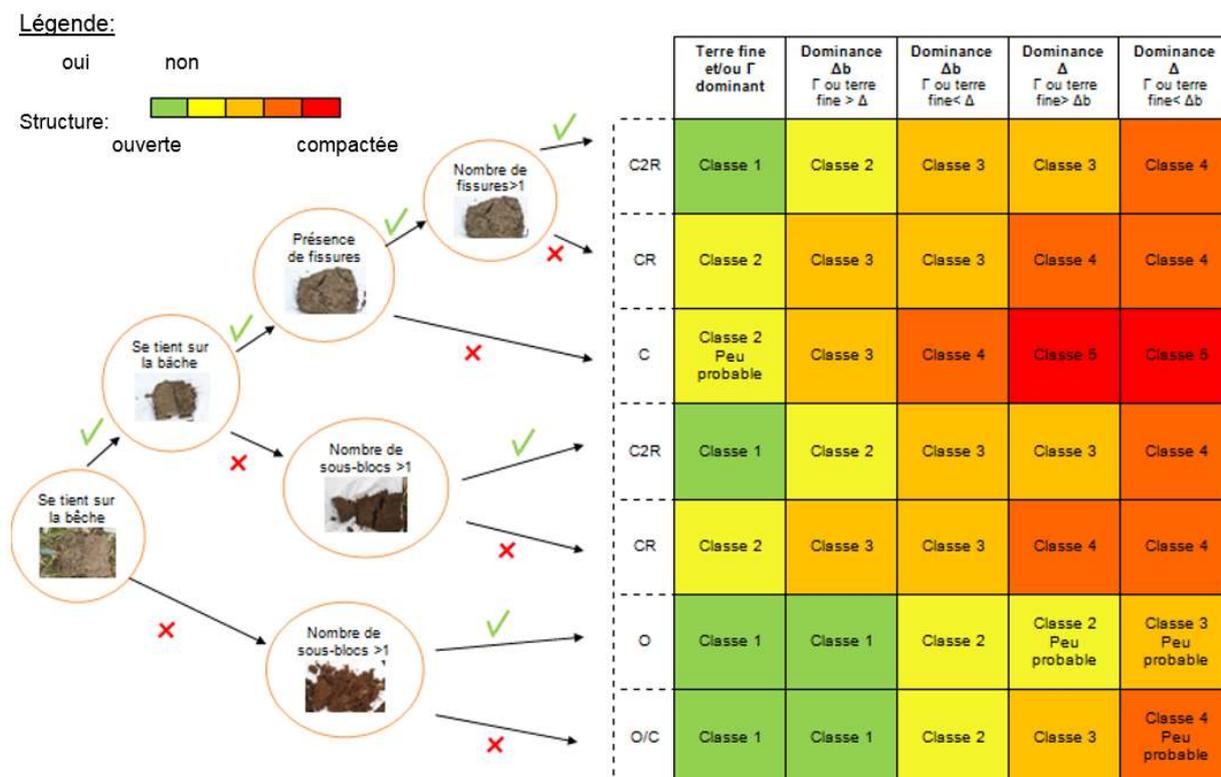


Figure 4: interprétation des résultats d'un test bêche, source: peingé et al, 2016, test bêche, guide d'utilisation ()

Analyse des sols des 7 fermes

Classe de tassement

Tableau 1: Classe de tassements des sols issus de l'analyse par test bêche

sols	mode d'assemblage	type de mottes dominante	classe de tassement	Présence calcaire actif	Profondeur horizon 1	Profondeur horizon 2	Profondeur horizon 3
David Gallez	O	terre fine	classe 1	Oui	13	28	38
	C2R	terre fine	classe 1	Oui	15	36	40
Johannes Geierman	O	terre fine	classe 1	Non	41	55	60
	C2R	terre fine	classe 1	Non	20	30	40
Annabel Reynaud	C2R	gamma	classe 3	Non	50	70	
	C2R	terre fine	classe 1	Non	30		
Jean Marie Roche	C2R	terre fine	classe 1	Non	30	40	
	O/C	terre fine	classe 1	Non	10	25	34
Sandra Burger	C2R	delta zéro	classe 3	Oui	25	36	
Delphine Porron	C2R	terre fine	classe 1	Oui	17	32	78
Vincent Galliot	C2R	delta	classe 3	Oui	10	35	95

Trois des sols analysés (David, Johannes, Jean-Marie) présentent une structure ouverte, très poreuse, ne présentant aucun tassement (classe 1). Des tassements légers à modérés sont à surveiller chez Annabel, Sandra, Delphine et Vincent. Les sols analysés semblent donc propices à la culture, les éléments contenus dans le sol (qui ont fait l'objet d'analyse en fin de saison) devraient être disponibles pour la plante. On note des sols très profonds chez Delphine et Vincent.

Caractéristiques des sols des 7 fermes et comparaison

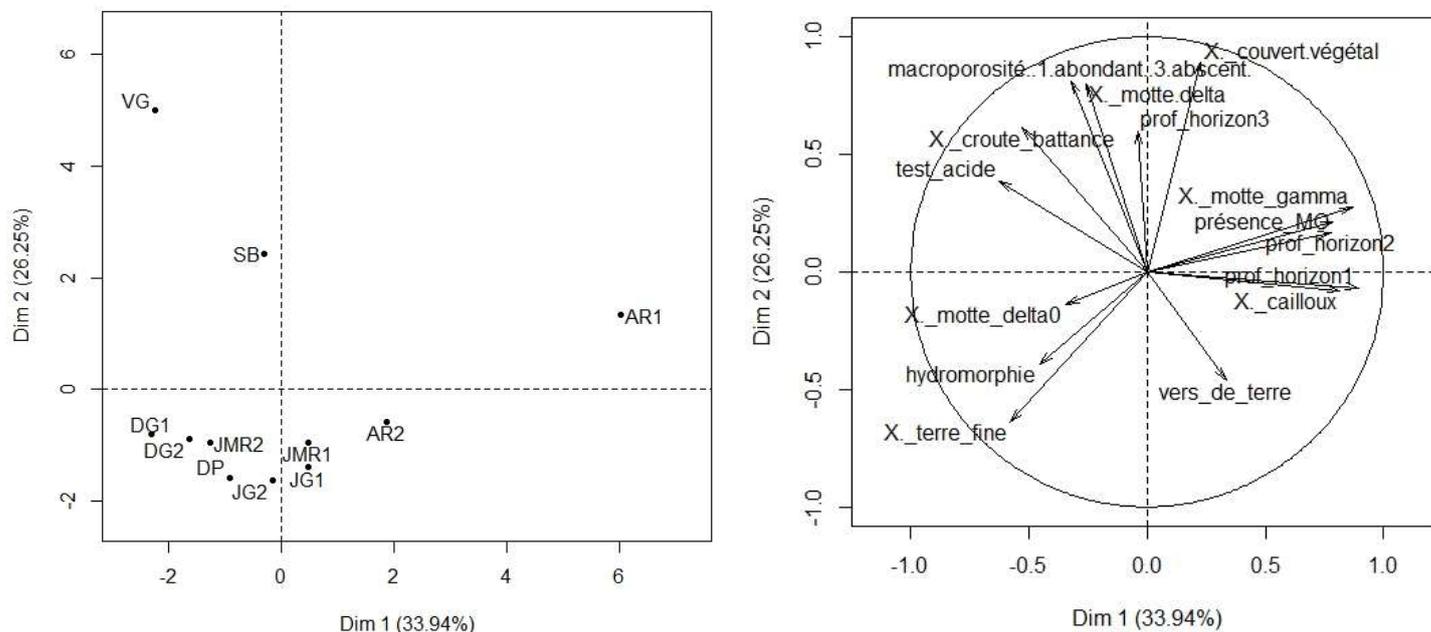


Figure 5: ACP sur les données du test bêche

Selon la grille de caractérisation, 4 sols présentent des profils similaires : David, Delphine, Jean Marie et Johannes. Ces sols présentent une plus grande proportion de terre fine et de mottes delta zéro et **sont peu profonds**. Leur structure s'oppose au sol chez **Annabel**, caractérisé par la **présence de MO et une plus grande proportion de motte gamma**. Enfin les sols de **Sandra et Vincent semblent plutôt tassés, avec une croûte de battance**. Deux sols sont caractérisés par leur profondeur : Vincent et Delphine

Les techniques de gestion de la fertilité des sols sont très différentes selon les fermes et devrait faire apparaître des profils chimiques très différents. Les stratégies de gestion de la fertilité du sol sont détaillées dans le paragraphe enquête sur les maraîchers.

ANALYSE CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUES DES SOLS

Le sol est une réserve de substances nutritives qui proviennent de l'altération de la roche mère, de la décomposition de la matière organique ainsi que de l'atmosphère. Les racines puisent dans la solution du sol les éléments majeurs (Ca, N, P, K, Mg...) et les oligo-éléments, la composition de la solution étant régulée par le Complexe Argilo-Humique (CAH) du sol. C'est en effet le CAH du sol, dont l'importance varie en fonction des teneurs en argile et en matière organique, qui permet la mise en réserve ou libération des éléments nutritifs pour les racines. La taille de CAH du sol est en général mesurée par la Capacité d'Echange Cationique(CEC).

Les environnements se distinguent sur les deux dimensions sur leur caractéristiques physico-chimique. La première dimension oppose les environnements de Vincent et Johannes à celui de Delphine. L'environnement de Delphine se caractérise par de haut taux en quasi tous les éléments mesurés : Matière organique, Capacité d'Echange Cationique, éléments fertilisants. Les environnements de Johannes et David se distinguent sur leur

granulométrie (limons grossiers vs sables fins) qui est portée par la deuxième dimension. L'environnement de David, proche de l'origine, ne sort pas du lot par des teneurs plus ou moins forte, il se situe dans la moyenne.

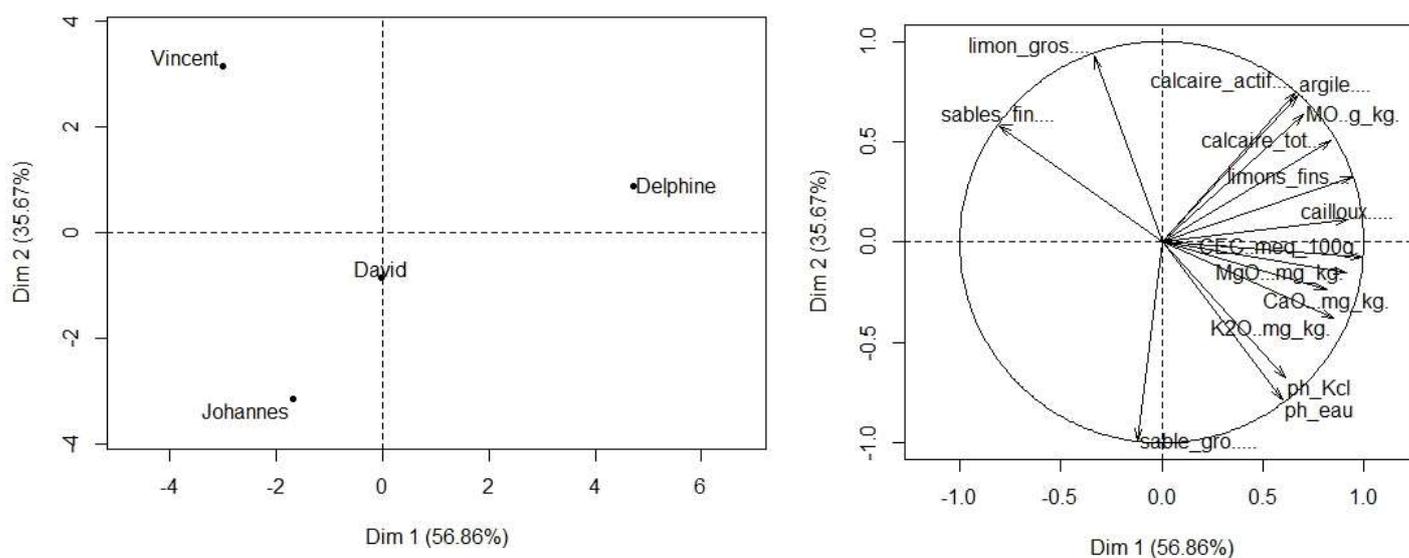


Figure 6: ACP sur les caractéristiques physico-chimiques de 4 environnements

CONCLUSION SUR LES CARACTERISATIONS DES ENVIRONNEMENTS

Les environnements se différencient sur leur structure, bien qu'ils soient dans les mêmes classes de tassement, leur granulométrie, la teneur en éléments fertilisants ainsi que leur disponibilité varient. Une grosse différence de fertilité apparaît entre l'environnement de Delphine (très fertile) et les autres environnements, plus particulièrement celui de Vincent, le moins fertile. Les différences de granulométrie complètent la distinction entre les environnements : de sables grossier, chez Johannes, au sables fins chez Vincent, en passant par du limon fin chez Delphine. Cette diversité d'environnement devrait favoriser les différences d'expressions des plantes sur les différents environnements.

Evaluation multicritère des tomates

COMPARAISON DU COMPORTEMENT AGRONOMIQUE

L'objectif de cet essai est d'évaluer qualitativement la valeur agronomique des variétés et de comparer le comportement agronomique d'une variété selon trois itinéraires techniques : témoin, non-irrigué, pulvérisation de purin d'ortie sur 7 fermes. Les plantes ont été observées à deux périodes : en période de croissance et en fin de cycle. Des observations qualitatives mais également des notes de vigueur ont été réalisées en cours de croissance. Les conditions climatiques de cet été ont eu pour conséquences que les plantes sont restées bloquées tout l'été, les fruits ont commencé à mûrir en septembre, quand la canicule a pris fin, effet encore plus marqué pour la variété "Orange Queen". De plus, les difficultés d'irrigation résultant de cette sécheresse ont fait qu'on observait visuellement très peu de différences entre les modalités irrigué / non irrigué ? Par conséquent, il a été choisi de concentrer les données quantitatives sur la phase finale à l'arrachage afin de caractériser le plus finement possible le système racinaire des plantes. Pour ce faire, juste avant l'arrachage des plantes, le binôme maraîcher - technicienne a creusé au pied des plantes pour sortir les racines et les suivant jusqu'au bout afin de les compter et mesurer.

L'analyse proposée se déroule en trois étapes :

- Comparaison et valeur agronomique des plantes en phase de croissance par une synthèse qualitative des notes des techniciens, appuyée par une Analyse Factorielle Multiple des termes utilisés pour décrire les plantes
- Comparaison des données à l'arrachage à l'aide d'une Analyse en Composante Principale
- Croisement des données à l'arrachage et observation en croissance à l'aide d'une Analyse Factorielle Multiple avec les données à l'arrachage en actif et les données qualitatives en projection.

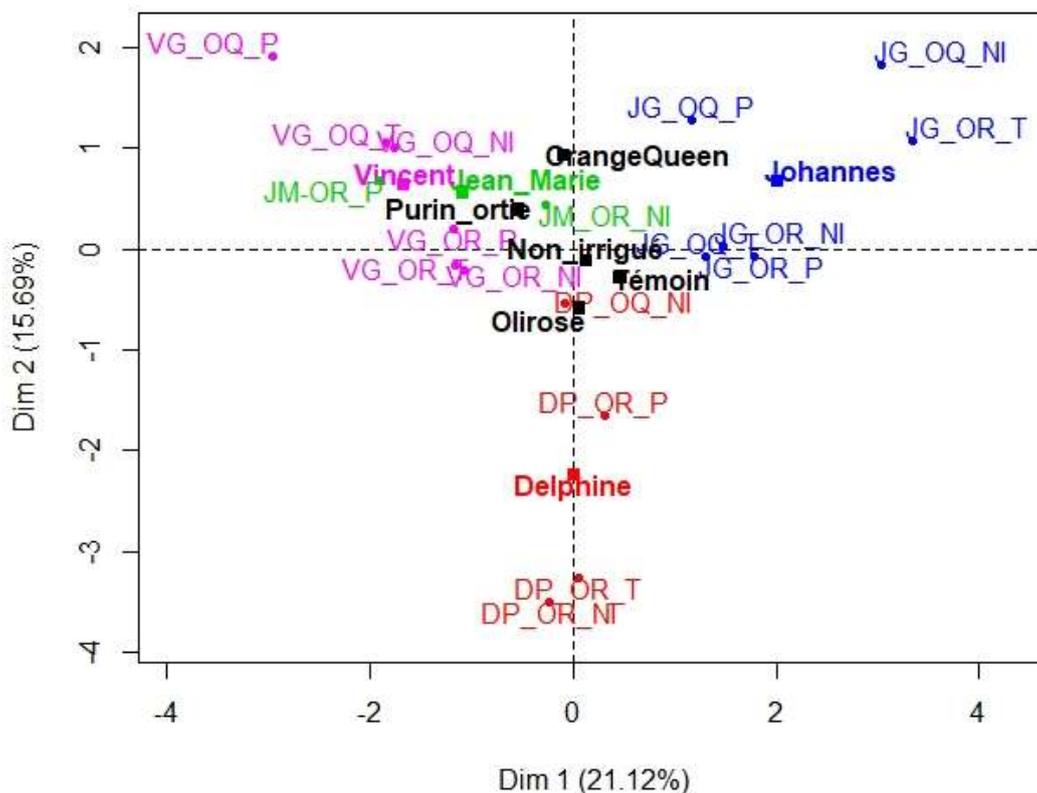
Evaluation qualitative des plantes

Comparaison entre traitements et environnements

Les parcelles ont été observées une fois dans le courant de l'été et une deuxième fois en fin de production à l'arrachage. Des différences nettes de vigueur, développement végétatif sont observées entre la modalité purin et les autres modalités. L'effet de vigueur est parfois même visible sur les plantes voisines (Delphine et Vincent). On note également une résistance accrue au mildiou notable pour la modalité 'purin'. La différence reste perceptible au niveau des racines avec des racines soit plus grosses, soit plus profondes pour la modalité 'purin' (Delphine et Vincent). Les environnements semblent également fortement influencer le développement de la plante : le port élancé ou rampant et surtout sur l'aspect des racines (fines et profondes chez David et Vincent, plus superficielles et large chez Delphine). La structure du sol est à corrélérer avec ces aspects racinaires et la capacité de la plante à capter les éléments du sol (cf = analyse du sol) pourrait être estimée à travers les analyses nutritionnelles.

A partir d'une analyse de texte (table d'occurrence des mots cités plus d'une fois pour décrire l'ensemble des échantillons pour chaque échantillon), une Analyse Factorielle Multiple sur les fréquences de citations a été réalisée pour compléter la synthèse ci-dessus. Pour une meilleure lecture du graphique les échantillons sont colorés selon les environnements.

L'analyse textuelle semble plus mettre en évidence les différences perçues par les techniciens entre les environnements. A noter que l'observation des racines ne s'est pas effectuée au même moment que celle du feuillage. La modalités purin semble cependant associée à un système racinaire et aérien plus vigoureux.



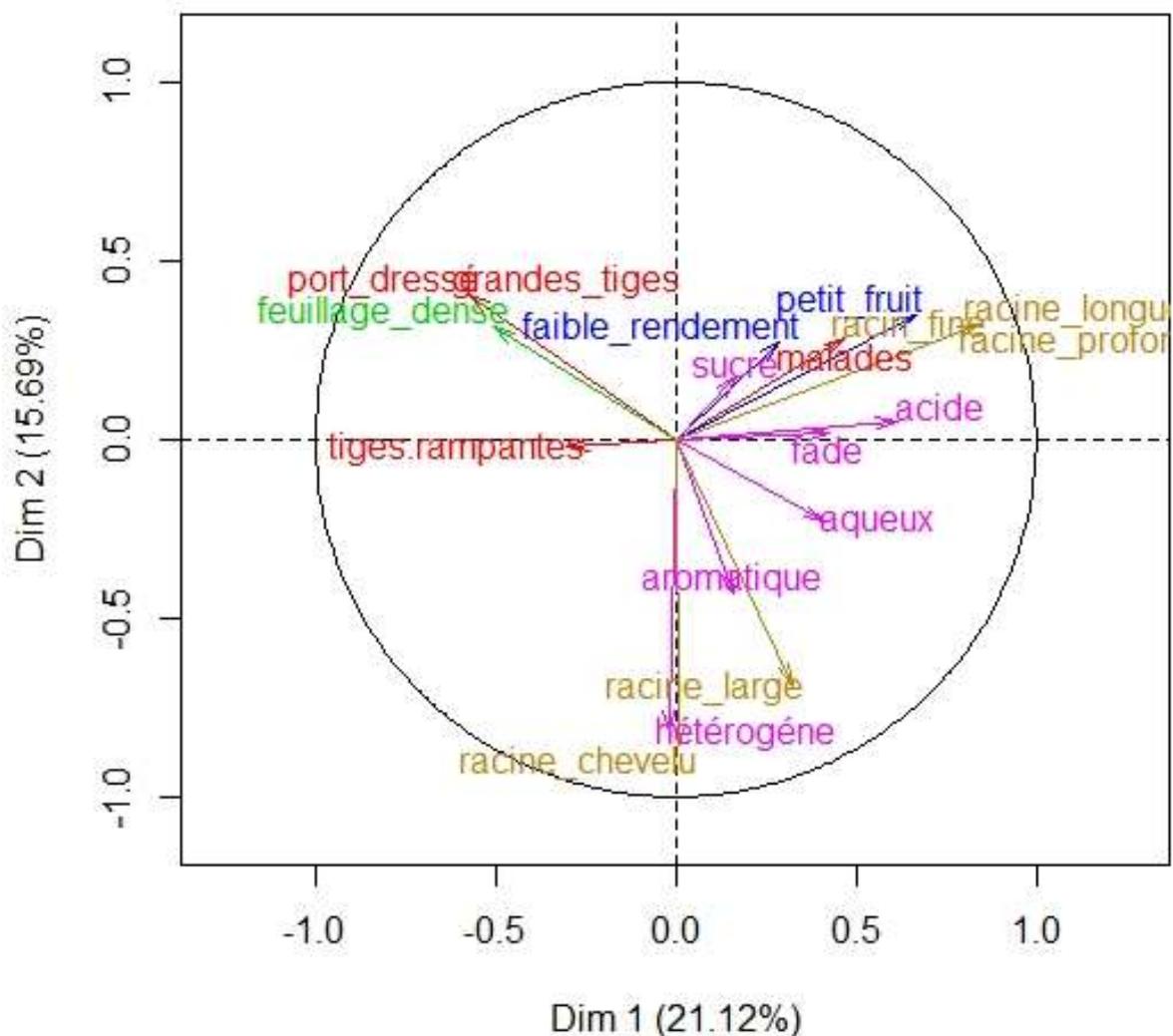


Figure 7: Analyse Factorielle Multiple sur les fréquences d'occurrences des descripteurs

Une autre observation intéressante concerne **l'impact du nombre de pulvérisation**. Les différences de vigueur les plus marquées ont été observées chez Delphine, qui n'a pulvérisé qu'une seule fois juste après la plantation. David et Vincent ont pratiqués 7 à 8 pulvérisations, mais les plantes présentaient des différences de vigueur moins marquées. Une étude sur le nombre de pulvérisation nécessaire à l'efficacité permettrait de faire des économies de temps et de purin, ou de l'utiliser aussi pour renforcer les plantes voisines.

Valeur agronomiques des variétés

Concernant la valeur agronomique des variétés, "**Orange Queen**" est très **tardive** (comparé à "Olirose") et pourrait être intéressante dans un objectif **d'étalement des récoltes et/ou de production tardive**. Des améliorations sur le rendement semblent cependant nécessaire. "**Olirose**" présente une trop forte tendance aux **fissurations** et apparait en l'état non commercialisable. Un travail de sélection sur cette caractéristique apparaît nécessaire pour l'intégrer dans une production maraîchère. Les deux variétés semblent cependant **robustes**, elles ont résisté pour certaines à une tempête de grêle en début de période de production (mi juin) puis à une longue période de sécheresse dans le courant de l'été.

Comparaison des données à l'arrachage

Les observations agronomiques se sont concentrées sur les notations à l'arrachage, ceci pour mieux comprendre l'effet des ITK sur la physiologie de la plante au niveau aérien comme sous-terrain. Ont été notés la circonférence du collet, le nombre de racines principales et secondaires, la taille de la racine la plus

longue. Au niveau de la plante : la longueur de la tige principale, le nombre de gourmands, le nombre de bouquets ayant porté au moins un fruit, la vigueur et l'état sanitaire (Annexe 2, fiche de notation). Pour homogénéiser les observations (les populations pouvant être différentes au sein d'une même modalité) 2 à 3 plantes par modalité ont été notées. Les analyses multivariées (AFM) sont mises en œuvre sur ces données moyennées. Une AFM a été réalisée sur les données à l'arrachage pour la variétés 12 modalités sur "Olirose" (figure 8)). Elle n'a pas été réalisée pour "Orange Queen" car seul 6 modalités ont pu être observées.

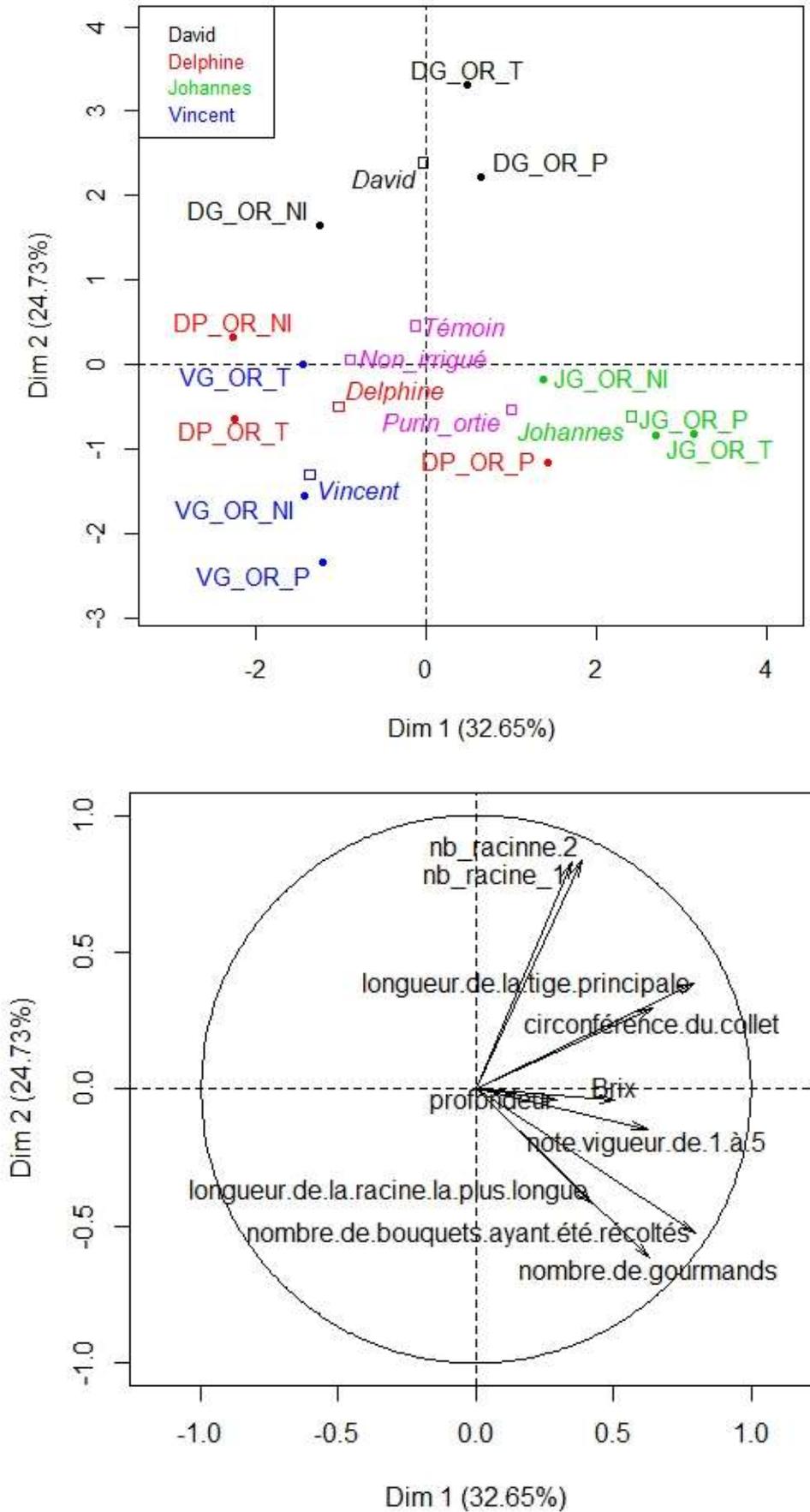


Plus de 50% de la variabilité est expliquée par les deux premières dimensions. Les échantillons sont répartis en fonction des environnements. Les caractéristiques racinaires et le port de la plante semblent bien liés à l'environnement de culture. La première dimension distingue les plantes de chez Vincent (à gauche) à celle de Johannes sur la longueur de la tige et des racines. La deuxième dimension distingue les plantes cultivées chez David qui présentent le plus grand nombre de racines (primaire et secondaire). Ainsi la première dimension distingue les échantillons selon les environnements. Un effet de l'itinéraire technique est discernable sur la deuxième dimension, au niveau de la vigueur et des composantes du rendement favorisées par le traitement au purin.

Conclusion sur les comparaisons agronomiques

Les plantes semblent exprimer les particularités de l'environnement de culture : des différences de physionomie, de rendement sont observées entre plantes d'environnements différents. Les témoins et non irrigués semblent avoir souffert des intempéries de l'été. **Les plantes traitées au purin d'ortie sont plus vigoureuses**, plus grandes, avec des racines plus denses.

Figure 8: AFM sur données à l'arrachage, "Olirose"



COMPARAISON DE LA QUALITE SENSORIELLE

Une épreuve de Napping a été mise en œuvre dans la Drôme, pour tester l'influence relative des facteurs environnements (pédoclimatique et ITK). Les deux « variétés » représentent ainsi deux répétitions : si les mêmes tendances sont observées cela renforce la conclusion.

L'épreuve de Napping

Objectif de l'épreuve

L'épreuve de Napping permet une mesure directe de la perception en demandant au dégustateur de positionner des produits sur un espace à deux dimensions en fonction de leurs différences/ressemblances. Si les produits se ressemblent, ils sont regroupés sur la nappe, s'ils sont très différents ils sont éloignés. Cette épreuve est utile quand on veut comparer l'influence de deux facteurs sur la qualité finale (génotype et environnement par exemple) et qu'on ne dispose pas d'un panel entraîné. Si les échantillons sont regroupés par variété, le facteur génétique sera dominant, s'ils sont regroupés par environnement, c'est le facteur environnement qui sera dominant. Cela permet ainsi d'identifier les moteurs de variation de la qualité.

Les échantillons dégustés

2 variétés de tomates "Olirose" et "Orange Queen", cultivées sur 3 à 5 environnements ont été dégustées à Châtillon Saint Jean, dans la Drôme, selon la méthode du Napping. Pour se concentrer sur l'effet de l'environnement et de l'ITK, deux Nappings séparés ont été réalisés pour chaque variété. 14 dégustateurs ont analysé 13 échantillons de tomates individuellement à l'aide de l'épreuve du Napping.

Tableau 2: liste et caractéristiques des échantillons de tomates dégustés

'Olirose'			'Orange Queen'		
nom_ech	Maraîcher	ITK	nom_ech	Maraîcher	ITK
Johannes_Sec	Johannes	Sec	David_Sec	David	Sec
Annabel_Tem	Annabel	Temoin	Vincent_Purin	Vincent	Purin
Sandra_Tem	Sandra	Temoin	Sandra_Purin	Sandra	Purin
David_Purin	David	Purin	David_Tem	David	Temoin
Johannes_Tem	Johannes	Temoin	Vincent_Tem	Vincent	Temoin
Annabel_Purin	Annabel	Purin	David_Purin	David	Purin
Sandra_Purin	Sandra	Purin	Vincent_sec	Vincent	Sec
David_Sec	David	Sec			
Johannes_purin	Johannes	Purin			
David_Tem	David	Temoin			
Vincent_sec	Vincent	Sec			
Vincent_Tem	Vincent	Temoin			
Vincent_Purin	Vincent	Purin			

Des analyses de réfractométries (Brix) ont été réalisées en parallèle sur les lots dégustés pour étudier la corrélation entre perception et teneur en sucre. Elles n'ont pu être faites systématiquement lors des observations, faute de moyens.

Résultats

'Olirose'

Utilisations des mots

Sur 12 descripteurs utilisés pour caractériser les tomates, seuls 6 ont été retenus car cités plus de deux fois. Seuls deux caractérisent la texture (*craquant, peau-épaisse*). Les 4 autres descripteurs décrivent essentiellement la saveur (*acide, sucré, équilibré*) et l'intensité aromatiques (*fade, aromatique*).

Analyse des résultats du groupe

L'analyse des données (AFM sur les coordonnées des cartes individuelles) indique un consensus mitigé entre les dégustateurs (38% de la variabilité expliquées sur les deux premières dimensions), mais relatif au vu de leur relatif grand nombre (Figure 9). Cependant les échantillons semblent bien répartis sur les deux dimensions. Les juges ont donc perçu des différences similaires. Deux groupes d'échantillons se distinguent de la masse, les tomates cultivées chez David et celles cultivées chez Vincent.

Les échantillons sont colorés par environnement de culture pour mieux visualiser/interpréter les regroupements. Les échantillons semblent se répartir en fonction des environnements de cultures. Celui de David se distingue des autres sur la dimension 1. Les tomates sont perçues plus sucrées. Les trois modalités sont très proches. Les échantillons issus de chez Sandra, Johannes et Annabel sont assez proches mais restent groupés par environnement de culture. Seuls les échantillons de chez Vincent semblent se répartir sur la deuxième dimension (verticale). Ils se différencient sur l'intensité aromatique, les tomates étant perçues plus fades que les autres.

La première dimension est un axe de saveur qui oppose des tomates plutôt acides (à gauche, celle de Annabel et Johannes) aux tomates perçues sucrées (à droite, celles de David). La deuxième dimension est un axe d'intensité aromatique : les tomates en haut sont perçues comme *fades*, en bas elles sont perçues comme *équilibrées* (acide/sucré) et plus *aromatiques*. La répartition des barycentres des modalités comparées montre une différenciation des échantillons de tomates d'abord sur l'environnement de culture. Les ITKs se différencient dans une moindre mesure sur la dimension 2 : la modalité 'sec' est corrélée avec le descripteur *équilibre acide_sucré*.

L'indice de réfractométrie (IR) est corrélé positivement avec la perception de sucré et le goût caramel. Ce sont les tomates cultivées chez David qui présentaient des IR les plus élevés.

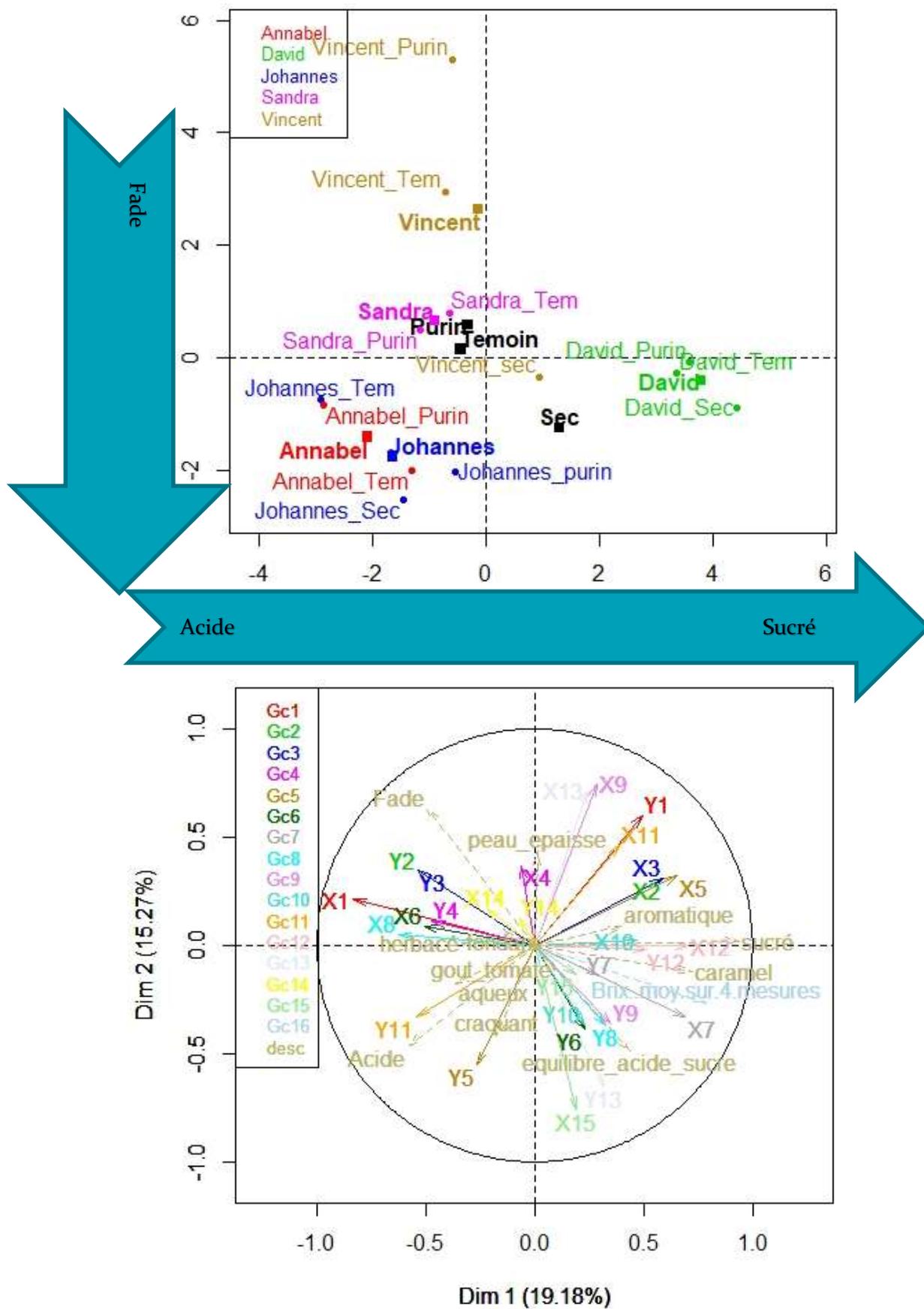


Figure 9: AFM sur les coordonnées X,Y des nappes des 14 dégustateurs, projection des descripteurs, "Olirose"

'Orange Queen'

Utilisations des mots

Les tomates disponibles pour la Variété "Orange Queen" étaient moins nombreuses. Plus tardives, couplés aux mauvaises conditions climatiques.

Sur 12 descripteurs utilisés pour caractériser les tomates, seuls 5 ont été retenus car cités plus de deux fois. Il s'agit des mêmes descripteurs que pour "Olirose" : *équilibre acide_sucré, fade, acide, sucré, aqueux, peau épaisse*. Les différences dû à l'environnement de culture semblent jouer sur la saveur et l'épaisseur de la peau.

Analyse des résultats du groupe

L'analyse des données (AFM sur les coordonnées des cartes individuelles) indique un bon consensus entre les dégustateurs (53% de la variabilité expliquée), ils ont perçu les mêmes différences/similarités entre les échantillons (Figure 10). Comparé à "Olirose", les échantillons se répartissent sur toute la largeur et hauteur des deux dimensions. La variété "Orange Queen" semble plus interactive, c'est-à-dire qu'elle va s'exprimer différemment en fonction des environnements.

Les échantillons sont colorés par environnement de culture pour mieux visualiser/interpréter les regroupements. On observe les mêmes tendances que pour "Olirose". Les échantillons semblent se répartir en fonction des environnements de cultures. A droite, les échantillons issus de chez Vincent, à gauche ceux de David et celui de Sandra. Ensuite la deuxième dimension (verticale) semble distinguer les ITK. Cependant, le plan n'étant pas équilibré (réalisé avec les tomates disponibles), il est difficile de conclure sur l'effet d'un ITK sur la qualité sensorielle. La modalité 'sec' semble tendre vers des tomates plus sucrées.

La première dimension est un axe d'intensité de saveur, à gauche les tomates *acides, sucrés, à la peau paise*, à droite les tomate *fade, aqueuse*. Aucun descripteur n'est vraiment corrélé avec la deuxième dimension. Il semble cependant que la modalité purin se distingue sur cette deuxième dimension et est associé au descripteur *équilibre acide_sucré*.

Conclusions sur les évaluations sensorielles

Il est très difficile de mettre en œuvre exactement les mêmes ITKs dans 7 fermes aux conditions climatiques et de cultures très différentes. Certaines modalités n'ont pas pu être bien mises en œuvre. Des Accidents climatiques telle qu'une tempête de grêle a affecté certaines fermes drômoises. Enfin ce fut un été très sec, peu favorable à la tomate, le choix de la modalité non irriguée était risqué.

Les résultats des épreuves de Napping, dans les deux cas, mettent **en évidence l'influence principale de l'environnement sur le goût et la texture**. Chez **David**, les tomates ont tendances à être plus **sucrés**, aromatiques, tandis que chez **Vincent**, les deux variétés sont qualifiées de **fade**. **Dans les deux cas, l'environnement de culture induit des différences de qualité sensorielles plus importantes que l'ITK appliqué**. La variété "**Orange Queen**" apparaît **plus interactive que "Olirose"**, ces différences de gammes de variations sont-elles également observées sur le profil nutritionnel ?

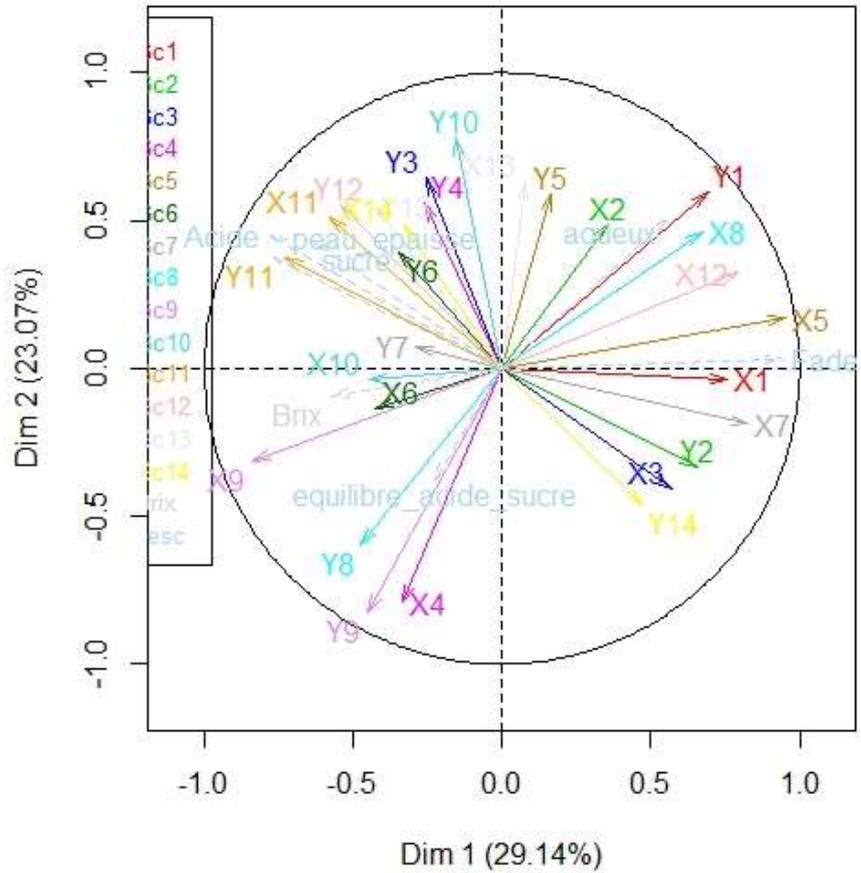
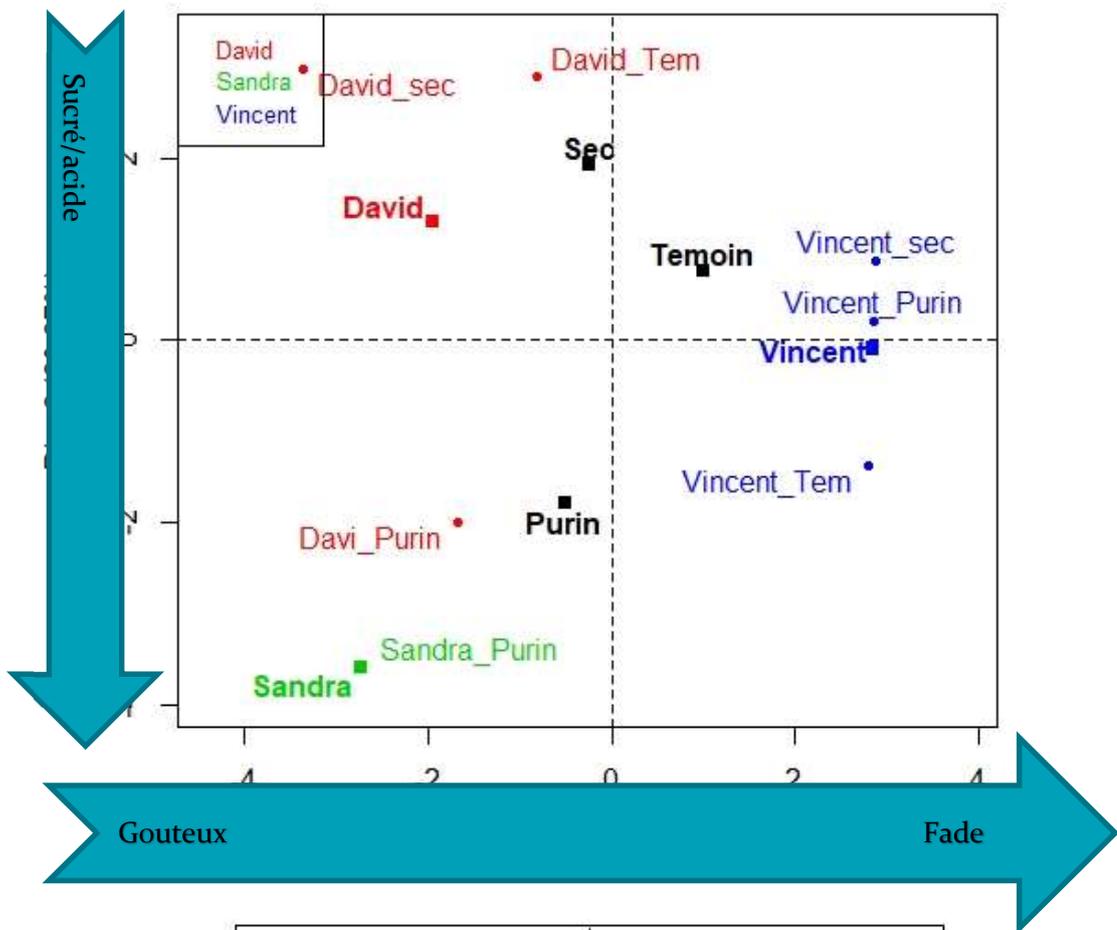


Figure 10: AFM sur les coordonnées X,Y des nappes des 14 dégustateurs, projection des descripteurs, "Orange Queen"

CARACTERISATION NUTRITIONNELLES DES ECHANTILLONS

L'objectif de cet **essai est de déterminer les teneurs en composés d'intérêt nutritionnel (vitamine C, caroténoïdes, polyphénols, sucres, acides, Potassium et Magnésium) de 17 échantillons de tomates cultivées sur 4 environnements selon 3 ITKs**. Les lots de tomates ont été amenés en main propre au laboratoire certifié (BioMeyrieux) pour limiter les pertes en nutriments, notamment la vitamine C, sensible à l'éclatement.

Les analyses ont été réalisées en fin de saison (8 octobre), pour des raisons administratives (versement subvention, attente signature devis et versement), il y avait cependant encore des fruits, et les différences entre traitements semblaient accentuées. Cependant, ce décalage ne permet pas de croiser directement avec les données sensorielles, les tomates ayant été dégustées en août. Cette fin de saison a conduit également à des quantités insuffisantes pour deux échantillons d'"Orange Queen"(DG_OQ_NI et DP_OQ_P) pour lesquelles les analyses de caroténoïdes et polyphénols n'ont pu être réalisées.

Analyse du jeu de données complet

L'analyse présentée ici est réalisée sur toutes les données nutritionnelles acquises pour les 15 échantillons (Figure 11). L'analyse sur les 17 échantillons, en enlevant les mesures de caroténoïdes et polyphénols a été réalisée en parallèle et révèle les mêmes tendances, elle n'a pas été détaillée dans ce rapport.

L'ACP explique presque 60 % de la variabilité observée sur les deux premières dimensions, les échantillons se distinguent bien sur leurs différentes teneurs en composé d'intérêt nutritionnel.

Effet de la variété

Un net effet de la variété est visible. Les échantillons se répartissent de part et d'autre d'une diagonale allant du bas du côté gauche au haut du côté droit. Au-dessus se trouvent les tomates "Orange Queen" (en rouge), en dessous les "Olirose's" (en noir). Cette distinction se fait en grande partie sur le spectre en caroténoïdes, ce qui est logique, **'OrangeQueen', est une tomate orange, son principal caroténoïde est le bêta-carotène, "Olirose" est rouge/rose, son spectre caroténoïde est marqué par une forte teneur en lycopène**. La disposition des "Orange Queen" cultivées chez Johannes semble illustrer l'effet des 3 ITKs : la modalité non-irrigué donne des fruits plus riche en sucre, la modalité témoin des fruits plus riche en caroténoïdes, la modalité purin, des fruits à faible teneur en sucre et métabolites secondaires.

Globalement **les 'Oranges Queen' présentent de moindre teneurs en presque tous les composés mesurés sauf les sucres** : elles présentent de plus fortes teneurs en glucose, fructose. Les "Olirose" se caractérisent par de plus fortes teneurs en pigment totaux et en vitamine C.

Pour évincer l'effet variété, une analyse par variété est proposée dans un second temps.

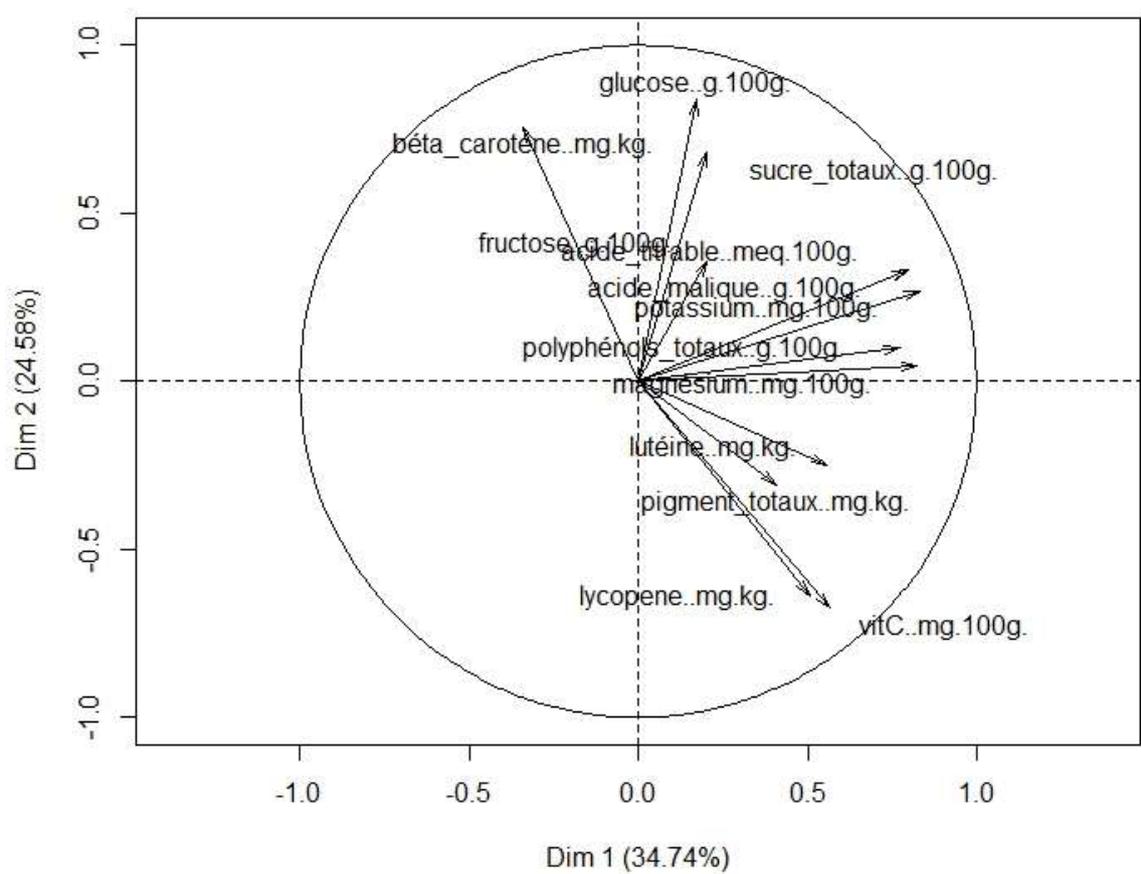
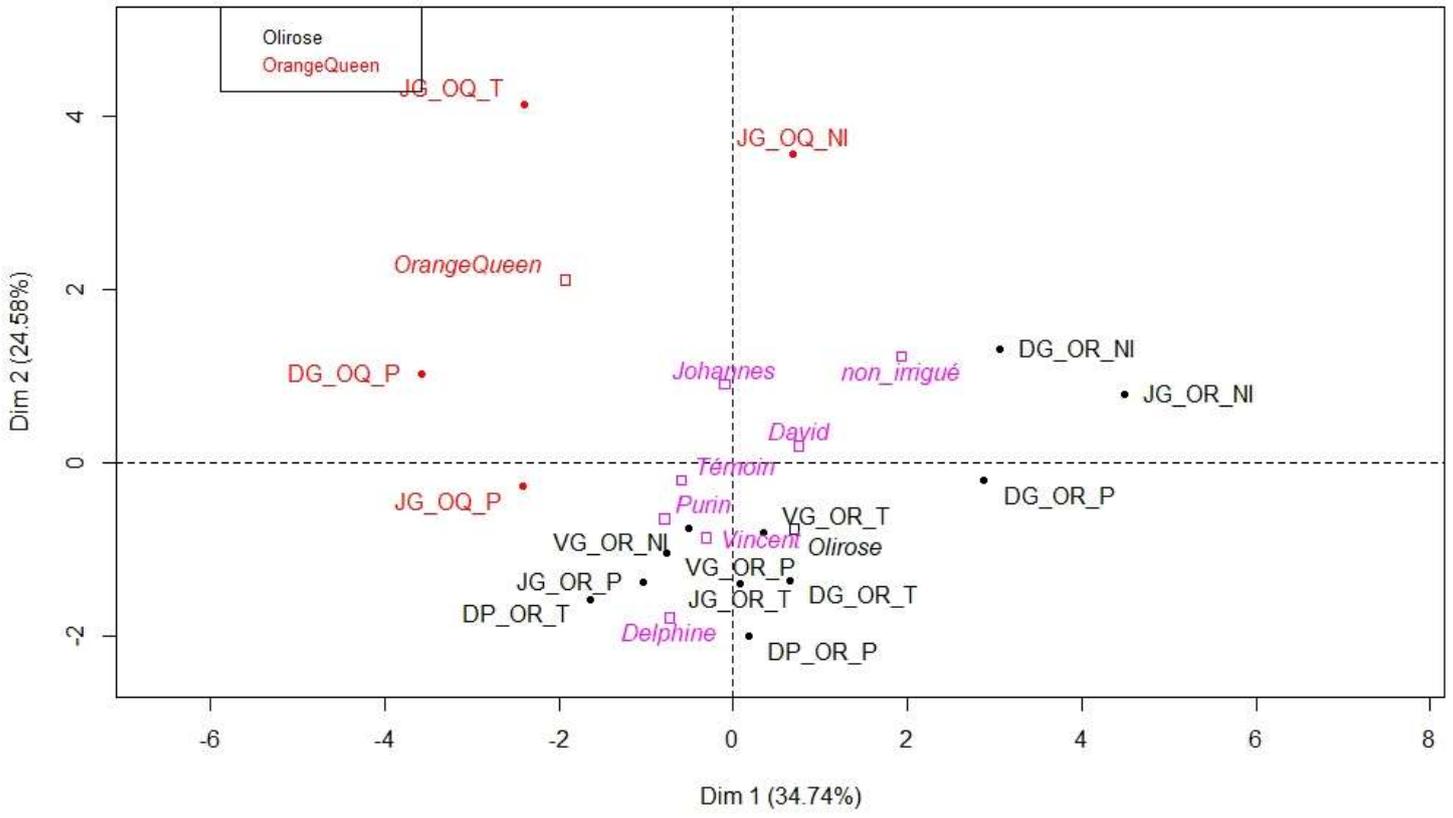


Figure 11: Analyse en Composante principale des profils nutritionnels de 15 échantillons de tomates, Env_Var_ITK

Effet de l'environnement

L'effet de l'environnement est moins évident, mais une tendance observée dans des expérimentations antérieures est mise en évidence : **les échantillons sont plus ou moins groupés en fonction des environnements** (Figure 12). Chez Delphine et Vincent les échantillons sont groupés contrairement aux échantillons de David et Johannes. Cependant cela peut être dû à l'effet de la variété, ces deux environnements présentant les 6 échantillons. Les barycentres des environnements sont proches de l'origine, ce qui indique que l'environnement n'est pas un fort facteur de discrimination. Seul Delphine se distingue sur la deuxième dimension 2, caractérisé par des tomates à forte teneur en pigment (lycopène) et vitamine C.

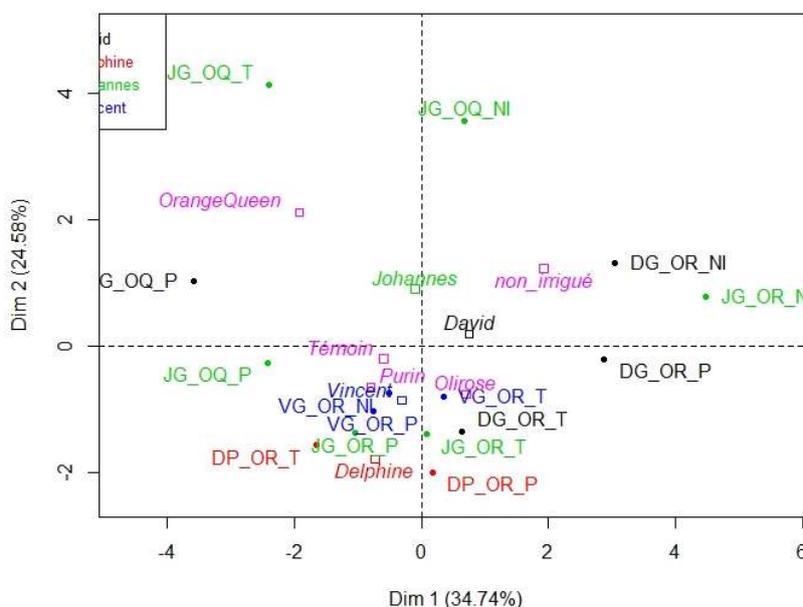


Figure 12: Carte des individus, issus de l'ACP sur les profils nutritionnels, individus colorés selon les environnements

Effet de l'ITK

La première dimension semble également distinguer les échantillons en fonction de l'ITK (Figure 13). La première dimension oppose en effet les échantillons 'Purin' et 'Témoin' aux échantillons 'non-irrigué' sur un gradient de densité nutritionnel. Les échantillons 'non-irrigué' semblent plus riches en la plupart des composés mesurés.

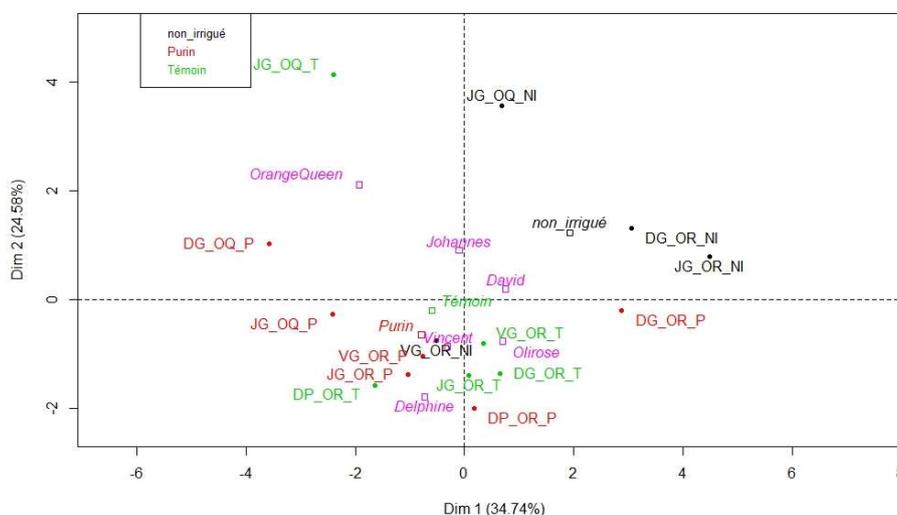


Figure 13 : Carte des individus, issus de l'ACP sur les profils nutritionnels, individus colorés selon les itinéraires techniques

Analyse par variété

'Olirose'

On observe les mêmes tendances groupés/dispersés en fonction des environnements. Les échantillons de chez Delphine et Vincent présentent des profils similaires, à l'opposé, ceux cultivés chez David et Johannes se répartissent sur les deux dimensions. **Ces deux groupes de fermes se distinguaient sur l'analyse de structure des sols, notamment sur la profondeur** (Figure 14).

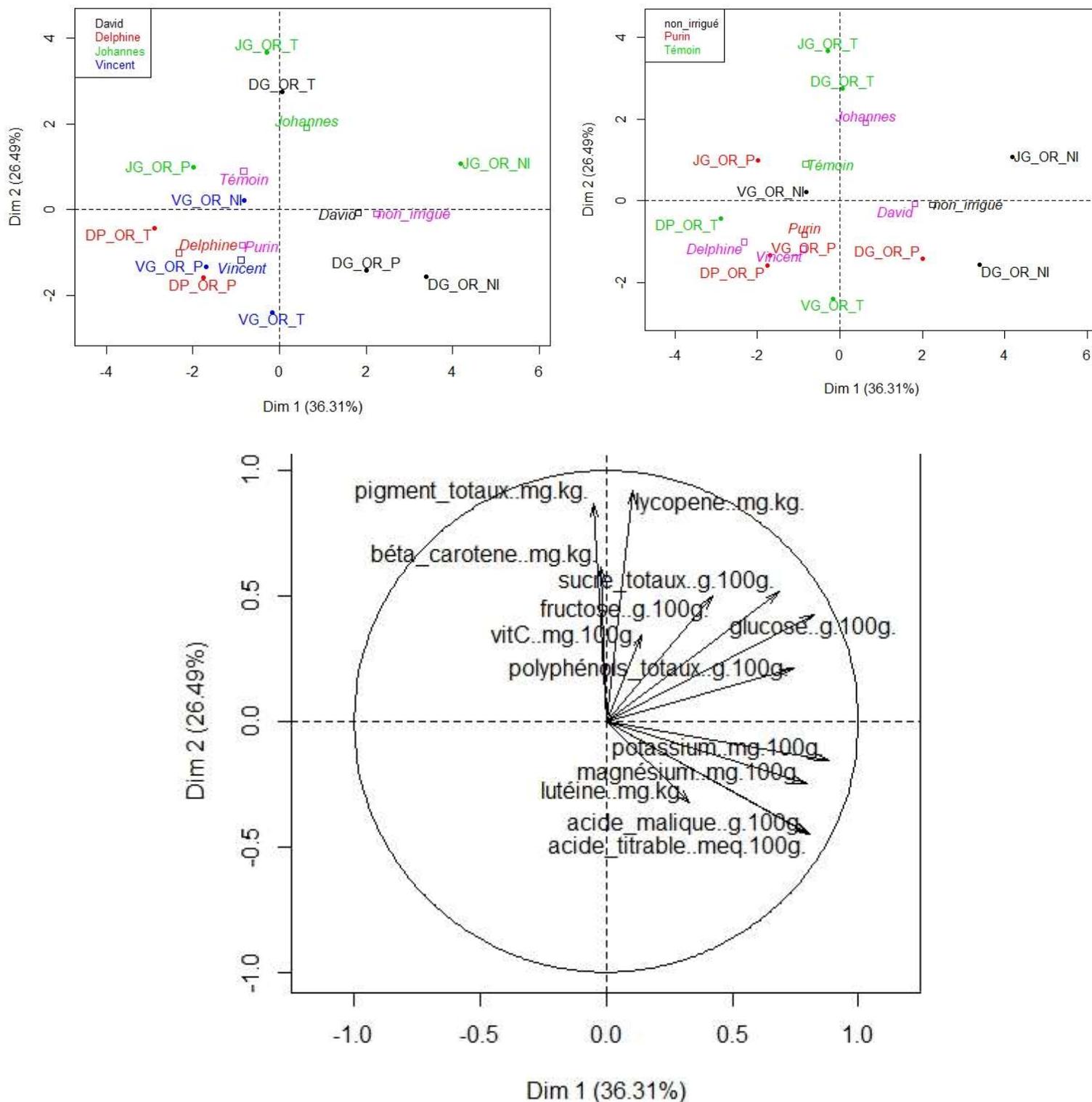


Figure 14: ACP sur les profils nutritionnels des 12 "Olirose's"

La première dimension distingue les itinéraires techniques. Parmi les échantillons ‘non-irrigués’, seul celui de Vincent est à gauche du quadrant. Les conditions expérimentales chez Vincent ont conduit à une faible différenciation des échantillons ‘irrigués’ et ‘non-irrigué’. La première dimension différencie les échantillons sur leur densité nutritionnelle « globale » (ie tous les éléments mesurés sauf les caroténoïdes), les faibles teneurs concernent plutôt les échantillons ‘témoin’ et ‘purin’, les fortes, les échantillons ‘non-irrigué’.

La deuxième dimension est très fortement corrélée en teneur en caroténoïdes et distingue les échantillons en fonction des environnements de cultures. Les tomates cultivées chez Delphine et Vincent sont moins riches en caroténoïdes que celles cultivées chez Johannes et à moindre échelle chez David. Ceci peut être corrélé à un stress environnemental moins présent chez Delphine et Vincent (Grêle et sécheresse chez Johannes ou des sols plus riches/profonds).

Pour identifier de potentielles corrélations entre composition du sol et composition nutritionnelle du fruit, une AFM est réalisée sur les deux jeux de données. L’observation du cercle de corrélation met en évidence une corrélation inverse entre les variables liées aux teneurs en sucre et les variables pédologique. Plus le sol est fertile, c’est-à-dire riche en éléments fertilisants disponibles, moins le fruit est riche en sucres. Des corrélations entre granulométrie et teneur en métabolites secondaires apparaissent : dans les sables grossiers, les fruits semblent plus riches en caroténoïdes, tandis que dans les sables fins, les fruits sont riches en lutéïnes. Bien que la corrélation soit moins flagrante, il semble qu’il y ait un lien entre la teneur en calcaire, argile et matière organique et la teneur en acide du fruit. Le profil pédologique du sol l’emporte sur les profils nutritionnels des fruits. Chez Vincent, la composition limons grossier, sables fins confère une plus forte teneur en lutéïne des tomates. Les tomates cultivées chez Delphine, environnement très fertile, sont les moins concentrées en sucres mais les plus riches en acides. Enfin peu de différences entre les tomates de Johannes et David, dont les profils de sols sont les plus proches.

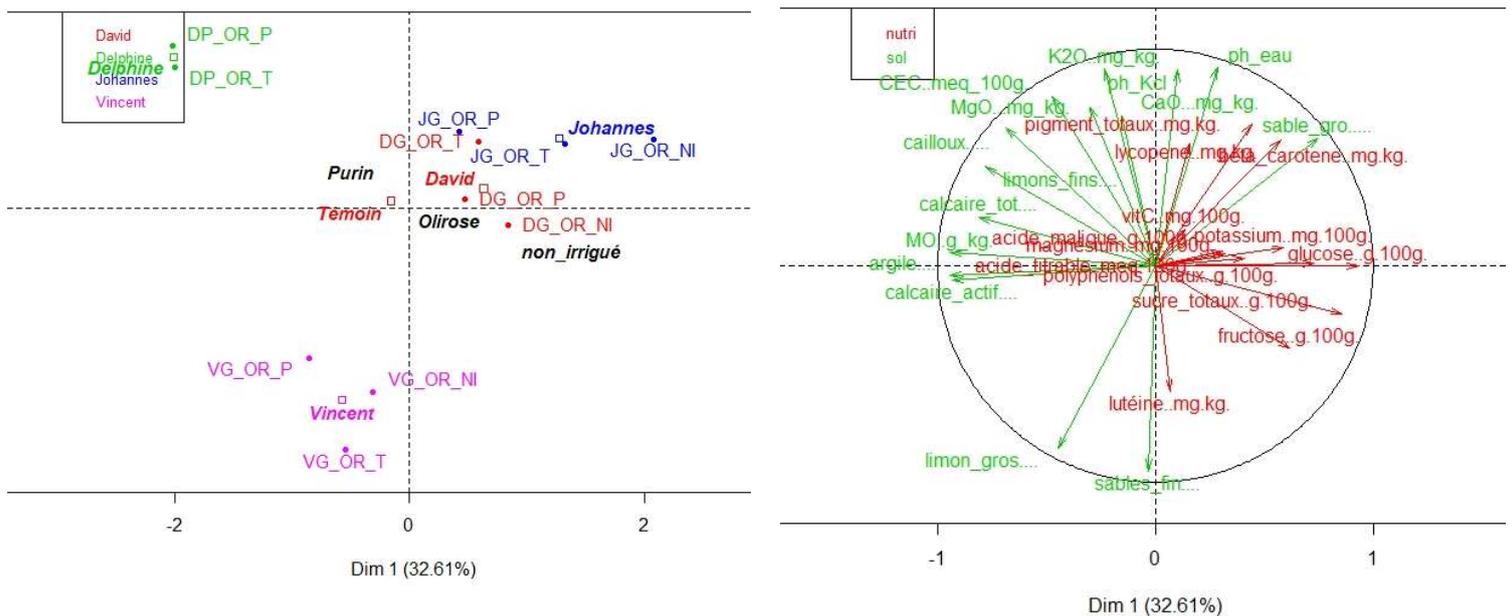


Figure 15: AFM sur les jeux de données nutritionnelles et analyses de sol pour la variété 'Olirose'

'Orange Queen'

Seul 5 échantillons de “Orange Queen” ont pu être analysés et en quantité insuffisante pour 2 d’entre eux pour réaliser les analyses carotènes et polyphénols (Figure 16). Cette fois la première dimension différencie les échantillons acides et riches en magnésium et potassium (les ‘non-irrigués’) des autres échantillons. La deuxième dimension distingue les échantillons riches en vitamine C (traitement Purin) de ceux riches

en sucres ('témoins'). Ces observations sont intéressantes, mais le faible nombre d'échantillons relativise les conclusions.

Une façon de vérifier et de refaire l'analyse sur les "Olirose" en enlevant les données carotènes et polyphénols (Figure 17). On retrouve la même tendance, sans la dimension vitamine C. les tomates non-irrigués sont acides et présentent de fortes teneurs en Magnésium et Potassium, les tomates témoins présentent de fort taux de sucre. Les 'purins' présentent plutôt de faibles teneurs en tous ces éléments.

Conclusions sur les analyses nutritionnelles

Le premier effet est celui de la variété sur le spectre en caroténoïdes. Lorsque qu'on regarde les variations au sein de chaque variété, un **effet des Itinéraire techniques** est mis en évidence, **sur la densité nutritionnelle**, les échantillons 'non-irrigué' présentant les plus fortes teneurs. Les modalités 'témoins' et 'purin' semblent alors présenter des profils nutritionnels similaires. **La teneur en caroténoïdes apparait liée aux environnements de culture** (peut être lié aux accident climatique subit chez Johannes et sécheresse chez David). Lorsque que l'on enlève cette variable de l'analyse, la distinction entre ITK s'affirme : **des différences acide/sucré apparaissent entre les échantillons témoins (sucré) et non irrigué (acide)**. La modalité purin semble caractérisée par des tomates aux faibles densités nutritionnelles. Elles ont d'ailleurs été perçues comme fade lors de dégustations sur le terrain.

Une question de recherche posée dans cette étude est par quel moyen le purin d'ortie, outre que par l'apport d'azote, favorise-t-il le développement de la plante, en boostant la production de métabolites secondaires ou en protégeant la plante des agressions extérieurs. Cette analyse semble pencher pour la deuxième hypothèse, l'application de purin n'ayant pas abouti à des tomates plus denses nutritionnellement mais plus vigoureuse.

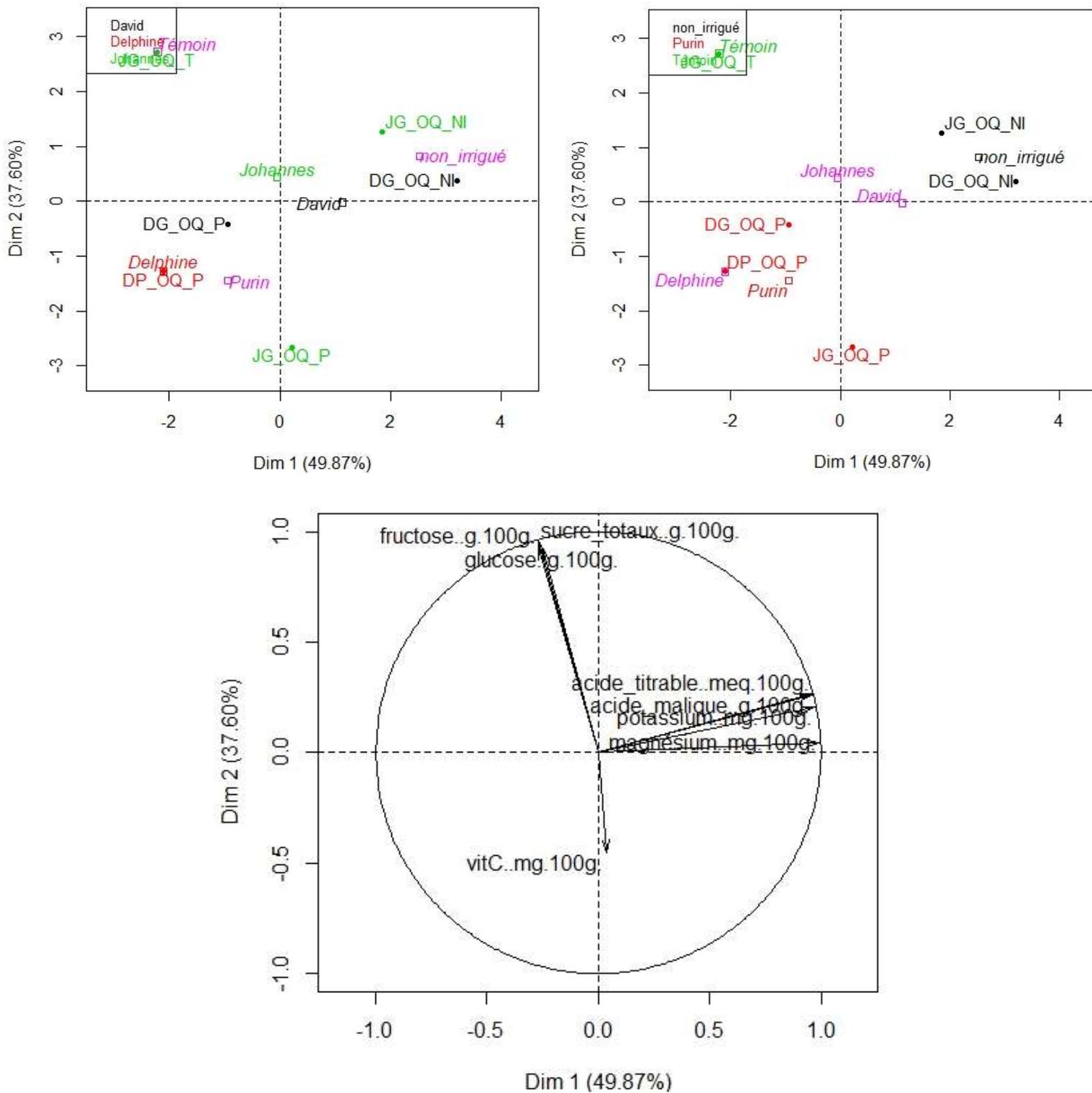


Figure 16: ACP sur les profils nutritionnels des 6 "Orange Queen"

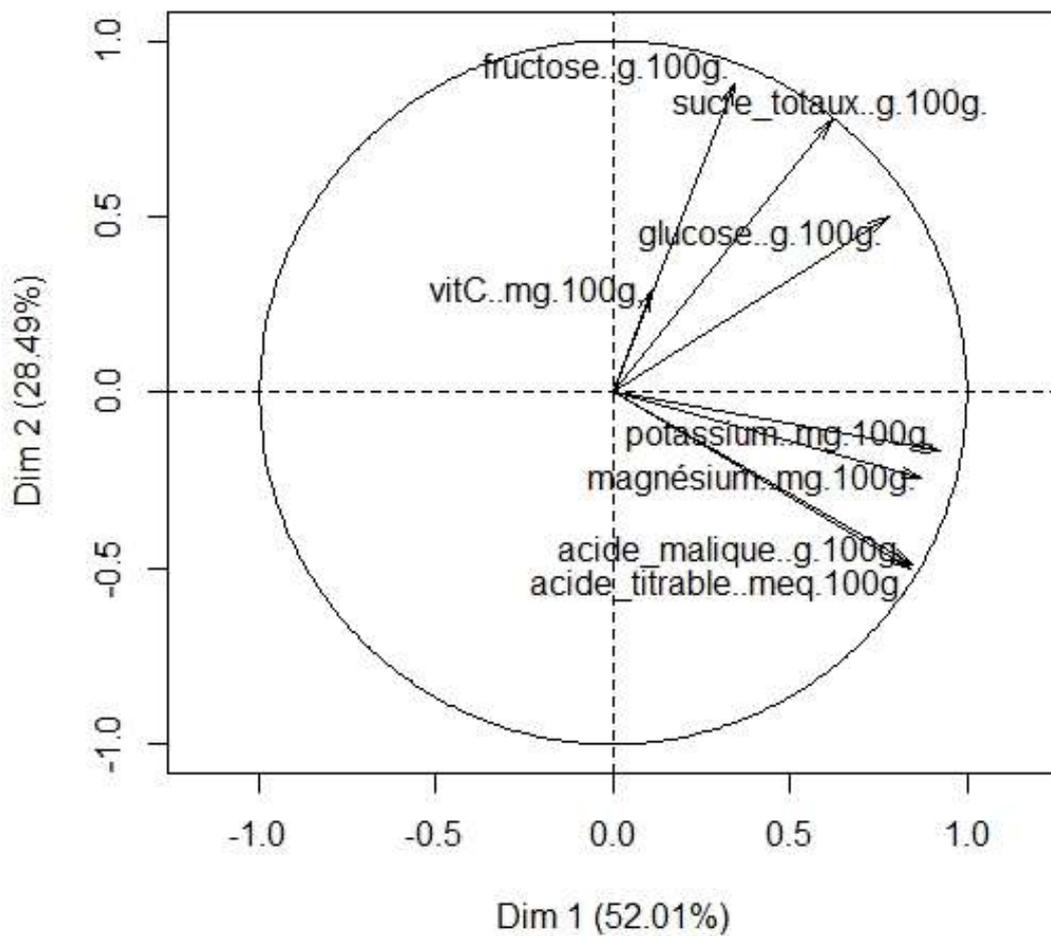
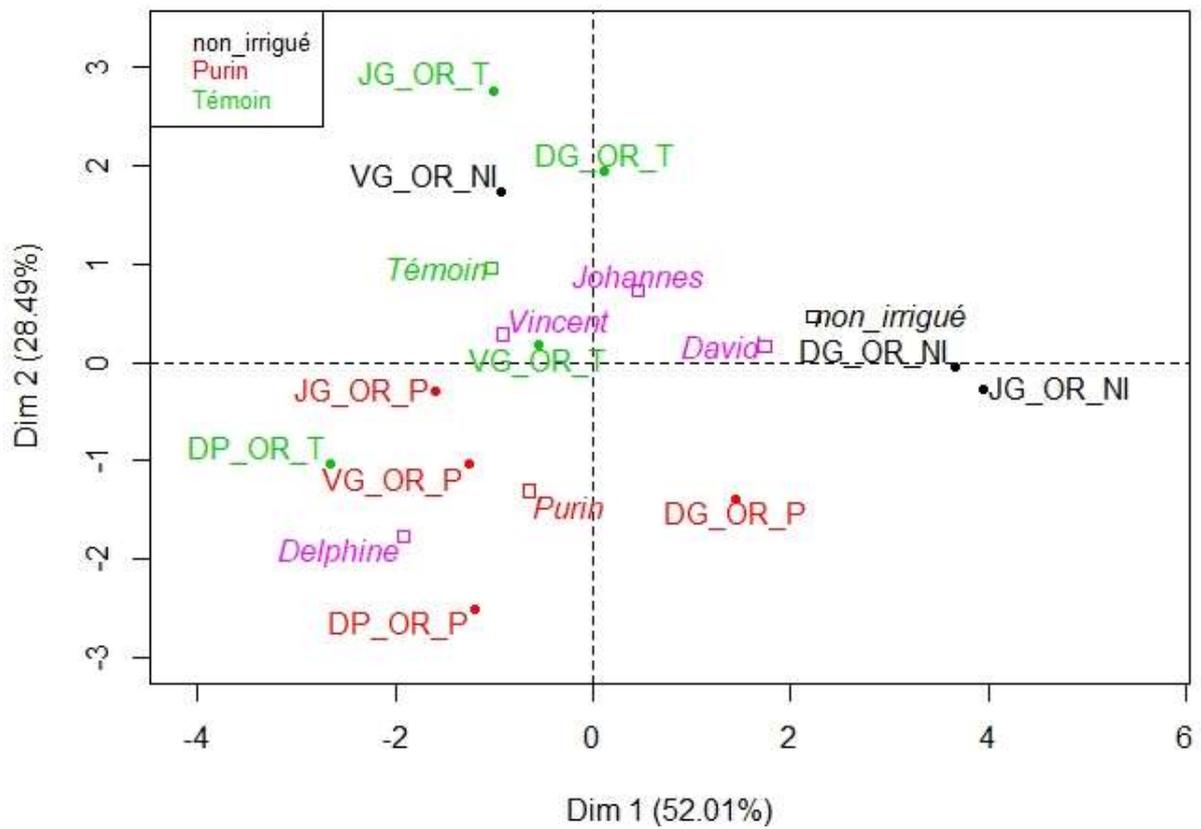


Figure 17: ACP sur les teneurs en sucres, acidité, vitamine C et Minéraux des 12 échantillons de “Olirose’s’ (4 environnements, 3 ITKs)

ANALYSES CROISEES DES DONNEES AGRONOMIQUES, SENSORIELLES ET NUTRITIONNELLES, TOMATES

Tableau 3: Synthèse des résultats

Observations/Moteurs de variations	Variété	Environnement	ITK
Observations agronomiques	Différences précocités	Différences de port de la plante	Différence de vigueur entre modalité 'purin' (plus) et les autres
Notations à l'arrachage	X ²	Différence de physiologie des racine	Différences de vigueur entre modalité 'purin' et les autres
Evaluation sensorielle	X ³	Différence de goût et d'intensité aromatique	Différence de goût (plus sucré pour 'non-irrigué')
Caractérisation nutritionnelle	Différences de spectres caroténoïdes	Différence sur teneur en caroténoïde	Différences sur le spectre sucre/acide Différence de densité nutritionnelle entre modalité 'non-irrigué' (plus) et les autres

Alors que les évaluations agronomiques et sensorielles mettent en évidence un effet prépondérant de l'environnement de culture sur l'expression de la plante, les analyses nutritionnelles pointent, elles, l'influence de l'itinéraire technique, non-irrigué, sur les profils des plantes.

Ceci semble indiquer que les éléments qui influencent le goût dépendent plus de l'environnement que de l'ITK.

Globalement, les plantes témoins semblent exprimer les particularités des environnements et subissent les stress inhérents à l'environnement de culture et qui se traduit sur le plan nutritionnel essentiellement sur la teneur en caroténoïde. La pulvérisation de purin permet de limiter l'impact des facteurs limitants propre à chaque environnement ; ce qui se traduit au niveau nutritionnel à une moindre production de métabolites secondaires. Enfin la modalité non-irrigué donne des plantes qui sur-expriment les particularités de l'environnement, avec au niveau sensoriel des fruits plus intense en goût pour un même environnement et sur le plan nutritionnel, des teneurs plus importantes en minéraux et sucres.

² Très peu de notation sur "Orange Queen" à l'arrachage

³ Napping réalisés séparément

Evaluation Amarante

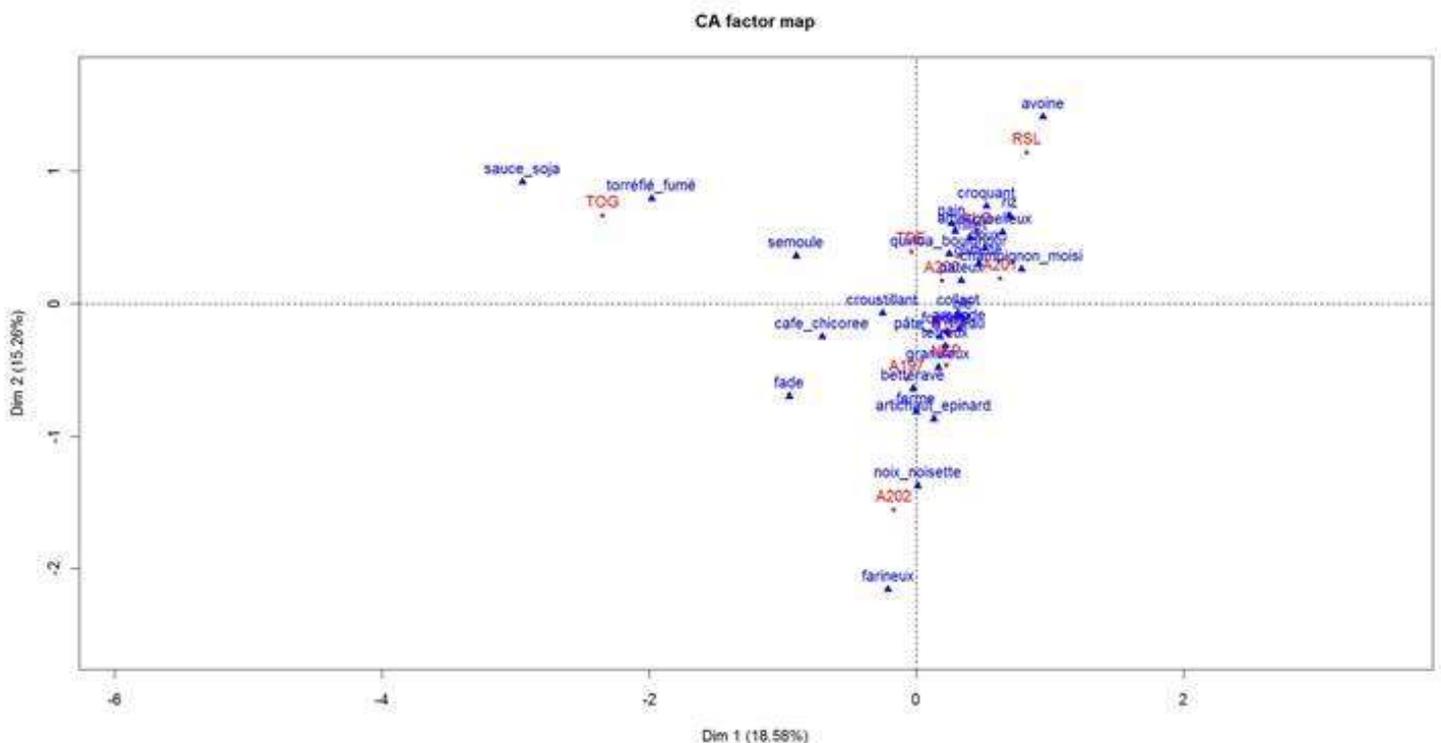
L'espèce Amarante est encore très peu connue en tant que production maraîchère en France. Une dizaine de variétés avaient été observées en 2018. Cette année, le choix a été de se focaliser sur deux variétés, une orientée production feuille, une orientée production graine, et de comparer leur comportement selon différents ITK notamment la pratique de la fauche. Le sujet est exploratoire, et les plantes ont mal réagi à l'année climatique.

Cependant des dégustations de graines ont été réalisées en avril et de feuilles en juillet pour dégrossir et mieux comprendre l'espace sensorielle de l'amarante. Malheureusement les données de cette dernière rencontre (dégustations feuille) ont été perdues. Cependant un espace sensoriel de la feuille d'Amarante a été décrit : **les saveurs sont entre l'épinard et la blette, avec une amertume plus ou moins forte, des textures de fondante à rugueuse.** Les variétés étaient regroupées par terroirs, sachant qu'elles étaient à différents stades chez les différents maraîchers. Celle qui a présenté les meilleures appréciations venait de chez Annabel, qui avait ressemé suite à la grêle, c'étaient donc les plantes les plus jeunes. Les graines ont été dégustées selon deux modes de préparation, cuites à l'eau, cela donnait alors des saveurs de boulgour, millet, soufflé, comme des pop-corn dont le goût était très proche.

Caractérisation sensorielle des 10 échantillons d'amarantes

Courant avril les 10 échantillons d'amarantes ont fait l'objet d'une dégustation auprès de 12 participants, dont les élèves BPREA du lycée du valentin. Les graines ont été préparées selon deux modes de cuisson, à l'eau et soufflées, les dégustations du lot complet d'échantillons n'ont pu se faire que sur les graines cuites à l'eau. Les dégustateurs devaient trouver des descripteurs sensoriels pour qualifier les échantillons. C'est une épreuve de verbalisation libre qui vise à identifier les caractéristiques sensorielles de cette nouvelle espace et ainsi à mieux définir l'espace sensoriel de l'amarante.

En tout 34 descripteurs ont été utilisés pour décrire les échantillons. Les descripteurs cités moins de trois fois (donc perçus par une minorité) ont été enlevés de l'analyse pour plus de clarté des résultats. Une analyse des correspondances a été réalisée sur les fréquences de citation des descripteurs par échantillons.



Les échantillons présentent des arômes différents. La première dimension oppose la ‘TOGolaise’ à tous les autres échantillons. Elle se caractérise par des arômes *torréfiés*, de *sauce soja*. Johannes avoue l’avoir laissé un peu plus longtemps sur le feu. Toutes les autres variétés se distinguent sur la deuxième dimension (verticale). La ‘197’ se différencie par ses arômes vert et terreux : *betterave*, *épinard*, *artichaut*. La ‘202’ présentent des arômes de fruits secs, *noix*, *noisette* caractéristiques. Enfin les autres variétés sont proches au niveau des arômes, qui concerne l’univers des céréales *blé*, *millet*, *boulghour*, *quinoa*, *avoine*. La ‘201’ se distingue de ce groupe par des arômes *moisi*, conséquence d’une mauvaise conservation des graines et de la présence de champignon.

Ainsi les arômes des graines d’amarantes semblent très diversifiés (terreux, vert, céréales, fruit sec) ce qui ouvre un potentiel de sélection remarquable. La granulométrie (taille des graines) participe à la différenciation, et sera aisée à évaluer lors de futures dégustations. Les échantillons n’ayant pas eu strictement la même cuisson, les différences de textures (pâteux, fondant, croustillant) n’ont pas été commentées.

Evaluation Carotte

Les carottes sont encore en croissance. Des dégustations sont prévues cet hiver pour comparer les terroirs et faire le bilan expérimental.

Conclusions générales et perspectives

INTERETS DES POPULATIONS

Malgré une saison peu favorable à la culture des tomates, les populations se sont montrées robustes en résistant à des variations hydriques accrues et en subissant une tempête de grêle pour certaines. Cependant, leur commercialisation nécessiterait un effort de sélection, sur la tenue et le calibre (“Olirose”), le rendement.

Les populations semblent exprimer les particularités de chaque environnement de culture sur le plan sensoriel, les tomates issues d'un même environnement présentant des qualités sensorielles similaires. La variété "Orange Queen" semble être plus interactive que "Olirose", la sélection sur "Orange Queen" peut donner lieu à une adaptation aux environnements plus rapide. Sur le plan nutritionnel le spectre caroténoïdes est très dépendant du génotype.

VARIATION INDUITES PAR LES ENVIRONNEMENTS ET ITK

L'ITK a un impact sur le profil nutritionnel des tomates, l'ITK non-irrigué induisant des densités nutritionnelles plus importantes. Ainsi, l'environnement comme l'ITK permettent de moduler l'expression de la plante. Alors que concernant les qualités sensorielles, c'est d'abord l'environnement de culture qui influence le goût. L'ITK non-irrigué semble cependant donner des tomates plus sucrées.

PERSPECTIVES

Un financement (AAP EcoAgri 2019) a été obtenu pour la troisième année de projet. Les orientations 2020 seront prises lors de la réunion de Bilan des essais 2019. Il faudrait notamment développer le volet réseau et pérenniser un groupe autour de la culture de variétés populations maraîchères.

Diffusion des connaissances

Il est proposé de se concentrer sur la digestion et la diffusion des résultats décrits dans ce rapport et d'amortir une structuration d'un réseau de connaissance. Des rencontres entre groupes de maraîchers en région AURA ont eu lieu en novembre 2019 ce qui a permis d'amorcer les réflexions. Des documents de synthèses, communications, échanges sur les résultats seront réalisées pour peut-être donner lieu à de nouveaux projets.

Structuration d'un réseau de connaissances

La constitution d'un GiEE pourrait permettre au groupe de continuer ses essais et assurer à minima l'animation.

Un projet en émergence concerne l'évaluation de variétés dans un contexte de changement climatique, pour une adaptation fine aux territoires de montagne et de plaine. Des maraîchers du projet SensasAb pourraient intégrer le consortium et continuer de tester des hypothèses, notamment l'impact des stress environnementaux sur la qualité nutritionnelle.

Des initiatives aux Etats Unis pourront inspirer la constitution d'un réseau de pratique et de connaissance. Julie Dawson et ses collègues de l'université du Wisconsin et de l'Oregon ont organisé deux réseaux de sélection collaborative, impliquant agriculteurs, chefs cuisiniers et sélectionneurs pour mettre l'accent sur la qualité gustative, un des critères les plus importants pour les agriculteurs. Autour de la culture de plusieurs variétés et espèces, des dégustations avec maraîchers, sélectionneurs et chefs sont organisées régulièrement et permettent la sélection de variétés d'intérêt gustatif.

Annexe 1

Tomates

Plan d'expérimentation

La surface de l'essai est estimée à **18 m²**. Il est proposé de mettre en culture 24 à 30 plantes par variétés (multiple de 6 car il y a 6 modalités) soit 4 à 5 plants par modalité. Soit environ 3 m² par modalité.

Variété1*ITK1 : 4/5 plantes	Variété2*ITK1 : 4/5 plantes
Variété1*ITK2 : 4/5 plantes	Variété2*ITK2 : 4/5 plantes
Variété1*ITK3: 4/5 plantes	Variété2*ITK3: 4/5 plantes

Synchronisation de la plantation : 2e quinzaine de mai (si les conditions climatiques le permettent)

Descriptions des modalités/facteurs

- ITK₁= témoin

L'itinéraire témoin prévoit l'irrigation et la fertilisation usuelle du maraîcher ('normal' dans le tableau ci-dessous), la protection sous **Toile Hors sol**, pas de taille ni de pulvérisation de consoude/ortie, le travail de sol usuel du maraîcher et le non tuteurage.

- ITK₂=non irrigué

L'itinéraire non-irrigué est le même que l'itinéraire témoin sauf que l'on **arrête d'irriguer dès l'apparition de la fleur du deuxième bouquet**. La parcelle peut être mise en fin de planche, pour couper l'eau du goutte à goutte, ou il est possible de décaler sur le côté le goutte de manière à ce que les racines ne soient pas directement en contact avec l'eau.

- ITK₃=aspersion consoude/ortie

L'itinéraire « consoude/ortie » est le même que le témoin sauf qu'il est prévu de procéder à l'**aspersion 7 à 8 fois durant le cycle (de juin à octobre)**, avec une concentration à 5% : 5% de potion pour 95% d'eau. La production de la potion sera centralisée chez David, Camille (ou autre) se charge de les distribuer aux autres maraîchers. Les besoins en potion sont estimés à 3 L par maraîchers maximum.

ITK	Irrigation	Paillage	Taille	Consoude/ortie	Fertilisation	Travail du sol	Tuteurage
Témoin	Normale*	THS	Non	Non	Normal	Normal	Non
Non-irrigué	Non irrigué dès le 2^o bouquet	THS	Non	Non	Normal	Normal	Non
Consoude-ortie	Normale	THS	Non	Dilution 5% 7 à 8 aspersion	Normal	Normal	Non

*normale = usuelle, les pratiques habituelles du maraîcher

Amarante

Plan d'expérimentation

Il est proposé de planter 4 à 5 plantes par m², selon le plan ci-dessous, ce qui fait un totale de 60 plantes par essai, 30 par variété. La surface de l'essai est estimée à 12 m².

Variété1*non-irrigués (ITK1)= 10 plantes		Variété2*non-irrigué= (ITK1) 10 plantes	
Variété1*irrigué*non-fauche (ITK2) = 10 plantes	Variété1*irrigué* fauche (ITK3) = 10 plantes	Variété2*irrigué*non-fauche (ITK2) = 10 plantes	Variété2*irrigué* fauche (ITK3) = 10 plantes

Descriptions des modalités/facteurs

Il est proposé de semer en pépinière autour du 15 mai pour planter deux semaines après soit début juin.

- ITK1=non irrigué

Il est proposé **d'arroser à la plantation pour la reprise mais de ne pas irriguer ensuite**

- ITK2= irrigué/ non fauché
- ITK3= irrigué/fauché

Pour la fauche, il est proposé de procéder au fauchage en juin, avant la floraison.

Carottes

Plan d'expérimentation

La surface de l'essai est estimée à 10m². Compte tenu de la petite taille de l'essai, le semis devra être réalisé à la main dans un sillon. Prévoir minimum 2 mètres linéaires de planche par variété.

Variété 1
Variété 2
Variété 3
Variété 4

Semis à prévoir courant juin, pour des observations du légume en novembre.

Descriptions des modalités/facteurs

La carotte étant un légume racine, son lien au sol apparait intuitif. Pour mieux comprendre le lien entre qualité des légumes et qualité des sols, un essai sur la carotte sera mis en place en 2019.

Préparation sol et faux semis : faux-semis obligatoire soit en destruction mécanique soit par occultation/solarisation (5 semaines avant le semis)

Semis (autour de mi-juin) : Manuel dans un sillon (2cm de profondeur). 3 ou 4 lignes par planche de culture soit entre 20 et 30 cm entre rangs. Densité de semis : proche de 240 graines par mètre linéaire de planches (soit 60 gr si 4 rangs/pl ou 80 gr si 3 rangs/pl)

Irrigation : obligatoire pour le démarrage (par aspersion si possible).Bâchage sur semis avec occultation ou P17 (conseillé pour favoriser la levée)

Protection filet anti-insecte si zone à risque pour la mouche de la carotte (pose du voile à partir du 15/08)

Récolte/observations : fin octobre/début novembre

Annexe 2 : fiche de notation

DONNEES TOMATE - 2019 - Caractéristiques							
nom maraîcher et date							
modalité	irrigué	non-irrigué	ortie		irrigué	non-irrigué	ortie
nom de la variété	olirose				orange queen		
Plante							
Taille (aspect général)							
Longueur entre nœud sous 3 ^e lgt							
vigueur du feuillage							
Forme/port des feuilles							
Fruits							
évolution du collet vert à maturité *							
nombre de fruit 3e bouquets							
Taille							
éclatement/fissuration *							
cul noir (aucun à très faible) *							
Dégustation							
aspect visuel							
odeur							
texture							
goût							

* échelle de 1 à 5 (1 étant le minimum et 5 le maximum)

nom de la variété	olirose			orange queen		
	irrigué	ortie	non-irrigué	irrigué	ortie	non-irrigué
mesure réfracto sur feuille						
circonférence du collet						
nombre de racines principales / secondaires						
longueur de la racine la plus longue						
profondeur						
longueur de la tige principale						
nombre de gourmands						
nombre de bouquets ayant été récoltés						
état sanitaire						
note vigueur de 1 à 5						