

## Mise en place et évaluation d'une méthodologie pour intégrer les aspects sensoriels des légumes dans la sélection pour l'Agriculture Biologique(AB).

Ce stage s'est effectué dans le cadre du projet européen SOLIBAM (Strategie for Organic and Low input Integrated Breeding and Management), qui vise à **développer des approches combinées de sélection et de pratiques agronomiques**, ceci afin d'**améliorer la durabilité, la qualité, les performances et la stabilité de ces performances des cultures en Agriculture Biologique et à Faible Intransit**. Depuis mars 2010 et pour une période de quatre ans et demi, 22 organisations (Instituts techniques et de recherche, semenciers privés) provenant de 12 pays (Allemagne, Angleterre, Autriche, Danemark, Espagne, France, Hongrie, Italie, Portugal, Suisse, Mali, Ethiopie) y sont impliquées. Les espèces concernées sont les céréales (blés, orge, maïs, millet), légumineuses (Févérole, Haricot, Niébé) et potagères (Brocolis, choux pommé, tomates).

Ce stage s'inscrit dans le volet qualité de SOLIBAM et se concentre essentiellement sur la tomate, le brocoli, le chou pommé et le haricot grain. Il s'effectue au sein de l'Institut Technique d'Agriculture Biologique (ITAB), responsable du volet qualité organoleptique du projet. Il cherche à créer des méthodes simples d'évaluation de la qualité sensorielle pour intégrer plus facilement ce critère dans la caractérisation des variétés et d'orienter leur sélection. Après une étude bibliographique, un protocole d'analyse sensorielle a été élaboré et devra être intégré dans les actions de sélection de SOLIBAM. Le test autour duquel s'articule le protocole repose sur un compromis entre étude hédonique (trop long à effectuer à chaque étape de la sélection) et test descriptif (trop coûteux compte tenu de la quantité de tests à effectuer). L'épreuve proposée est une épreuve de classement, elle ne requiert que 12 sujets semi-naïfs et permet d'obtenir un classement des variétés sur un descripteur sensoriel donné. Les étapes suivantes consistent en la validation des effets de la sélection auprès du consommateur et auprès de semi-naïfs.

VINDRAS Camille  
vindras.camille@hotmail.fr  
Master 2 Pro Métrologie de la perception  
Université Claude Bernard Lyon 1

**Année 2009/2010**

**Tuteur universitaire**  
PAULIGNAN Brigitte  
[pauligna@olfac.univ-lyon1.fr](mailto:pauligna@olfac.univ-lyon1.fr)

**Tuteurs en entreprise :**

REY Frédéric  
[Frederic.rey@itab.asso.fr](mailto:Frederic.rey@itab.asso.fr)  
Commission semences et plants  
Institut Technique de l'Agriculture Biologique

TAUPIER-LETAGE Bruno  
[bruno.taupier-letage@wanadoo.fr](mailto:bruno.taupier-letage@wanadoo.fr)  
Commission qualité  
Institut Technique de l'Agriculture Biologique

## Table des matières

<b>I. Les enjeux de l'Agriculture Biologique et rôle de l'analyse sensorielle</b>	<b>2</b>
<b>1. L'Agriculture Biologique (AB).</b>	<b>2</b>
a. Evolution de l'AB	3
b. Attentes et caractérisation du consommateur de produits biologiques	3
<b>2. L'analyse sensorielle en production légumière</b>	<b>3</b>
a. Intérêt de l'analyse sensorielle	3
b. Spécificité de l'analyse sensorielle appliquée aux légumes	5
c. Etudes sur la qualité organoleptiques des fruits et légumes biologiques	6
<b>3. Une sélection spécifique pour l'AB</b>	<b>9</b>
a. Des besoins de sélection spécifique pour l'AB	9
b. SOLIBAM et la qualité organoleptique	10
<b>II. Matériel et méthodes</b>	<b>12</b>
<b>1. Justification du protocole</b>	<b>12</b>
<b>2. Préparation des échantillons</b>	<b>13</b>
a. La tomate	13
b. Le brocoli	14
c. Le chou pommé	15
d. Le haricot grain	15
e. Les pains	16
<b>3. Protocole expérimental</b>	<b>16</b>
a. Etape 1 : l'épreuve de classement (Sélection gustative)	16
b. Etape 2 : Epreuve de notation hédonique (Test Consommateur)	18
c. Etape 3 : Test discriminatif puis descriptif	21
<b>III. Résultats</b>	<b>23</b>
<b>1. Etape 1 : épreuve de classement</b>	<b>23</b>
<b>2. Etape 2 : épreuve hédonique</b>	<b>24</b>
<b>IV. Discussion et conclusion</b>	<b>26</b>
<b>1. Etape 1 : épreuve de classement</b>	<b>26</b>
a. Conditions expérimentales	26
b. Améliorations proposées	26
<b>2. Etape 2 : épreuve hédonique</b>	<b>27</b>
a. Conditions expérimentales	27
b. Améliorations proposées	27
<b>3. Conclusion</b>	<b>28</b>

## **I. Les enjeux de l'Agriculture Biologique et rôle de l'analyse sensorielle**

### **1. L'Agriculture Biologique (AB).**

#### **a. Evolution de l'AB**

L'Agriculture Biologique (AB) est apparue en Europe au début du 20<sup>e</sup> siècle sous l'influence de divers courants philosophiques et agronomiques qui visaient à permettre aux sols de conserver leur fertilité, à privilégier l'autonomie des exploitations agricoles, à établir des relations directes avec les consommateurs, à fournir des produits de qualité et à respecter l'environnement. Pour cela, l'AB a recours à des pratiques culturale et d'élevage, soucieuses du respect des équilibres naturels, reposants sur quatre principes : santé, écologie, équité et précaution. L'AB s'interdit l'utilisation de produits chimiques de synthèse et d'OGM et est fondée sur l'utilisation des matières organiques naturelles ainsi que sur la rotation des cultures. La mise en place récente d'indicateurs de durabilité a permis la reconnaissance institutionnelle de l'AB en tant qu'agriculture « durable » qui assure le respect de l'environnement et la pérennité du développement économique et social.

Bien que précurseur, la France présente des surfaces cultivées en biologique relativement faibles au regard de ses voisins européens. Avec 8 % de la surface bio européenne (alors qu'elle représente 22% de la surface totale de l'Union Européenne) la France restait en cinquième position en 2007. Pourtant, des aides ont été mises en place au niveau européen et national pour promouvoir son développement : aides à la conversion, subventions aux groupements professionnels biologiques, communication auprès des consommateurs. De plus, le Plan Agriculture Biologique, proposé en 2007 par le ministre de l'agriculture et de la pêche, Michel Barnier, et repris dans le cadre du Grenelle de l'environnement vise à tripler les surfaces consacrées à l'AB d'ici 2012 (passage de 2% à 6% de la surface agricole française). Après une période de très faible hausse des surfaces bio (2,5% entre 2001 et 2007), l'année 2008 fut celle du décollage : + 4,8% des surfaces bio et + 36,4% de surface en conversion (Agence Bio, 2009).

Parallèlement, la demande française en produits biologiques n'a pas cessé d'augmenter avec une croissance moyenne annuelle de 10 % de 1999 à 2005 tous secteurs de produits confondus. En 2008, par rapport à l'année précédente, les ventes au consommateur final ont augmenté de 25 % d'après les dernières estimations réalisées par AND-1/Agence BIO. L'offre nationale actuelle n'est pas suffisante pour satisfaire cet accroissement de la demande : 30 % des produits bio consommés en France viennent de l'étranger dont un tiers est constitué de fruits et légumes tempérés pour lesquelles la France a manqué momentanément de volume (Agence bio, 2009).

## **b. Attentes et caractérisation du consommateur de produits biologiques**

Jusqu'à la fin des années 1990, le consommateur de produit biologiques était plutôt un consommateur militant et fidèle, attaché aux valeurs de l'environnement et trouvant dans l'AB le reflet de ses propres valeurs. A la suite des diverses crises alimentaires, d'autres consommateurs ont commencés à se tourner vers les produits biologiques. S'intéressant peu aux aspects environnementaux, ils se caractérisent davantage par leur recherche de sécurité sanitaire. Les aliments biologiques pour bébé, par exemple, connaissent actuellement un très fort taux de croissance.

Un point de départ optimal à tout projet visant à améliorer l'adéquation entre l'offre et la demande est l'étude de la perception qu'ont les consommateurs des produits concernés. De nombreux travaux ont déjà été fait sur ce sujet, voici une présentation succincte des conclusions qui en ont été tirés.

Un projet européen QualityLowInputFood (QLIF) visant à améliorer la qualité et la sécurité dans la chaîne d'approvisionnement biologique et à faible intrant a permis, à l'aide d'un questionnaire diffusé auprès de 6000 consommateurs provenant de six pays européens (Belgique, France, Italie, Norvège, Pologne et Espagne), de mettre en évidence deux groupes de consommateurs : les **consommateurs réguliers** et les **occasionnels** (Zanoli et al.). Les premiers sont satisfaits de la qualité et de la sécurité associées aux produits biologiques. Les consommateurs occasionnels sont plus sensibles aux aspects pratiques et aux prix liés à ce type de production. Ces derniers associent l'AB à la fraîcheur, à des procédés de transformation minimum, à un circuit de production court et à une production à la ferme.

D'après une enquête menée par le CREDOC en février 2001 (Loisel, 2001), le premier critère utilisé par le consommateur pour qualifier la qualité d'un aliment est le goût et le plaisir (80 % des consommateurs). Au vu de ces considérations, la différenciation des produits sur le plan gustatif et la diversification de la gamme deviennent des pistes à approfondir. Intérêt plus qu'appuyer par le développement de projets prenant en compte les aspects organoleptiques (Ecropolis (organic taste), Eusol, Qualitomfil).

## **2. L'analyse sensorielle en production légumière**

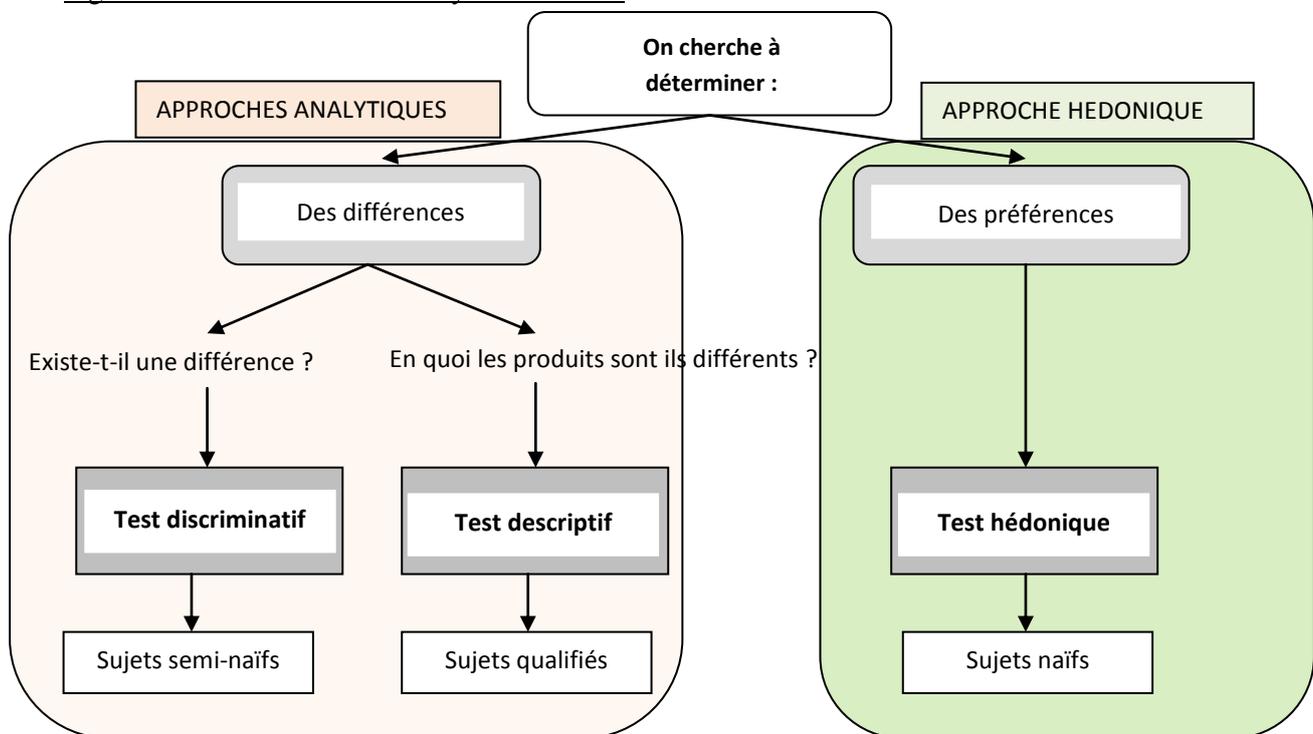
### **a. Intérêt de l'analyse sensorielle**

La qualité des fruits et légumes est devenue une préoccupation importante des consommateurs et, par conséquent, des producteurs, des commerçants et des sélectionneurs. Mais la notion de qualité est large ; elle peut se décomposer en qualités agronomiques, commerciales, gustatives, diététiques... La recherche d'une qualité gustative optimale restera toujours un enjeu majeur car elle intervient de façon déterminante dans l'acte de ré-achat du produit. De plus, la diversité des produits demeure un important facteur de développement

commercial. Par exemple, les marchés hebdomadaires ainsi que les principaux distributeurs réservent, depuis quelques années déjà, une place conséquente aux variétés de tomates anciennes.

L'analyse sensorielle permet d'améliorer un produit en réponse aux attentes sensorielles du consommateur. C'est un ensemble de techniques et de pratiques qui visent à mesurer et interpréter de façon systématique les perceptions de l'homme, l'instrument de mesure étant le sujet humain. Elle permet de vérifier s'il existe vraiment des différences perçues (**Tests discriminatifs**), de décrire et quantifier les caractéristiques des produits (**tests descriptifs**), de comprendre les préférences des consommateurs (**tests hédoniques**) (cf. figure n°1).

Figure n°1 : introduction à l'analyse sensorielle



Concernant les tests hédoniques, la prise en compte de l'individualité du consommateur est une particularité de l'analyse sensorielle. A partir d'un échantillon de population représentatif (au niveau de la taille et de distribution des catégories), l'analyse sensorielle s'attache, entre autre, à définir des groupes au sein de la population ayant des valeurs et représentations communes et à trouver les produits adaptés aux attentes de chacune de ces catégories. Par exemple, une étude menée par le CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes) (Hutin, 2002) cherchant à mieux comprendre les préférences variétales des consommateurs pour la tomate, a permis de distinguer quatre types de consommateurs : les « **routiniers de la tomate** » représentent 41 % des consommateurs et ont une faible connaissance du produits. Les « **inconditionnels de la tomate à grappe** »

représentent 20 % des consommateurs et font leur choix d'après des critères de fraîcheur et de parfum. Enfin, les consommateurs « **avertis** » (36%) utilisent tous les types de tomates alors que les « **traditionnalistes** » affectionnent les tomates charnues et rondes.

### **b. Spécificité de l'analyse sensorielle appliquée aux légumes**

L'analyse sensorielle appliquée aux fruits et légumes (F&L) peut permettre : d'étudier l'impact des techniques culturales et de stockage ou encore d'identifier des gammes gustatives pour faciliter le choix des consommateurs sur le point de vente. Son application aux F&L nécessite toutefois la prise en compte de leurs caractéristiques spécifiques.

Les légumes sont avant tout des **produits non transformés**. Leurs caractéristiques intrinsèques dépendent des variétés et peuvent être modifiées par le sol, le climat, les techniques de culture et les conditions de récoltes, ce qui exige de bien identifier ces éléments. De plus, les légumes **sont hétérogènes** par nature, ce qui nécessite un soin particulier pour homogénéiser l'échantillon avant dégustation tout en veillant à ce qu'il reste représentatif (Lespinasse et al. 2002). Ainsi, le soin accordé à l'échantillonnage déterminera la fiabilité des résultats (entretien avec Valentine Cottet, analyste sensoriel au CTIFL). Le tri peut être réalisé sur le calibre, l'aspect, la couleur ou sur les caractéristiques intrinsèques (Indice de Réfraction (IR), fermeté, acidité). Pour interpréter les résultats, les mesures physico-chimiques réalisées le jour de la dégustation et plus précisément les mesures de dispersions obtenues sont des aides précieuses pour caractériser l'homogénéité du lot.

Les légumes frais sont **vivants**, ce sont des produits **évolutifs** et dont les caractéristiques organoleptiques peuvent être modifiées suivant la température de stockage et le délai récolte-dégustation appliqué. En fonction de l'objectif de l'essai, il sera nécessaire de fixer à priori ces conditions post-récolte ou au moins de les noter. Une autre caractéristique des légumes est leur **saisonnalité** qui limite le choix des variétés en début de saison et rend difficile la réalisation de séances d'entraînement (avant dégustation).

L'analyse des relations entre les données instrumentales et les données sensorielles met en évidence la complexité des mécanismes de la perception et la nécessité d'avoir une approche multifactorielle. Par exemple, la mesure de l'Indice de Réfraction (IR) du melon semble correspondre à la perception de la saveur sucrée jusqu'à un certain niveau d'IR au-delà duquel le panel ne perçoit plus de différence (Lespinasse et al. 2002). Si effectivement certains critères organoleptiques peuvent influencer de manière prépondérante la satisfaction des consommateurs, celle-ci reste difficile à prédire et ne peut se baser sur la mesure d'un seul paramètre tel que l'IR par exemple. De plus, des critères tels que le farineux de la tomate ou la persistance de la peau en bouche du raisin de table est actuellement uniquement mesurable par l'homme.

## c. Etudes sur la qualité organoleptiques des fruits et légumes biologiques

### i. Les études consommateurs

Comme nous l'avons vu, les facteurs sensoriels jouent un rôle prépondérant dans les déterminants de la consommation des aliments. Sont présentées ci-après les attentes et perceptions du consommateur concernant la tomate, le brocoli, le chou, les haricots grains et le pain (espèces concernés par SOLIBAM).

#### **Baromètre tomate :**

Les connaissances acquises sur les préférences organoleptiques du consommateur mettent en évidence deux axes de préférences. Le premier axe concerne la saveur, l'arôme et le juteux et montre une segmentation du consommateur sur l'acidité. Le deuxième axe concerne la texture et présente deux profils de préférence : ceux qui préfèrent le fondant et ceux qui préfèrent le ferme et croquant (Causse et al., 2009). Bien que la consommation se maintienne (12 kg par habitant), la satisfaction du goût est en baisse depuis 98 (Baros, journée ctifl-Inra\_4/02/2010). Un tiers des consommateurs sont « peu ou pas satisfait » et accusent des « tomates fades sans goût » (Source ISL Ctifl 2005). En réponse, la gamme se segmente et propose à présent une variété de forme et de couleur. Une publication issue du projet européen Eusol (Causse et al., 2009) a permis de mettre en évidence une segmentation commune des consommateurs européens sur le goût et la fermeté de la tomate.

#### **Baromètre brocoli :**

Après avoir triplé en cinq ans (1990/1995), la production française de brocoli continue de progresser (Baros, info-Ctifl/Septembre 2003). Le taux de pénétration reste cependant peu élevé : 27 % selon le panel Sécodip pour l'ensemble des ménages acheteurs. Nettement moins familier que les autres légumes, le brocoli est quasiment entouré de mystère : on ignore son origine, sa provenance, s'il s'agit d'un légume nouveau ou ancien... D'où une perception de nouveauté assez forte, renforcée par l'image d'un produit « facile et rapide à préparer ». Il est difficile de lever le premier frein à l'achat du brocoli : le fait de ne pas l'aimer.

#### **Baromètre chou :**

L'un des reproches le plus souvent fait au chou par les consommateurs est l'odeur dégagée lors de sa cuisson. Dans une étude du Ctifl réalisée en 1997, 34 % des consommateurs interrogés déclaraient qu'ils consommeraient davantage de chou s'il avait moins d'odeur à la cuisson. Les odeurs dégagées lors de la cuisson de 11 variétés de chou de précocité différente en 2000 et 8 en 2001 ont été comparées par l'Institut Bretagne Biotechnologie Végétale. Aucune différence n'a été observée. Enfin, les préférences du consommateur pourraient être expliquées par des notes de « chou », de « pomme de terre », de « piquant » et de « vieux » (rance). La plupart des consommateurs préféraient les choux avec de fortes notes « chou » et « pomme de terre » et de faibles notes « piquante » et « vieux » (A&D, 01/2004-N°78).

### **Baromètre haricot :**

Avec le maïs, les haricots secs ont constitué pendant des millénaires la base de l'alimentation de tout le continent américain, où ils restent des aliments très appréciés. La France produit 110 000 tonnes de haricot grain principalement en Bretagne, Nord Pas de Calais, Centre et Picardie. La consommation de légumes secs a chuté de façon nette entre 1920 (7.3 kg/personnes/an) et 1985 (1.4 kg/personne/an). Elle s'est cependant stabilisée ces dernières années voire légèrement accrue du fait des préparations industrielles et du développement des formes en conserve (1996, 1.6 kg/personne/an) (fondation louis Bonduelle). Il existe très peu d'étude sur les qualités organoleptiques du haricot (Calvo et al., 1999).

### **Le pain bio :**

Une étude visant à comprendre les représentations et attentes du consommateur sur le pain biologique a permis d'apprécier la compatibilité entre la perception des consommateurs et les caractéristiques techniques et commerciales de l'offre de pains issus de l'AB. Le pain est perçu comme un aliment emblématique de la culture gastronomique française. Lorsqu'il est issu de l'AB, il est envisagé comme un produit *naturel, non trafiqué, nourrissant et sain* (Allessandrin et al., 2007). Il est fabriqué à l'ancienne à l'opposé du pain *industriel* représenté par la *baguette blanche vendue à bas prix en grande surface*. Les critiques et améliorations souhaitées portent sur le goût (trop lourd, trop acide), la conservation, le prix trop élevé.

*Ainsi il apparaît essentiel d'assurer une différenciation du produit pour pérenniser le label AB et justifier de la plus value. La différence de qualité nutritionnelle étant difficilement perceptible par le consommateur, c'est sur la différence gustative que l'on va pouvoir agir. Nous verrons que les études faites à ce sujet n'ont pas permis de mettre systématiquement en évidence une différence significative au niveau des qualités gustatives.*

## **ii. Etudes comparative entre produits biologiques et conventionnels**

Le terme organoleptique signifie « qui affecte les organes des sens ». Les qualités organoleptiques comprennent les propriétés sensorielles typiques d'un aliment (goût, apparence, couleur, arôme, taille, fermeté) mais tient aussi compte des sensations en bouche que provoque un aliment ou toute autre sensation reliée à la consommation de cet aliment.

La question « Les fruits et légumes biologiques ont-ils meilleur goût que les fruits et légumes conventionnels ? » est un axe de recherche pertinent justifié par plusieurs facteurs. D'abord, 43 % des consommateurs d'aliments biologiques mentionnent le « meilleur goût » comme une des principales raisons d'acheter des produits bio (sondage MORI, 2001, cité par Heaton, 2001). Ensuite, les fruits et légumes bio affichent un taux plus élevé de certains composés phénoliques susceptibles d'influencer leur goût comparativement à leur équivalent en agriculture conventionnel (Benbrook, 2005).

Au cours des deux dernières décennies, une douzaine de revues de littérature ont résumé les principaux rapports de recherche visant à comparer les propriétés sensorielles des aliments biologiques à celles des aliments conventionnels. Ces rapports mettent en évidence la difficulté de mesurer et de décrire les propriétés organoleptiques d'un aliment comparé à l'analyse instrumentale de la qualité. Heaton (2001) a établi une liste partielle des facteurs qui compliquent l'analyse des résultats de recherche publiés sur le goût. Parmi eux, on trouve la préparation des échantillons (des différences perçues sur l'aliment cru/frais ne le sont plus lorsqu'il est cuit/décongelé (carotte, brocoli)), la maturité (déterminant du goût) et la subjectivité de l'individu, difficulté qui peut être atténuée par l'expérience des dégustateurs.

Concernant les études analytiques, la diversité des pratiques culturelles propres à l'AB ainsi que la variabilité de l'expérience des agriculteurs et expérimentateurs joue un rôle déterminant dans la qualité des aliments produits et rend difficile la généralisation des résultats. Woese et al., 1997, ont publié une vaste revue de littérature où ils ont analysé et évalué les résultats de plus de 150 enquêtes visant à comparer la qualité des aliments produits sous régie biologique et conventionnelle. La plupart des travaux de recherche évalués portaient sur les concentrations de constituants souhaitables ou non, sur la présence de résidus de produits phytopharmaceutiques ou d'autres contaminants, sur les analyses organoleptiques et sur des expériences d'alimentation animale. Bien que des différences de qualités aient été mises en évidence (un contenu en protéine plus faible dans le blé biologique, un taux de matière sèche et de vitamine C plus élevé dans les légumes feuilles biologiques), aucune tendance claire ne distinguait les propriétés organoleptiques des légumes conventionnels et biologiques. En revanche les études sur les préférences alimentaires réalisées sur plusieurs espèces animales (poules, souris et rats) démontrent une préférence constante et significative pour les produits biologiques. Plusieurs études ont également démontré que les produits bio supportent mieux l'entreposage et ont une durée de conservation plus longue que les produits conventionnels (Peck et al., 2006).

Ainsi, les nombreuses études sensorielles réalisées donnent des résultats variables, notamment en raison des problèmes méthodologiques, les protocoles utilisés ne permettent pas la mise en évidence de différence statistiquement significative, soulignant la nécessité de plus de recherches dans ce domaine. Dans une étude menée sur 20 ans, Martens (1986) (cité dans Heaton, 2001) a exploré les critères de qualités objectifs qui peuvent être utilisés pour évaluer les caractéristiques organoleptiques des légumes (carottes, chou fleur, brocoli, pois). Il a pu mettre en évidence l'influence significative du facteur génétique sur la flaveur et la texture des légumes concernés. L'adoption de nouvelles variétés au goût original spécifique à

l'AB s'avère alors une piste d'amélioration de l'offre intéressante en réponses aux attentes du consommateur.

*Bien que les résultats des études comparatives entre AB et conventionnelle ne puissent être généralisés quant à une différence organoleptique entre les produits bio et non bio, elles permettent de tirer plusieurs conclusions :*

- *La plupart des études ne démontrent aucune différence importante ou constante à l'égard des qualités organoleptiques ou du goût.*
- *La vaste majorité des études qui démontrent de telles différences concluent que les produits biologiques sont meilleurs ou obtiennent la faveur des dégustateurs comparativement aux produits conventionnels.*

*On retiendra également que les facteurs influençant le goût sont par ordre d'importance décroissante : la variété, le terroir, l'année climatique et le mode de production.*

### **3. Une sélection spécifique pour l'AB**

#### **a. Des besoins de sélection spécifique pour l'AB**

D'après le règlement européen de l'AB (CE, 889/2008), les semences utilisées par le producteur bio doivent être produites selon les règles générales de l'AB, mais en raison du faible développement de l'offre, des dérogations pour des semences traditionnelles sont possibles. Il en résulte que les variétés cultivées en bio et en conventionnel sont souvent les mêmes. Or, les variétés modernes issues de la sélection conventionnelle ont été développées pour une large adaptation géographique à condition d'utiliser les doses recommandées d'intrants (fertilisant non organique et pesticides) pour atténuer l'hétérogénéité du milieu.

De plus, une même variété ne s'exprime pas et ne se développe pas de la même manière suivant les conditions dans lesquelles elle est cultivée : climat, nature du sol, pression parasitaire. Cette variation d'expression est appelée interaction Génotype-Environnement (G\*E) et est d'autant plus importante que l'environnement de sélection (la station expérimentale) est différent de l'environnement cible (champ de l'agriculteur) (Lammert Van Bueren, 2010). L'environnement cible en AB se caractérise par une grande diversité de système de culture dans des environnements plus variés qu'en conventionnel. Les principes culturaux propres à l'AB cherchent à s'adapter aux nombreux facteurs considérés limitant pour l'agriculture conventionnelle : la disponibilité des nutriments du sol n'est pas pilotée par les intrants, particulièrement pour l'azote dont l'apport n'est pas autorisé sous forme chimique.

De par la nature de l'AB, certaines des caractéristiques requises pour les variétés biologiques diffèrent fondamentalement de celles utilisées en agriculture conventionnelle. Il est difficile de développer une liste exhaustive des critères requis par l'AB car ceux-ci sont

très variés selon le contexte. Cependant, certaines caractéristiques évidentes peuvent être citées : la rusticité face aux stress biotiques et abiotiques, un système racinaire efficace capable d'interagir avec les micro-organismes avantageux présents dans le sol, la capacité de concurrencer les adventices, de contribuer à la santé du sol et de la culture et de donner une bonne qualité de produit. La priorité donnée à chacun de ces critères est fonction du marché visé. La motivation des agriculteurs est souvent double : améliorer la qualité écologique des variétés et aussi, promouvoir des produits de qualité, valorisant la richesse des terroirs. Le nombre de projets européens s'intéressant à la qualité des produits bio montre bien l'enjeu culturel porté aussi par ces formes d'agriculture respectant avant tout les processus naturels.

Pour répondre à la diversité des systèmes de culture en AB, deux stratégies de sélection sont complémentaires : la diversification des structures variétales (lignées pures, mélanges, populations) pour limiter les variations phénotypique en condition de stress et l'adaptation progressive des populations végétales à l'environnement de culture. Cette adaptation spécifique nécessite la mise en place d'une sélection décentralisée et implique la participation des agriculteurs et autres acteurs de la filière. Cette dernière stratégie, intitulée Sélection Participative (SP) augmente l'efficacité de sélection dans des milieux variés en intégrant l'interaction G\*E et offre une plus grande indépendance aux communautés rurales.

*Ainsi, les aspects organoleptiques sont liés aux pratiques culturales, post-récolte, mais aussi surtout au facteur génétique. Or, en l'absence d'une sélection spécifique pour l'AB, les variétés utilisées par les producteurs de légumes bio et conventionnels sont très souvent les mêmes. Il n'est donc pas étonnant que les études comparatives réalisées n'aient pas mis en évidence une différence significative. Pourtant, les consommateurs de produit bio attendent de ces produits labellisés une qualité organoleptique supérieure. Il est donc important et nécessaire de développer une sélection adaptée prenant en compte ces critères gustatifs. La SP est une solution à la pénurie de semences adaptées aux spécificités du mode de production biologique et au marché bio. C'est un des objectifs du projet européen SOLIBAM et du travail présenté ci-après.*

## **b. SOLIBAM et la qualité organoleptique**

### **i. Objectif global**

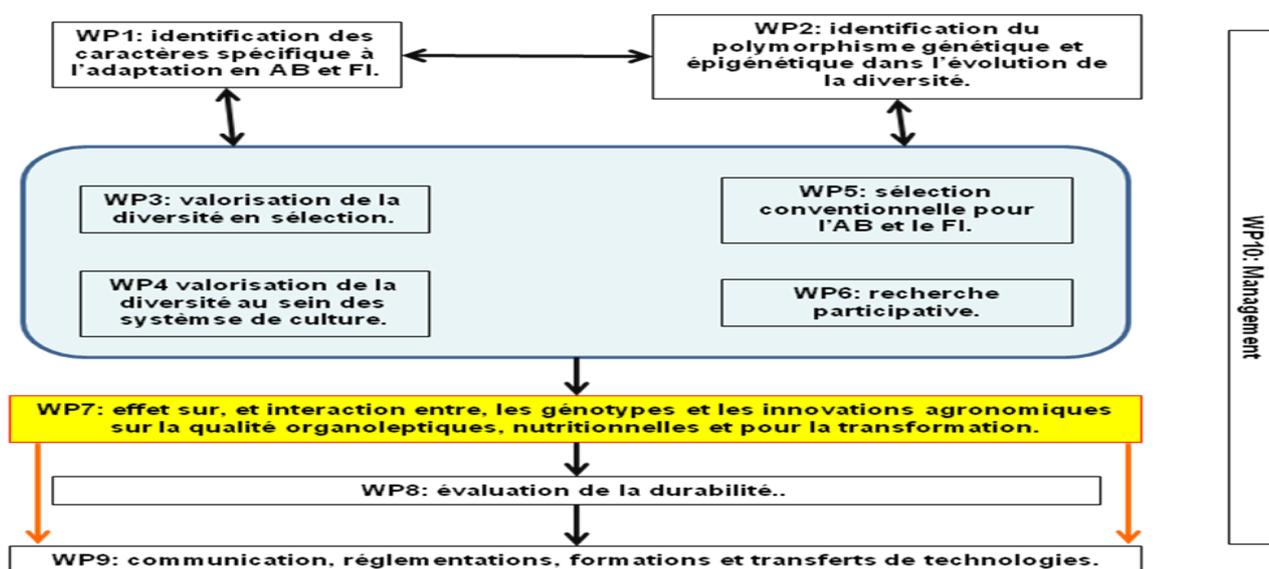
L'exigence croissante des consommateurs en termes de sécurité sanitaire et de qualité organoleptique ainsi que la prise de conscience du besoin de préserver l'environnement et la biodiversité, encourage le développement d'agriculture alternatives telles que l'AB. La diversité génétique des cultures est une ressource fondamentale pour l'adaptation des plantes et représente un élément clé pour stabiliser la ressource alimentaire. Le projet SOLIBAM cherche à combler ce fossé en développant de nouveaux concepts de sélection, conduites de

culture pour renforcer l'efficacité des systèmes de production alternatifs. SOLIBAM s'inscrit donc dans une approche à la fois environnementale, sociale (via la sélection participative) et agronomique ; il cherche à répondre à la diversité des besoins des acteurs en favorisant la diversité génétique des cultures, elle-même associée et soutenue par une diversité de pratiques culturelles. **L'objectif général du projet est donc de développer des approches intégrées de la sélection et des pratiques agricoles pour améliorer la durabilité, la qualité, les performances agronomiques et la stabilité de ces performances en AB et FI.**

## ii. Objectifs spécifiques

SOLIBAM s'articule autour de 10 volets (cf. figure n°2) :

Figure n°2 : relation entre les 10 volets du projet SOLIBAM



## iii. Le volet qualité organoleptique

Afin de répondre d'une part aux attentes des consommateurs concernant les qualités gustatives et nutritionnelles, d'autre part aux besoins du producteur et transformateur concernant les qualités de transformations, le 7<sup>o</sup> volet de SOLIBAM veut intégrer des critères sensoriels et nutritionnels dans le processus de sélection et de conduite de culture pour l'AB. Plus précisément, la tâche 1 de ce volet (sous la responsabilité de l'ITAB) a pour objectif :

- **La prise en compte des paramètres organoleptiques dans le processus de sélection.** Il s'agit d'établir une méthode de caractérisation sensorielle des légumes permettant de prendre en compte des critères gustatifs en plus des critères agronomiques dans le processus de sélection.
- **La mesure de l'impact des pratiques culturelles et du type de sélection sur les qualités gustatives et l'acceptabilité du produit.** Il s'agit ici de définir d'une part s'il existe une différence perceptible entre les produits issus du programme et les témoins, d'autre part si les variétés ainsi sélectionnées sont mieux acceptées par le consommateur.

Ce stage s'inscrit dans ce volet et vise à mettre au point une méthodologie capable de répondre à ce double objectif et tenant compte des contraintes de réalisation. C'est donc avant tout un travail méthodologique, l'objectif est d'évaluer la pertinence du protocole à travers sa réalisation.

## II. Matériel et méthodes

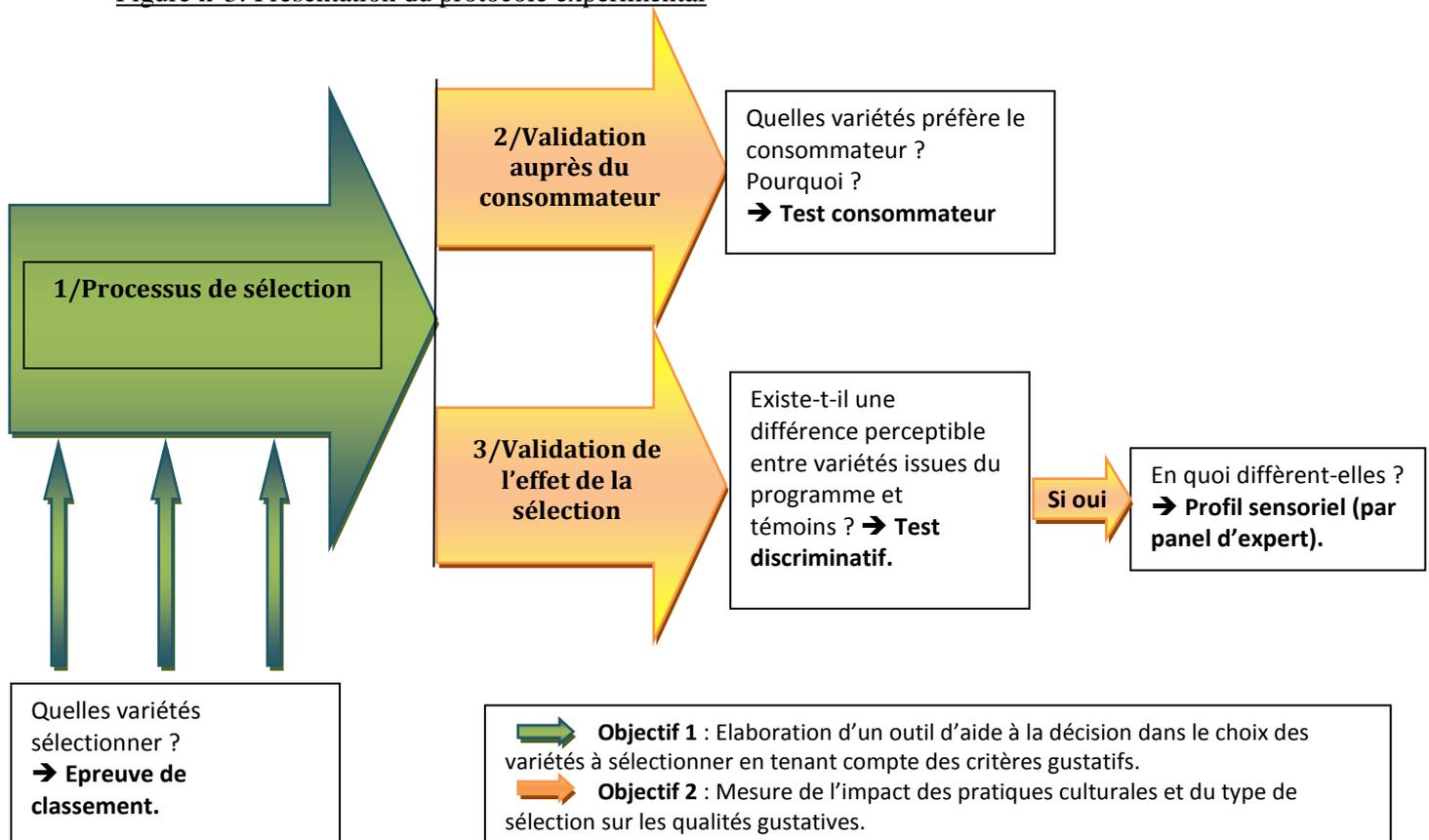
### 1. Justification du protocole

Tableau n°1 : les contraintes expérimentales

Contrainte budgétaire	Budget réparti sur 4,5 ans Nécessaire démarche en plusieurs étapes et Etape n°3 coûteuse
Contrainte logistique	Plusieurs organismes de différents pays impliqués, le protocole doit être facile à réaliser et à analyser
Contrainte géographique	Barrière du langage, différents mode de consommation.

Afin de répondre au double objectif du projet SOLIBAM en ce qui concerne les aspects organoleptiques tout en tenant compte des contraintes (cf. tableau n°1), la démarche adoptée se décompose en trois étapes (cf. figure n°3). Le test autour duquel s'articule le protocole est un compromis entre test hédonique (trop long à effectuer à chaque étape de la sélection) et test descriptif (trop coûteux compte tenu de la quantité de test à effectuer) et répond ainsi aux contraintes de praticité. L'épreuve de classement, qui consiste à positionner les variétés les unes par rapport aux autres par rapport à un critère donné permet de surmonter les biais du langage et des différences de système de notation et de répondre ainsi aux contraintes géographiques. De plus, cette méthode nécessite peu d'échantillon, paramètre souvent limitant dans un contexte de sélection et requiert peu d'individu (12).

Figure n°3: Présentation du protocole expérimental



Ainsi, une sélection gustative va se mettre en place dès la première année du programme (c'est le premier objectif), et sera validée auprès de consommateurs et de semi-experts à la fin du processus de sélection (deuxième objectif) par le moyen de l'analyse sensorielle.

*En résumé, la méthodologie proposée devra être adaptée aux objectifs (à court terme et à long terme), relativement facile à mettre en œuvre dans tous les pays concernés, pour assurer la fiabilité de l'expérimentation et permettre la comparaison des résultats.*

*Finalemment, elle doit être peu coûteuse pour en favoriser l'adoption.*

*Avant de s'attarder sur les détails du protocole, il est important d'accorder une attention particulière à la préparation des échantillons pour garantir la fiabilité des résultats, particulièrement lorsqu'il s'agit de produits frais.*

## **2. Préparation des échantillons**

L'échantillonnage doit permettre d'obtenir un lot représentatif de ce qui est testé, homogène et dont la traçabilité est assurée. Le lot est la modalité qui sera évaluée par les dégustateurs. Il représente une variété, une technique culturale... Il est nécessaire de rechercher l'homogénéité (malgré l'hétérogénéité intrinsèque des légumes frais) à l'intérieur de chaque lot (couleur, maturité, calibre...) pour que les sujets évaluent des produits aux caractéristiques proches (Lespinasse et al., 2002).

La préparation des échantillons doit prendre en compte la cuisson selon un protocole prédéfini. Le choix de la préparation est fonction des conditions habituelles de consommation dont il faut chercher à se rapprocher. Les différents travaux déjà réalisés (analyse sensorielle et hédonique) ont permis de définir un mode de préparation par légume et les descripteurs sensoriels qui expliquent le mieux les différences entre les variétés.

Une étude visant à analyser l'influence de la méthode de préparation des légumes sur les préférences alimentaires a permis de faire corrélérer des caractéristiques sensorielles avec les préférences. Les légumes croquants tels que le concombre, la carotte ou la tomate sont préférés à des légumes plus gluants tel que les champignons ou encore les asperges (Zeinstra et al., 2010). Par rapport au mode de préparation, la cuisson à la vapeur ou bouilli conduit à des caractéristiques sensorielles plus appréciées (uniformité, croquant, sucré) que s'ils sont frit (amer, gras, dur, sec).

### **a. La tomate**

Les fruits sont dégustés quatre jours après récolte, ils sont conservés entre temps 48 h à 12°C puis 48h à t° ambiante (25/30°C). Ces conditions de conservation se rapprochent le plus de la commercialisation en circuit court.

Les fruits présentant des irrégularités et/ou défauts tel que le « collet vert » sont évincés de la dégustation. Il est cependant possible de les y intégrer à condition de l'enlever avant la découpe si la quantité de produits disponible est limitée.

Après avoir vérifié la maturité et l'homogénéité de maturité (stade de coloration) et de calibre, les fruits sont coupés en morceaux de tailles homogènes comprenant peau et chair. Les critères descriptifs les plus discriminants sont synthétisés dans le tableau n°2 (Causse et al., 2009 ; Brueckner et al., 2005 ; Baros, journée Ctifl-Inra 4 février 2010).

Tableau n°2 : liste des descripteurs pour la tomate

○ <b>Odeur :</b> Arôme de tomate.	○ <b>Apparence :</b> Couleur, Caractère côtelé.
○ <b>Goût :</b> Salé, Sucré, Acidité, Equilibre sucré/acidité.	○ <b>Texture :</b> Peau persistante, Farinosité, Texture fondante, Texture croquante, Jutosité, Fermeté.

## b. Le brocoli

Les têtes de brocolis sont prélevées en prenant soin d'enlever les éventuelles parties abîmées. Les grosses têtes sont coupées en deux, de façon à avoir des morceaux de tailles égales. Selon les objectifs du test, la dégustation pourra se faire sur brocoli cru ou cuit. Pour la cuisson des brocolis, les têtes sont placées dans un cuiseur-vapeur environ 10 minutes. Il est nécessaire de vérifier si les brocolis sont bien cuits avant d'arrêter la cuisson. Les brocolis sont salés (5 g pour 500g) pour se rapprocher des conditions réelles de consommation et rendre les dégustations plus agréables.

Des portions de 35 g sont disposées dans les gobelets où figure le numéro associé à l'échantillon. Les descripteurs qui expliquent le mieux les différences entre les brocolis sont au niveau de la flaveur et du goût (cf. tableau n°3) (Jacobsson et al., 2004).

Tableau n°3 : liste des descripteurs pour le brocoli

○ <b>Odeur :</b> Herbacée/ verdure cuite, Chou cuit, Iode, Noisette, Terreux.	○ <b>Texture :</b> Spongieux, Fondant, Fermeté, Croquant.
○ <b>Goût :</b> Chou cuit, Sucré, Amertume.	○ <b>Apparence :</b> Couleur (verte, marron), Compacité.

### c. Le chou pommé

Les feuilles de chou sont prélevées en prenant soin, le cas échéant, d'enlever les parties abîmées pour s'assurer de l'homogénéité de l'échantillon. Elles sont ensuite émincées finement en bande d'environ 2 cm de largeur sur 15 cm de longueur. Selon les objectifs du test, les dégustations pourront se faire sur chou cru ou cuit. La cuisson des choux demande 25 min. au cuiseur vapeur. Afin de se rapprocher des conditions réelles de consommation et rendre les dégustations plus agréables, les choux sont salés (5 g pour 500g). Des portions de 35 g sont disposées dans les gobelets identifiés par le code de l'échantillon. Les descripteurs les plus pertinents pour différencier les variétés de choux sont présentés dans le tableau n°4 (Radovich et al., 2004, Padilla et al., 2007, journée\_moisson\_descripteur\_29/06/2010).

Tableau n°4 : liste des descripteurs pour le chou

Chou cru :	
○ <b>Odeur :</b> Oignon, Egout/gaz Cresson/capucine/moutarde/ wasabi, Rave/terreux/, Noisette fraîche, courge/concombre, Marin, Fruité/agrume/Pomme verte/mûre, Herbe verte.	○ <b>Goût :</b> Sucré, Amertume, Goût piquant.
	○ <b>Texture :</b> Jutosité, Croquant, Fibrosité, Long en bouche, Fermeté, Elasticité.
Chou cuit :	
○ <b>Odeur :</b> Chou fleur, Pomme de terre, Rance (vieux).	○ <b>Goût :</b> Sucré/fruité, Amertume, Goût piquant.
	○ <b>Texture :</b> Fibrosité, Tendreté.

Lors de l'évaluation de la méthode (cf. 3.b : protocole expérimental, épreuve de classement), 3 descripteurs ont été identifiés comme essentiels à la différenciation et à la caractérisation des échantillons crus et cuits : respectivement « goût fruité, texture croquante, sensation piquante » et « goût de chou, goût fruité, texture croquante ».

### d. Le haricot grain

500 g de haricots grains secs sont mis à tremper dans 3 fois leur volume d'eau froide que l'on porte à ébullition. Ils sont ensuite vidés de cette première eau et triés pour assurer l'homogénéité du lot. Ils sont mis finalement à cuire. Pour cela, les haricots sont plongés dans l'eau bouillante dans un autocuiseur pendant 50 min. à partir de la rotation de la soupape (les temps de cuissons varient en fonction de la variété : il semble nécessaire d'effectuer des pré-tests de cuisson pour chacun des échantillons testés). Enfin, les haricots sont passés à la

passoire et salés (5 g pour 500g). Calvo et al., 1999, ont déterminé la dose optimale de sel pour la dégustation ainsi que la température optimale de présentation en effectuant des tests par paire avec différents niveaux de sel/de température, la dose trouvée est 5 g de sel pour 500g de haricots. L'échantillon de 40 g est servi au testeur encore chaud (40°-70°c). La même étude (Calvo et al., 1999) a permis de mettre en évidence des descripteurs grâce à une analyse en composante principale sur un jeu de données issu d'une série de session d'analyse sensorielle. Les attributs de goût n'ont pas permis de différencier les variétés, ce sont des attributs de textures qui expliquaient le plus de différences (73 % sur les trois axes) : le **caractère lisse** ou **plissé de la peau**, la texture **ferme** ou **tendre** du grain, la **viscosité** en bouche et la **farinosité**.

### e. Les pains

Il faut respecter les principes de l'expérimentation scientifique en évitant de multiplier les facteurs de variation afin de pouvoir tirer le meilleur parti des résultats. Les pains testés doivent être préparés selon le même mode (meule en pierre hydraulique/électrique, panification au levain/levures) avec les mêmes proportions de farines de blé et/ou maïs. Seul le lot de blé/maïs utilisé doit changer. Le mieux est de centraliser la production et de distribuer en homogénéisant les conditions de distributions aux différents endroits où l'analyse sensorielle doit être faite. L'échantillon est une tranche de pain (les tranches doivent être identiques).

Les descripteurs le plus souvent utilisés sont la couleur de la croûte, la couleur de la mie, la taille, densité et disparité des alvéoles, l'arôme de pain, de torréfaction, le goût (sucré, salé, acide, amer) et la texture croustillante ou fondante. Concernant le broa (un pain de maïs portugais) une unique étude porte sur ses propriétés sensorielles (Brites et al., 2008) et propose de classer après un test par paire les produits en fonction de leur texture globale, leur goût et leur arôme.

## 3. Protocole expérimental

### a. Etape 1 : l'épreuve de classement (Sélection gustative)

#### i. Principe

Une initiative qui ne présente aucun équivalent en France a permis de dégrossir le terrain de la sélection gustative. L'association Kultursaat, située en Allemagne, sélectionne de nouvelles variétés en ayant recours qu'à des méthodes de sélection conforme aux principes de la biodynamie. La sélection porte essentiellement sur l'adaptation des plantes à leur culture en conditions biologiques et sur la valeur alimentaire et la qualité gustative des légumes récoltés. Ces critères sont en effet la synthèse de ce que la plante est capable de faire avec une génétique donnée dans un environnement donné. Concernant la sélection sur la qualité

gustative, 3 à 4 experts notent sur une échelle de 1 à 9 le goût, la couleur, la saveur, le ratio sucré/acide et la farinosité lors de chaque récolte (Fleck, M., 2009).

Une sélection sur le goût à chaque étape de la sélection correspond à la démarche participative empruntée par le projet et répond à l'objectif premier, intégrer les critères gustatifs dans la sélection. Une **épreuve de classement** fournira un positionnement des variétés les unes par rapport aux autres sur un descripteur donné et facilitera le choix des variétés. **Facile à mettre en œuvre et peu coûteux (en temps et en échantillon), le test proposé permet d'obtenir un classement des variétés selon des attributs sensoriels qui leur sont spécifiques** (ex. : le fondant pour la tomate).

L'épreuve de classement consiste à demander aux sujets de **comparer simultanément plus de deux échantillons de produit en les classant selon l'intensité perçue d'une caractéristique** (guide de bonnes pratiques, ACTIA, 1999). La norme AFNOR (NF ISO 8587, mai 1989) préconise 12 individus minimums semi-naïfs<sup>1</sup>. Une formation-sensibilisation à l'analyse sensorielle apparaît alors nécessaire pour la mise en place d'une telle épreuve. L'épreuve de classement doit s'effectuer individuellement pour éviter que les individus s'influencent entre eux.

## ii. Le questionnaire

Figure n°4 questionnaire pour l'épreuve de classement, exemple de la tomate

Veuillez classer les échantillons par ordre croissant d'intensité pour les descripteurs « <b>équilibre acide/sucré</b> », « <b>texture fondante</b> ». Pour cela, indiquez le code de l'échantillon dans la case correspondante au rang choisi.								
N° rang	1	2	3	4	5	6	7	8
Equilibre sucré/acide								
Texture fondante								

## iii. Validation sur le terrain

Afin de valider le protocole, une journée a été organisée le 29 juin avec pour intervenant Michaël Moisseff (Docteur en biotechnologie végétale, membre de la société française des parfumeurs) et Jacqui Ledresseur. Les 7 participants (collègues de l'ITAB (Frédéric Rey, Bruno Taupier Letage) et un agriculteur (JL Brault) avec ses deux enfants) se sont réunis à Montégut Lauragais (11, siège d'Asquali) pour réaliser l'épreuve dite de classement sur choux, haricots grains et brocolis. Après une rapide initiation à l'analyse sensorielle, chaque sujet a dégusté un lot complet (de 6 échantillons maximums). Les échantillons ont été

<sup>1</sup> Personne ayant déjà participé à un essai sensoriel discriminatif de même nature que celui auquel il participe. L'initiation est la formation minimale requise pour l'essai discriminatif.

dégustés simultanément, les sujets étant libres de goûter à nouveau les échantillons comme ils le souhaitent.

*Choux cru*



*Haricots grain*



*Brocolis*



#### iv. Analyse des résultats

L'analyse d'une épreuve de classement utilise un test non paramétrique : le test de Friedman sur les rangs. Si le test est significatif, alors il existe un bon consensus entre les sujets. Une CAH permettra de partitionner les individus tels que, à l'intérieur de chaque segment, les classements peuvent être considérés comme l'expression d'un consensus. La probabilité associée au test de Friedman peut être vu comme un indicateur de consensus, c'est la probabilité d'obtenir une variabilité entre les rangs moyens au moins aussi grande que celle effectivement observée. L'hypothèse nulle suppose l'égalité des barycentres (rangs moyens) (répartition uniforme, tous les classements possibles sont observés le même nombre de fois), l'hypothèse alternative, à l'inverse, suppose que les écarts entre les barycentres ne peuvent pas être imputés seulement au hasard.

#### b. Etape 2 : Epreuve de notation hédonique (Test Consommateur)

##### i. Principe

Dans le développement d'une variété, l'évaluation sensorielle est un déterminant majeur de l'adoption subséquente et de l'utilisation de la variété après la prise en compte des caractéristiques agronomiques. Pour cela, les développeurs ont besoin de connaître le degré d'appréciation globale et de comprendre les préférences du consommateur, ceci afin d'améliorer l'acceptabilité du produit par la modification de ces attributs. Rappelons que la méthodologie devra être facile à mettre en œuvre et peu coûteuse.

Concernant le nombre de consommateur à interroger pour assurer la validité statistiques de l'analyse, la norme AFNOR XP V09-501 impose le nombre de 60 individus minimum pour une étude hédonique, le Ctifl conseille plutôt 90 individus pour obtenir une précision suffisante (Lespinasse et al., ctifl, 2002). L'échantillon sera au minimum composé de 60 individus par catégorie de population ciblée. Dans son rapport sur la sélection participative de variétés potagères anciennes en AB, Sarah Mathe a réussi à comptabiliser 244 réponses en seulement 6 dates (environ 41 participants par jour). Particulièrement, 110 répondants en seulement 2 foires biologiques. Il apparaît alors possible d'obtenir **90 réponses** en l'espace de deux ou trois jours. Si les conditions permettent d'obtenir 120 répondants, il

sera possible de décomposer l'échantillon en deux sous population (les consommateurs de bio et les non-consommateurs) et comparer leurs préférences.

## ii. Le questionnaire

Dans les tests hédoniques, il est courant d'évaluer l'appréciation globale du produit mais également d'évaluer une série d'attributs liés au produit. Dans ce type de test, ces questions concernent souvent les attributs sensoriels du produit tel que l'arôme, la flaveur et la texture et peuvent prendre trois formes différentes : Une évaluation sur une **échelle hédonique** allant de « j'aime beaucoup » à « j'aime pas du tout » (échelle de type Lickert), une évaluation de **l'intensité perçue** des attributs sur une échelle allant de « faible » à « fort » ou encore une évaluation sur une échelle « **Just About Right** » allant de « trop faible » à « trop fort ».

Ces questions sur les attributs spécifiques sont susceptibles d'altérer l'appréciation globale, comme le démontre Popper (2004). En effet, bien qu'elles identifient les raisons des préférences des consommateurs, elles semblent toutefois source de biais: l'ordre des questions influence significativement l'acceptabilité et les préférences du consommateur (Gross, 1964). Pour cette raison, l'appréciation globale est généralement demandée en début de questionnaire avant les questions sur les attributs. Il reste toujours un biais sur l'ordre des questions qui peuvent influencer l'évaluation des produits suivants. Dans son étude visant à évaluer l'effet des questions sur les attributs sur le taux d'appréciation globale, Popper (2004) montre que celle-ci est significativement influencée par l'introduction de questions de type « Just About Right » et « notation hédonique » et montre une moindre influence des questions de types « évaluation de l'intensité ». Cependant, le fait de demander au sujet à la fois une évaluation hédonique et intensive est déconseillé dans tous les guides de bonnes pratiques, les notes d'intensité étant généralement réservées aux experts lors de la réalisation des profils sensoriels.

Au vu de ces considérations, un test comprenant **une étape évaluation de l'appréciation globale**, puis une **évaluation de l'intensité hédonique de certains attributs** semble approprié. Le consommateur devra, dans un premier temps, noter son appréciation globale du produit sur une **échelle hédoniques graduée de 1 (je déteste) à 9 (j'adore)**. Dans un second temps, le sujet note son appréciation sur des attributs tels que la flaveur globale, la texture ferme ou farineuse sur une échelle graduée allant de 1 (je déteste) à 9 (j'adore) (cf. questionnaire en annexe3). Ces termes seront choisis en fonction du produit concerné et en tenant compte des analyses descriptives sensorielles déjà faites dans la littérature. Les échantillons sont présentés un à un dans un ordre précis de dégustation (plan équilibré) pour limiter l'effet de rang (biais attribué au rang de présentation). Ce plan de dégustation est généré grâce à la fonction `optimaldesign` du package `SensomineR`.

### iii. Validation sur le terrain

Des tests ont été réalisés courant juillet en magasin pour permettre de valider le questionnaire.

- **Localisation des essais**

Plusieurs tests sont réalisés pour obtenir un nombre de consommateur suffisant et avoir ainsi des résultats statistiquement exploitables. Afin de cibler des consommateurs de produits biologiques et des non consommateurs, les tests se sont déroulés dans deux types de magasins (une jardinerie et un magasin de loisir nature). L'avantage de Botanic est qu'il possède en son sein en plus d'une jardinerie, un marché biologique.

*Tableaux n°5 : date et localisation des essais*

Date	Localisation
18/07/2010	Botanic, Clapier
19/07/2010	Nature et Découverte, Montpellier
23/07/2010	Botanic, Clapier
24/07/2010	Botanic, Clapier

- **Le matériel testé**

Les échantillons testés ont été choisis en fonction de leur disponibilité et ont été fournis par la station expérimentale du Groupement de Recherche en Agriculture Biologique d'Avignon (GRAB). Le lot est composé de deux variétés de tomates (la Cœur de bœuf coralina(hybride F1) et la Noire de Crimée) ayant subi chacune deux régimes d'irrigation différents (irrigation normale et restreinte) et d'une variété témoin (la Montfavet se rapprochant des variétés moderne). Toutes ces variétés sont issues des essais du GRAB également impliqué dans le projet SOLIBAM et qui a assuré l'homogénéité des lots. Chaque consommateur déguste ainsi un lot de 5 échantillons et ce sur les 4 dates de tests.

### iv. Analyse des résultats

Le test vise à mettre en évidence une différence significative d'appréciation entre les variétés sur un attribut donné. Si les données suivent une loi normale, une analyse de variance à un facteur associé à une comparaison multiple des moyennes (ANOVA) fournira un classement final selon les préférences. Les variétés sont significativement perçues comme différentes si le test est significatif ( $pvalue < 0.05$ ). Finalement la comparaison des moyennes donnera lieu à un classement des variétés les plus appréciées au moins appréciées. Si le jeu de donnée ne suit pas une loi normale, un test de Friedman sur les rangs permettra de conclure (ou non) quant à la différence entre les variétés. Dans un second temps, une Analyse en Composante Principale (ACP) facilitera la compréhension des caractéristiques sensorielles appréciées par le consommateur. Enfin, une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) mettra en évidence les groupes de consommateurs ayant des profils similaires (cf. fiche technique n°1).

### c. Etape 3 : Test discriminatif puis descriptif

#### i. Principe

Cette étape vise à valider l'étape de « sélection gustative » en déterminant s'il existe réellement une différence perceptible entre les produits présentés. La mise en évidence de différences sensorielles entre deux produits passe par les méthodes discriminatives. Ces méthodes cherchent à déterminer si les produits étudiés sont perçus comme semblables ou différents par les sujets interrogés (guide de bonnes pratiques, ACTIA, 1999). Mais ces épreuves sont souvent préalables à des épreuves plus longues et plus coûteuses à mettre en œuvre, comme c'est le cas des études descriptives quantitatives. En effet, les tests discriminatifs permettent de s'assurer que les produits sont perçus comme différents. Les méthodes de description quantifiée viennent ensuite pour décrire la nature et l'intensité de la différence sensorielle perçue entre les produits. Le but de ces méthodes est de fournir une véritable carte d'identité sensorielle des produits en déterminant la nature et le degré de leurs différences.

Ainsi, une **étape préalable à la mesure de l'impact** des pratiques culturelles et du type de sélection sur les qualités organoleptiques des produits consiste en **un test discriminatif**. L'utilisation **d'un test triangulaire** est très fréquente lors de l'analyse des conséquences de différents traitements sur les F&L. Dans ce test, les participants doivent goûter trois échantillons dont deux sont identiques et un est différent (Urdapilleta et al., 2001). Les participants en sont informés et il leur est demandé d'identifier celui qui est différent. Bien que les motifs d'utilisations soient compréhensibles (simple à mettre en œuvre, requiert peu de participants semi-naïfs (18 au minimum, NF V 09-013), fournit une réponse rapide à la question « les produits provenant de deux traitements distincts diffèrent-ils au niveau du goût ? »), son utilisation reste inappropriée pour les F&L. En effet, ce type de test perd de sa fiabilité lorsque qu'il s'agit de produits non homogènes (Harker et al., 2005). Or les F&L sont hétérogènes par nature. Il est cependant possible d'utiliser un tel test à condition de prendre grand soin de l'homogénéité des lots testés (entretien avec Valentine Cottet, analyste sensorielle Ctifl).

Une épreuve envisageable est le test dit du « **2 parmi 5** ». Il consiste à regrouper les échantillons perçus comme identiques sur les cinq qui sont proposés en donnant les consignes : 2 proviennent de l'un des deux lots et 3 de l'autre, reconstituez les deux groupes d'échantillons. Cette méthode nécessite moins de sujet que pour le test triangulaire (10 minimum selon la norme FD V 09-001) et est statistiquement plus robuste (1 chance sur 10 de répondre au hasard contre 1 sur 3 pour le test triangulaire).

Le **profil sensoriel** est une méthode longue et coûteuse mais reste la plus complète si l'on veut qualifier une différence. Il vise à décrire et quantifier les perceptions sensorielles, grandeurs complexes qu'on cherche à décomposer en dimension (descripteurs). Il compare les produits par l'analyse de leurs différences perçues et exprimées. En accord avec la norme AFNOR NF ISO 11035-11036, il comprend une étape de génération libre et individuelle des descripteurs, une phase de tri statistique des termes, un choix par consensus des descripteurs qui seront utilisés lors du test et enfin une phase de test. Les sujets (au minimum 6) doivent être entraînés selon un protocole adapté aux produits étudiés.

## ii. Les questionnaires

Figure n° 5 et 6 : questionnaire pour l'épreuve « 2 parmi 5 » et du profil sensoriel

Parmi ces échantillons, deux proviennent d'un lot et trois proviennent d'un autre lot, lesquels percevez vous comme identiques? Pour cela, encerclez les échantillons identiques.

Code\_ech\_1

Code\_ech\_2

Code\_ech\_3

Code\_ech\_4

Code\_ech\_5

**Sensory Profile**

Please score all products:

**Appearance**

**Color** 369

Clear | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Dark

---

**Limpidity** Transparent

Evaluate the limpidity of the sample by holding it in front of a light source

4 5 6 7 8 9 | Opaque

---

**Bubbles**

Few | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Many

[Next page](#)

## iii. Analyse des résultats

Tableau n°6 : valeur critique Kc , tests discriminatif

Taille du jury	Test triangulaire	Test « 2 parmi 5 »
5	4	3
6	5	3
7	5	3
8	6	3
9	6	4
10	7	4
11	7	4
12	8	4
13	8	4
14	9	4
15	9	5
16	9	5
17	10	5
18	10	5

L'analyse d'un test triangulaire ou d'un test « 2 parmi 5 » repose sur **la loi binomiale**. L'événement observé peut prendre deux formes « réponse correcte » (l'individu à regrouper correctement les échantillons), « réponse fausse » (l'individu n'a pas regroupé correctement les échantillons).

Pour le test du « 2 parmi 5 », comme pour le test triangulaire, il suffit de calculer à l'aide de la table ci-contre (tableau n°6), **une valeur critique, Kc, qu'il faut atteindre afin que la probabilité soit inférieure ou égale à 0.05 et ceci en fonction de la taille du jury.**

19	11	5
20	11	5
21	12	6
22	12	6
23	12	6

Le tableau 6 présente le nombre de réponse exacte à obtenir (Kc) pour le test triangulaire (colonne de gauche) et le test « 2 parmi 5 » (colonne de droite) pour un risque  $\alpha$  de 0,05.

Par exemple, sur un jury de 16 individus, il suffit d'avoir 5 réponses justes ou plus pour conclure à l'existence d'une différence pour un test « 2 parmi 5 » contre 9 pour un test triangulaire.

### III. Résultats

Il est proposé d'utiliser l'interface RExcel et les packages FactomineR et SensomineR pour l'analyse des résultats. Ce logiciel permet à un utilisateur non statisticien d'effectuer des analyses simples et de conclure grâce à l'interface graphique.

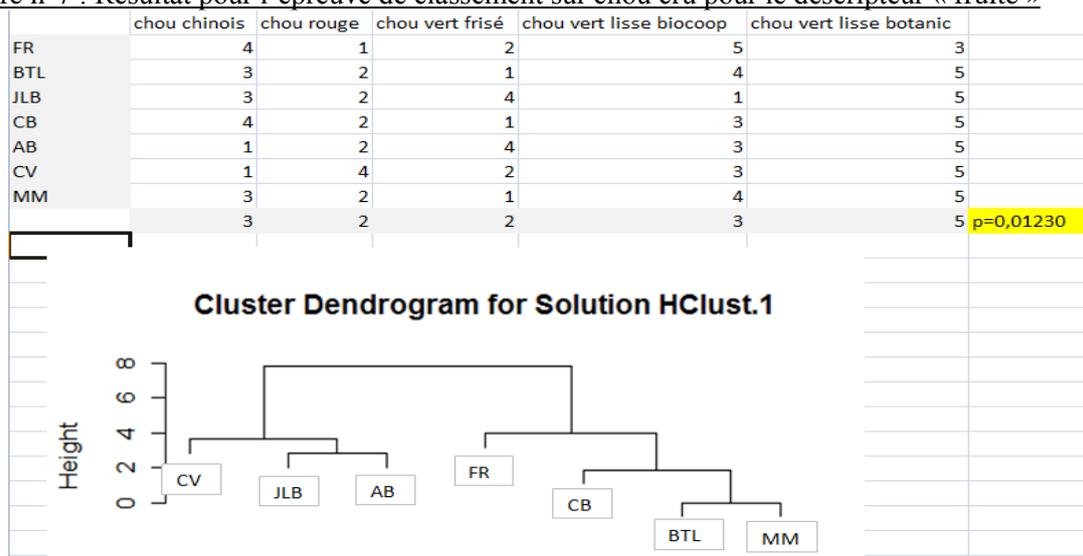
Seules les étapes 1 et 2 ont pu être mises en pratique lors de ce stage. Les résultats ci-dessous permettent d'évaluer leur pertinence et de proposer des améliorations pour répondre spécifiquement aux objectifs (choix des descripteurs, du type de test). L'étape 3 nécessite d'avoir les variétés issues du programme. Cette étape est de plus normalisée, l'entraînement associé au profil sensoriel intègre les spécificités du produit testé.

#### 1. Etape 1 : épreuve de classement

La journée de dégustation du 29 juin visait à évaluer l'aptitude d'un jury semi-naïf à effectuer une épreuve de classement et à améliorer le protocole par rapport aux difficultés rencontrées. Cette séance a également contribué à la génération de nouveaux descripteurs sensoriels pour le chou cru et le haricot grain.

Le test de Friedman conduit au rejet ou à l'acceptation de l'hypothèse nulle en se basant sur la valeur de  $\alpha$  ( $<0.05$ ). Les résultats montrent une significativité sur certains descripteurs. Il reste cependant un important problème de consensus, comme attendu, l'objectif n'étant pas d'évaluer les produits mais la méthode. Cependant, des différences significatives ont pu être mises en évidence pour les descripteurs « croquant » et « fruité » pour le chou cru et le descripteur « croquant » pour le chou cuit. Ceci appuie la pertinence des descripteurs et conforte dans le choix du protocole.

Figure n°7 : Résultat pour l'épreuve de classement sur chou cru pour le descripteur « fruité »



La figure ci-dessus indique que le jury est d'accord sur l'ordre des variétés pour le critère fruité sur chou cru ( $p\text{-value} = 0.01230 < \alpha = 0.05$ ) : le chou vert frisé et le chou rouge sont ex aequo en premier rang, puis vient le chou chinois ex aequo avec le chou vert lisse de Biocoop et enfin le chou vert lisse de Botanic. La classification Ascendante hiérarchique met en évidence deux groupes assez homogènes au sein du jury. Le premier groupe s'accorde sur la place des échantillons chou rouge, chou vert frisé et chou vert lisse botanic respectivement en 2°, 3° et 5° rang, tandis que le deuxième groupe montre une moins grande consensualité. Le chou vert lisse botanic est quasi-unaniment placé en dernière position (le moins fruité).

## 2. Etape 2 : épreuve hédonique

L'échantillon de population interrogé est relativement homogène pour ce qui concerne le sexe (56 % de femme, 44% d'homme) ; on ne peut en dire autant pour la répartition des classes d'âges, 45 % des interrogés ont moins de 20 ans, 15 % ont entre 20 et 30 ans, 18 % entre 40 et 50 ans et 22 % ont plus de 50 ans. En revanche, le jeu de donnée pour les trois attributs répond aux conditions de normalité. Les attributs « appréciation globale » et « texture » n'ont pas permis de mettre en évidence de différences significatives entre les variétés (l'ANOVA montre une  $p\text{-value} > 0.05$ ).

### Appréciation globale

Test de normalité p-value = 9.254e-12

	Df	Sum	Sq Mean	Sq F	value Pr(>F)
var	4	10.30	2.5753	0.9928	0.4114
Residuals	360	933.89	2.5941		

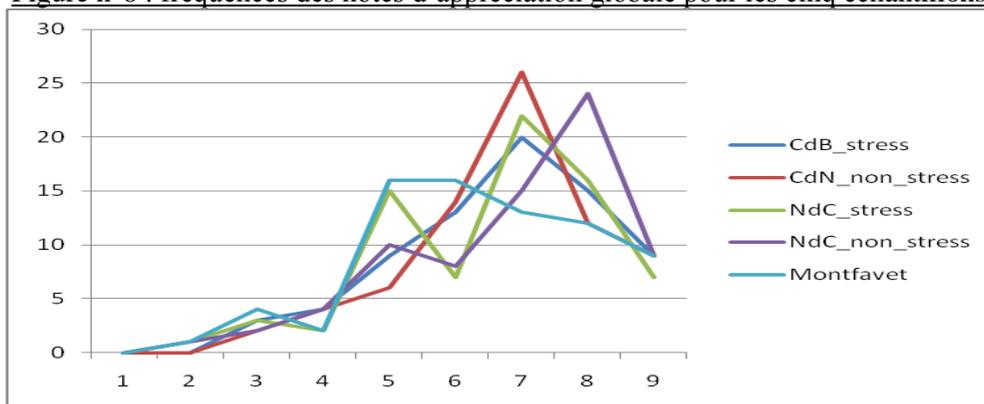
### Texture

Test de normalité: p-value = 4.645e-10

	Df	Sum	Sq Mean	Sq F	value Pr(>F)
var	4	19.29	4.8222	2.191	0.06956
Residuals	355	781.33	2.2009		

Comme le montre la figure n°8, l'ensemble des échantillons semble unanimement accepté, la majorité des notes se situant entre 6 et 8.

Figure n°8 : fréquences des notes d'appréciation globale pour les cinq échantillons.

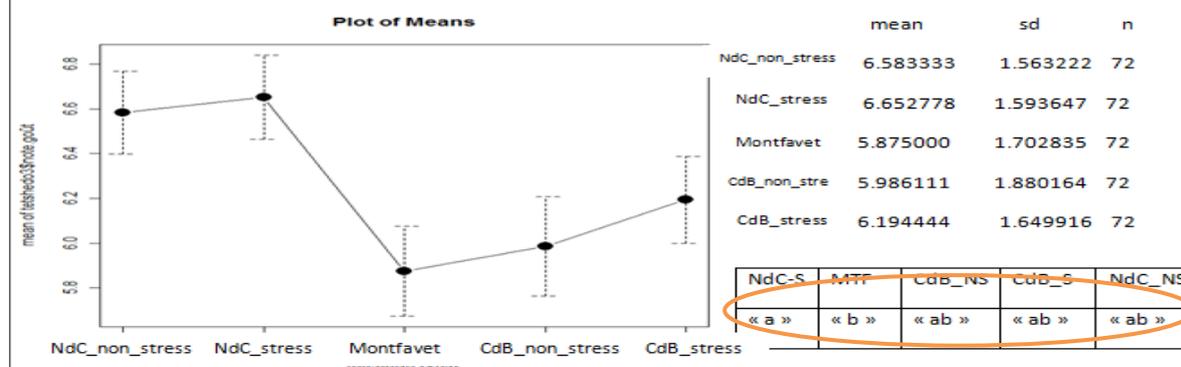


En revanche, l'analyse des résultats pour l'attribut « goût » met en évidence deux groupes significativement différents, la Noire de Crimée en irrigation limitée a été significativement préférée, à l'opposé la variété Montfavet est la moins appréciée. Les trois autres se situent entre les deux et ne montrent aucune différence significative (cf. figure n°9).

Figure n°9 : résultats de l'ANOVA, et graphique des moyennes pour l'attribut goût.

Shapiro-Wilk normality test: W = 0.9495, p-value = 9.307e-10

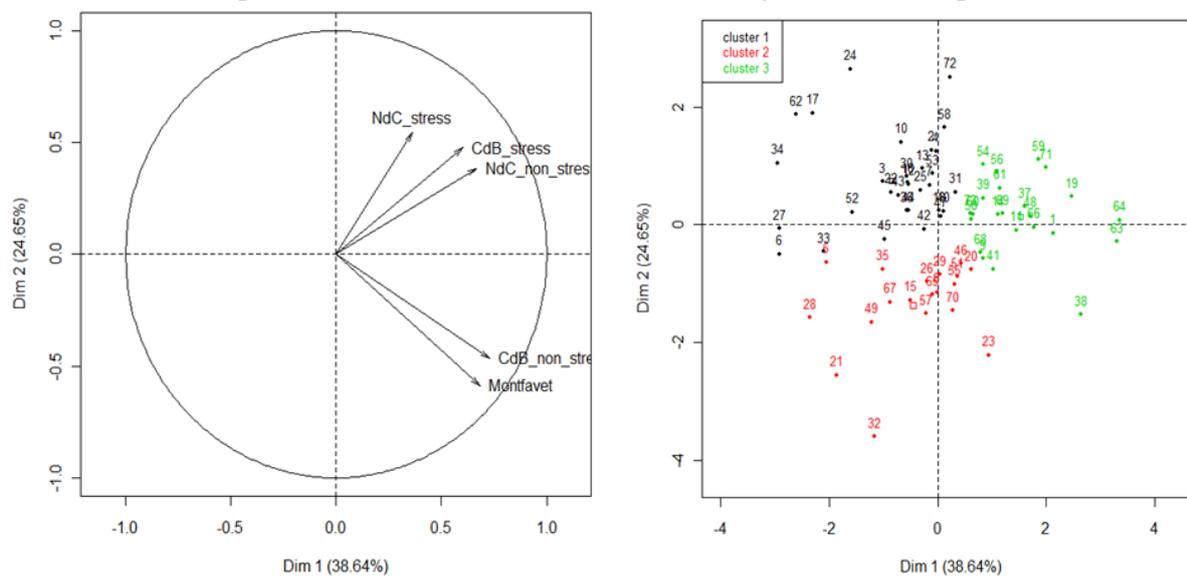
	Df	Sum	Sq Mean	Sq F	value Pr(>F)
var	4	35.02	8.7542	3.0955	0.01589*
Residuals	355	1003.96	2.8281		



Seul le descripteur « goût » est discriminant. Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) corrélée à une Analyse en Composante Principale pour ce descripteur met en évidence trois groupes de consommateur. Le cercle de corrélation à gauche permet d'interpréter la position des individus sur le graphique de droite. La proximité des individus indique des profils de préférences similaires. L'ACP explique ici 63.29% de la variabilité. La CAH, visible sur le graphique de droite permet de visionner les groupes ayant des profils de préférences similaires. L'axe 2 (vertical) représente un gradient d'appréciation pour les tomates Montfavet et Cœur de bœuf stressées dont les caractéristiques sont proches des tomates modernes (ronde, ferme et acide). Le groupe 1 (en noir) ne les apprécie pas tandis que

le groupe 2 les apprécie. Le groupe 3 présente une certaine homogénéité d'appréciation, avec une préférence toutefois pour les tomates de types anciennes (Noire de Crimée).

Figure n°10 : résultats de l'ACP et de la CAH pour l'attribut « goût »



## IV. Discussion et conclusion

### 1. Etape 1 : épreuve de classement

#### a. Conditions expérimentales

Le premier point pouvant expliquer le manque de consensus est le nombre trop important d'échantillons (jusqu'à 7 pour certains produits). L'épreuve de classement fait appel à la mémoire, il apparaît nécessaire de réduire le nombre. Ensuite, la fiabilité de l'expérimentation peut être discutée, le nombre d'individu présent lors de la séance étant clairement insuffisant (7 contre 12 individus préconisés par la norme). Ceci est dû à la faible disponibilité des partenaires du projet ainsi qu'à leur dispersion géographique (la plupart des partenaires se trouvent en Bretagne et dans le grand sud est). L'objectif étant de valider le protocole et non d'analyser les produits, seulement très peu de différences statistiquement significatives ont été mise en évidence. Il apparaît alors essentiel de s'assurer du bon nombre d'individus lors de l'analyse des produits issus du programme européens et d'appliquer les améliorations proposées lors des prochaines étapes de validation.

#### b. Améliorations proposées

Concernant les améliorations à apporter au protocole, cette séance a permis d'anticiper les éventuelles problèmes de mises en œuvres, les mesures à prendre sont présentées ci-dessous.

Tableau n°7 : liste des améliorations à apporter

MESURES A PRENDRE
Ne tester qu'un seul produit par séance.
Ne pas dépasser le nombre de 5 à 6 échantillons au risque de saturer les dégustateurs.
Nécessité de faire des pré-tests de cuissons pour les différentes variétés de haricots, choux, brocolis.
Déguster les haricots chaud ou tiède pour dégager tout l'arôme, ce qui nécessite d'avoir autant d'autocuiseurs que d'échantillons. Ou les cuire simultanément dans des sacs individuels ?
Saler les échantillons même pour l'épreuve de classement pour se rapprocher des conditions réelles de consommation et rendre les dégustations plus agréables.
Effectuer les séances de dégustation pendant les horaires de consommation habituels du produit (11h30 à 13h00 et 16h30 à 18h00).
Choisir des descripteurs pertinents (ils doivent permettre de différencier les échantillons sans trop de difficultés) et bien les décrire pour éviter toutes ambiguïtés.
Faire deux tableaux distincts pour les descripteurs chou cru/ chou cuit.

Ces améliorations sont à prendre en compte pour la prochaine journée de dégustation qui aura lieu en Bretagne en automne et qui portera principalement sur les choux et brocolis. L'objectif étant de valider le protocole avant que les variétés issues du programme ne soient disponibles (janvier 2011).

## 2. Etape 2 : épreuve hédonique

### a. Conditions expérimentales

La période choisie (14 juillet et le 15 août) est une période particulièrement creuse, ce qui n'a pas facilité le recueil des réponses. Cependant, le planning n'a pas permis de faire autrement, cette période correspond à la pleine saison des tomates et donc à la disponibilité des échantillons.

### b. Améliorations proposées

Seules très peu de différences significatives ont été mise en évidence : les échantillons testés était peut être trop proches (variété irriguée normalement ou limitée). Les profils sensoriels décrivant les variétés Noire de Crimée et Cœur de Bœuf montrent en effet une certaine proximité et présente des caractéristiques « fondante et juteuse » similaire (cf. figure n°11, Bressoud, 2010).



L'objectif du projet de sélection participative est de répondre à un manque de sélection en AB et de proposer une gamme variétale adaptée aux conditions pédoclimatiques des producteurs et aux envies des consommateurs. Ces derniers accordent de plus en plus d'importance à la qualité gustative des aliments qu'ils achètent. Les mœurs sont en train d'évoluer et une véritable place existe pour ces variétés qu'il faut continuer à diffuser et valoriser. Leur développement doit être accompagné de campagnes de sensibilisation, d'information et d'éducation au goût.

Finalement, l'axe de travail sur l'adaptabilité des variétés à la filière biologique commence peu à peu à s'organiser en piste de recherche. Il nécessite un réel effort d'organisation et de synthèse de donnée. Le projet présenté ici se situe dans cet axe et emprunte une démarche de sélection participative dont le succès réside dans le long terme. Or cette démarche est assez récente dans les pays développés. Il en résulte un manque de références techniques qui rend difficile l'évaluation de tel programme.

### **Bibliographie :**

#### **Articles de recherche:**

- Allessandrin, A., Desmont, M.H. (2007) Rapport Final, Qualités des blés biologiques et qualités nutritionnelles et organoleptique des pains biologiques.
- Benbrook, C.M., (2005). Elevating antioxydant Levels in Food through Organic Farming and Food Processing p.81. The Organic Center, Foster, R.I.
- Brites, C., Trigo, M.J., Santos, C., Collar, C., Rosell, C.M. (2008) Maize-Based Gluten-Free Bread : Influence of Processing Parameters on Sensory and Instrumental Quality. *Food Bioprocess Technol.* DOI 10.1007/s11947-008-0108-4.
- Brueckner, B., Schonof, I., Schroedter, R., Kornelson, C. (2007) Improved flavour acceptability of cherry tomatoes\_target group\_children. *Food Quality and Preference* 18 : 152-160.
- Calvo, M.S. et del Rey J., A., (1999) Sensory analysis of beans. *Biotechnol. Agron.Soc.Environ.* 3 : 201-204.
- Causse, M., Friguet, C., Coiret, C., Lépiciet, M., Navez, B., Lee, M., Holthuysen, N., Sinesio, F., Moneta, E., Grandillo, S. (2009) Consumer Preference for fresh Tomato at the european scale ; a common segmentation on taste and firmness. *For peer review, Journal of Food Science.*
- Gross, E., J. (1964) The effect of question sequence on measures of buying interest. *Journal of advertising research* 5: 40-41.

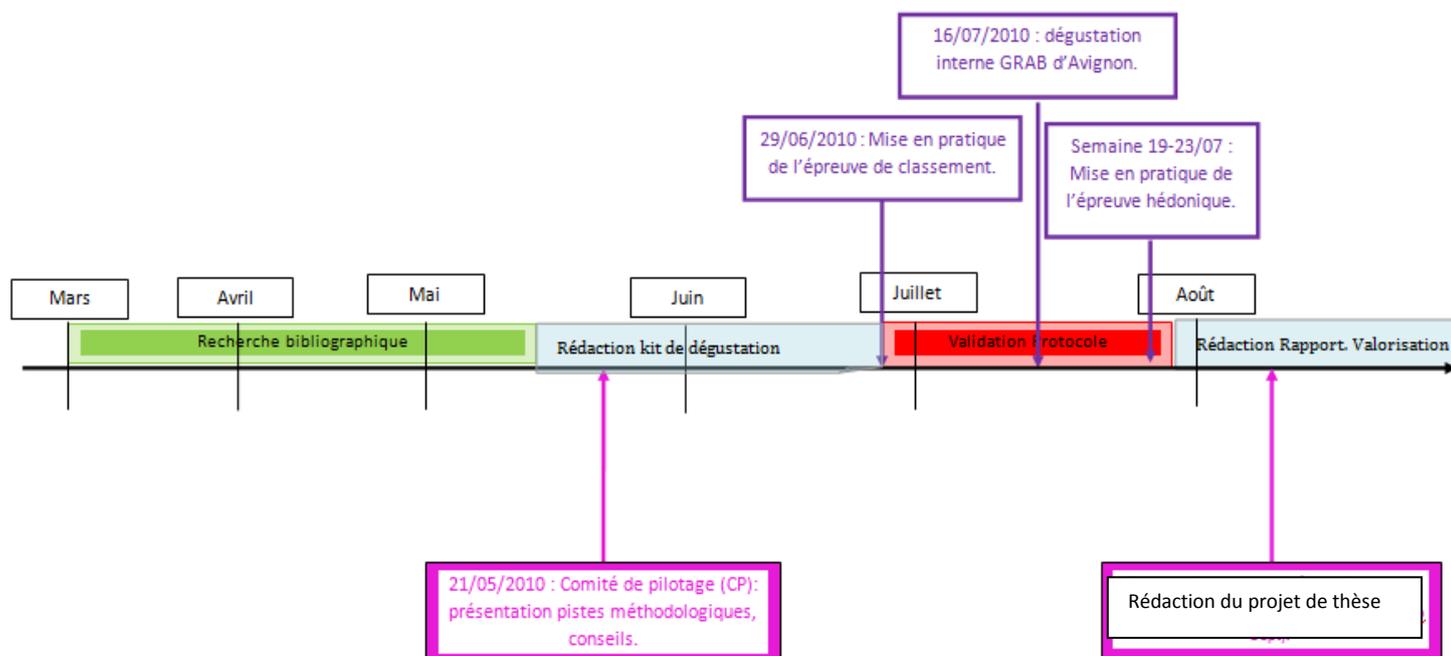
- Harker, F.P., Norquay, C. , Amos, R., Jackman, R., Gunson A., Williams, M. (2005) The use and misuse of discrimination tests for assesings the sensory properties of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 38: 195-201.
- Heaton, S. (2001) Organic farming, food quality and human health. A review of evidence. p88. *Soil Association Bristol*.
- Jacobsson, A., Nielsen, T., Sjöholm, I., Wendin, K. (2004) Influence of packaging and storage condition on the sensory quality of broccoli. *Food Quality and Preference* 12: 301-310.
- Padilla, G., Cartea, M.E., Soengas, P., Ordas, A. (2007) Characterization of fall and spring plantings of Galician cabbage germplasm for agronomic, nutritional and sensory traits. *Euphytica* 154: 63-74
- Popper, R., Rosenstock, W., Schraidt, M., Kroll, B.J. (2004) The effect of attribute question on overall liking ratings. *Food Quality and Preference* 15:853-858.
- Peck, G.M., Andrew, P.K., Reganold, J.P, Fellman, J.K. (2006). Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. *HortScience*, 41 (1), 99-107.
- Radovich, T.J.K.,Kleinhenz, M.D., Delwiche,J.F., Ligett, R.E. (2004) Triangle test indicate that irrigation timing affects fresh cabbage sensory quality (états unis). *Food Quality and Preference* 15:471-476.
- Lammerts Van Bueren, E.T., Struik , P., C., Jacobsen, E. (2002) Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 50: 1-26.
- Lammerts van Bueren, E.T., Jones, S.S., Tamm, L., Murphy, K.M., Myers, J.R, Leifert, C., Messmer, M.M. (2010). The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *J. Life Sci.*, doi: 10.1016/j.njas.2010.04.001
- Woese, K., Lange, D., Boess, C., Werner Bögel, K. (1997) A comparison of Organically and Conventionally Grown Foods-Results of a Review of the Relevant Literature. *J Sci Food Agric* 74: 281-293.
- Zeinstra, G. G., Koelen, M. A., Kok, F.J., de Graaf, C. 2010. The influence of preparation method on children's liking for vegetables. *Food Quality and Preference*, doi: 10.1016/j.foodqual.2009.12.006.

**Ouvrage:**

Evaluation sensorielle. Actia . Guide de bonnes pratiques. 1999.

- Hutin, C., (2002) La consommation de tomates. Baromètre sur la perception des segments de produits. *Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes CTIFL*, Paris. Etude de 94 p.
- Lespinasse, N., Scandella, D., Vaysse, P., Navez, B. (oct. 2002) Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais, *édition CTIFL*.
- Martens, M. (1986) Determining sensory quality of vegetables, a multivariate study. *Dr Agric. Thesis Agricultural University in Norway, Ås*.
- Urdapilleta, I., Ton nu, C., Saint Denis, C. et Huon de Kermadec, F. (2001) Traité d'évaluation sensorielle, aspects cognitifs et métrologiques des perceptions. *Dunod*.
- Autre :**
- Baty-Julien, C., BBV, A&D, 01/2004-N°78.
- Agence bio : [http://www.agencebio.org/upload/pagesEdito/fichiers/chiffres2008\\_4P\\_final.pdf](http://www.agencebio.org/upload/pagesEdito/fichiers/chiffres2008_4P_final.pdf)
- Baros, C., Info-Ctifl-n°194/Septembre 2003.
- Baros Catherine, Tomates, baromètre 2007, evolution de l'image, de l'achat et de la consommation. *Journée Ctifl-Inra*, 4 février 2010.
- Bressoud, F. Produire des tomates pour des circuits courts : choix variétal et réduction d'intrants. Journée Qualité et Consommation Tomate, Plan d'Orgon, 4 février 2010, Projet ANR Qualitomfil.
- Fondation Louis Bonduelle : <http://www.fondation-louisbonduelle.org/france/fr/connaitre-les-legumes/atouts-nutritionnels-des-legumes/haricots-blancs.html>
- Fleck, M., Approaches and achievements of biodynamic vegetable breeding bu Kultursaat e.V. (Germany) using the example of RODELIKA, *one of the first certified biodynamic varieties. Proceedings Of The 1<sup>st</sup> IFOAM International Conference On Organic Animal And Plant Breeding*.
- Husson F. and Lê S. (2009) SensoMineR: Sensory data analysis with R. R package version 1.10. <http://CRAN.R-project.org/package=SensoMineR>.
- Loisel, J.P., Couvreur, A., (2001) Les Français, la qualité de l'alimentation et l'information, *Rapport CREDOC*, 15p.
- International Federation of Organic Agriculture Movements <http://www.ifoam.org/>
- Mathe, S., (2008) Sélection Participative de variétés potagères anciennes en Agriculture Biologique. *Mémoire de fin d'étude, ISARA-Lyon*.
- Zanoli, R., François, M., Midmore, P., O'Doherty-Jensen, K., Ritson, C. Determining consumer expectations, attitudes and buying behavior towards "low input" and organic food. Proceeding of the 3<sup>rd</sup> International Congress of th European Integrated Project Quality Low Input Food (QLIF), March 20-23, 2007.

## ANNEXE 1: ORGANISATION DU STAGE



## ANNEXE 2: REVUE DE PROJET

Date et nature de l'évènement	Intervenants	Apports
<b>10-11-12/03/2010</b> <b>Séminaire</b>	Tous les partenaires européens.	Séminaire de lancement : premier groupes de travail, discussions, mise au point des plans d'action.
<b>31/03/2010</b> <b>Réunion de travail</b>	Frédéric Rey.	Précision des objectifs du stage. Mise au point du planning.
<b>06/04/2010</b> <b>Réunion téléphonique</b>	Frédéric Rey Bruno Taupier Letage, ITAB.	Concertation, confirmation des objectifs.
<b>27/04/2010</b> <b>Rendez vous</b>	Catherine Mazollier, GRAB.	Précision du protocole GRAB. Piste pour se greffer à leur essai.
<b>28/04/2010</b> <b>Réunion de travail</b>	Frédéric Rey.	Réunion de travail. Etat d'avancement, compte rendu, pistes de travail.
<b>30/04/2010</b> <b>Entretien téléphonique</b>	Mme Cottet, ctifl.	Soumission des propositions, conseil.
<b>18/05/2010</b> <b>Réunion de travail</b>	Frédéric Rey, Michaël Moisseeff, Asquali	Pertinence du protocole, Préparation test de validation.
<b>21/05/2010</b> <b>Réunion téléphonique</b>	Frédéric Rey, Bruno Taupier-Letage, Mathieu Conseil, ITAB Estelle Serpolay, INRA Véronique Chable Catherine Mazollier, Frédéric Dalmon.	Comité de pilotage, Propositions méthodologiques, validation, conseil.
<b>29/06/2010</b> <b>Rendez vous</b>	Frédéric Rey, Bruno Taupier Letage, Michaël Moisseeff,	Mise en pratique de l'épreuve de classement, Evaluation de la méthodologie.

	Jacqui Ledresseur, Jean Luc Brault (et deux de ses enfants).	
<b>13/07/2010</b> <b>Entretien téléphonique</b>	Brigitte Navez, Ctifl	Soumission des propositions, conseil.

### ANNEXE 3: questionnaire pour l'étude hédonique, exemple de la tomate

Dans le cadre d'un projet européen, nous testons actuellement des brocolis pour mieux satisfaire vos attentes. Nous vous proposons de déguster plusieurs échantillons de tomate et de nous donner votre avis sur leur qualité gustative. Attention l'ordre de dégustation a une importance. Veuillez déguster chaque tomate et cocher la case qui correspond à votre niveau de satisfaction pour chaque critère : 1(je déteste) à 9 (j'adore).

Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate
Apparence globale				
1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Goût	Goût	Goût	Goût	Goût
1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Texture	Texture	Texture	Texture	Texture
1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Veuillez nous préciser :

Homme

Femme

Moins de 30 ans

30 à 40 ans

40 à 50 ans

plus de 50 ans

Consommez vous du bio  Au moins 1 fois/semaine  Au moins 1 fois/mois  Jamais

Type de test (analytique, discriminatif ou hédonique)	Discriminatif
Type de donnée (préférence ou caractéristique sensorielle)	Caractéristiques sensorielles
Sujets	Semi-naïfs
Coût-difficulté €/* peu coûteux/facile €€/** assez coûteux/difficile/moyenne €€€/** très coûteux/difficile	€/*

#### ❖ Objectif du protocole

Ce protocole a été mis en place dans le cadre du volet qualité organoleptique du programme européen SOLIBAM. Il se veut applicable pour tous les partenaires impliqués dans le projet et tous les produits concernés par SOLIBAM.

L'expérimentation vise à permettre la prise en compte des caractéristiques gustatives en plus des caractéristiques agronomiques dans le processus de sélection.

Facile à mettre en œuvre et peu coûteux, le test proposé permet d'obtenir un classement des variétés selon des attributs sensoriels qui leur sont spécifiques (ex. : le fondant pour la tomate).

#### ❖ Démarche

Avant de mettre en place le test, il est nécessaire de faire une petite étude « produit » pour bien connaître la segmentation<sup>1</sup> du marché (études sur les préférences alimentaires...). Des centres techniques tels qu'il y a en France (CTIFL, Interfel) sont en mesure de fournir de telles informations, sinon une étude de marché pour connaître les préférences des consommateurs visés s'avère nécessaire.

#### ❖ L'épreuve de classement

L'épreuve de classement consiste à demander aux sujets de comparer simultanément plus de deux échantillons de produits en les classant selon l'intensité perçue d'une caractéristique sensorielle.

Cette méthode présente l'avantage d'être simple à mettre en place : le jury doit être

idéalement composé de 12 sujets semi naïfs (consommateurs initiés à l'analyse sensorielle) selon la norme ISO 8587. Il est cependant possible de mettre en évidence des différences avec moins de 12 sujets. Les sujets sont libres de goûter à nouveau les échantillons comme ils le souhaitent. Ils ne peuvent pas répondre en classant les produits ex aequo. La présentation des produits est simultanée. Ce mode de présentation des produits implique la nécessité d'avoir tous les produits à tester disponible au même moment.

*NB. Pour les espèces de légume présentant de grandes disparités de précocité (ex. brocoli) il faudra tester les légumes par groupes de variétés de même précocité.*

L'idéal est d'avoir entre 4 et 6 échantillons à comparer, au-delà, l'exercice devient plus difficile.

Concernant la préparation des échantillons, se reporter aux fiches produits n°1 à 5.

#### ❖ Type de résultats obtenus et méthodes d'analyse

A titre d'exemple de traitement de donnée le tableau 1 présente les résultats du classement par sept juges de quatre variétés de tomate sur l'attribut « fondant ».

Tableau 1 : exemple de résultat d'un classement sensoriel

variétés/sujets	A	B	C	D
1	1	2	3	4
2	2	1	3	4
3	2	1	4	3
4	1	4	2	3
5	1	3	4	2
6	1	2	4	3
7	1	4	3	2
barycentre	1.3	2.4	3.3	3.0

Le tableau 2 reprend le nombre d'occurrence des différents rangs par fournisseur calculé sur l'ensemble des juges.

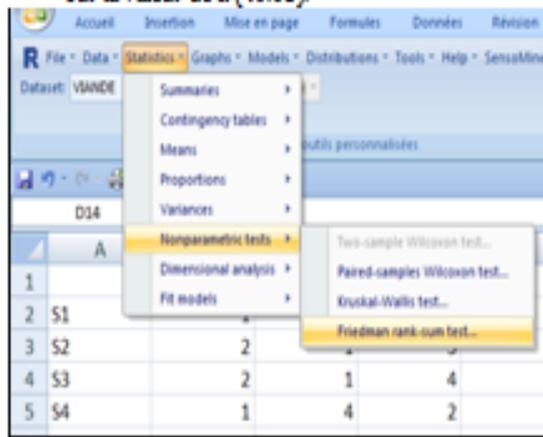
Tableau 2 : exemple de la distribution des fréquences

Fournisseurs /rangs	A	B	C	D
1	5	2	0	0

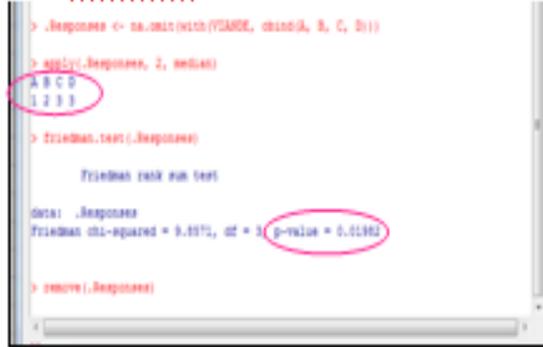
<sup>1</sup> C'est le découpage du marché en sous-ensembles homogènes de consommateurs, selon un ou plusieurs critères géographiques, socio-économiques, psychologiques, situationnels.

2	2	2	1	2
3	0	1	3	3
4	0	2	3	2

L'hypothèse nulle pose que la variété n'a aucun effet différenciateur (égalité des rangs moyens) et l'hypothèse alternative pose l'existence d'un effet différenciateur. Le test de Friedman (test non paramétrique sur k échantillons indépendants) conduit au rejet ou à l'acceptation de l'hypothèse nulle en se basant sur la valeur de  $\alpha$  ( $<0.05$ ).



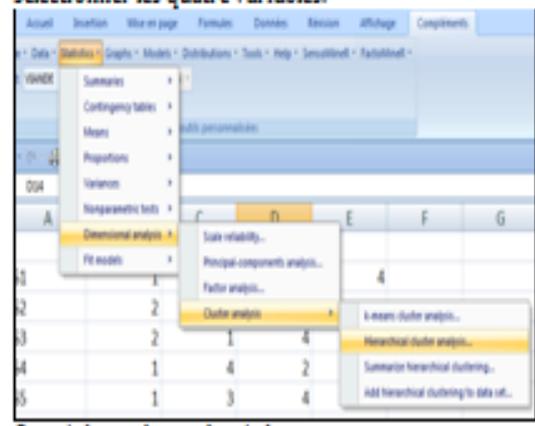
Les quatre variables (les variétés) sont sélectionnées dans la boîte de dialogue. On obtient alors sur la fenêtre d'affichage de Rcmdr :



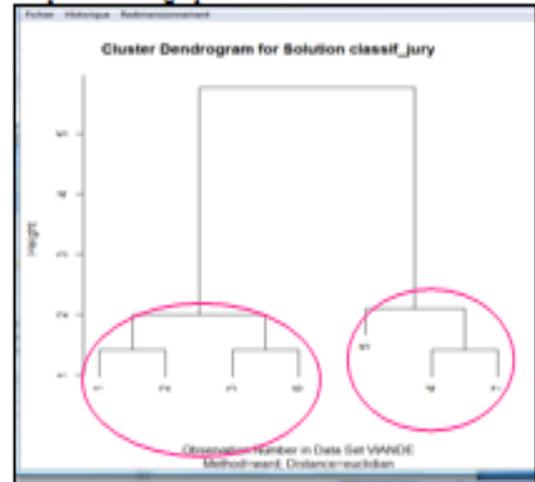
Le test de Friedman conduit ici au rejet de l'hypothèse nulle ( $p\text{-value}=0.019 < \alpha =0.05$ ) et indique l'existence d'un consensus entre les sujets. Dès lors, au niveau de signification considéré, les écarts entre les barycentres ne peuvent pas être imputés seulement au hasard. Ce test permet d'affirmer que la variété A est la plus fondante, puis vient la variété B. Cependant, le

test ne permet pas de conclure sur les variétés C et D, le nombre de sujets étant peut être insuffisant.

Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) permettra dans un second temps de partitionner les individus tels que, à l'intérieur de chaque segment, les classements peuvent être considérés comme l'expression d'un consensus. Pour cela, il faut choisir les paramètres (méthode de Ward) pour la méthode de classification et (Euclidien) pour la mesure de distance dans la boîte de dialogue et sélectionner les quatre variables.



Ce qui donne le graphe ci-dessous :



La CAH indique que le jury peut se décomposer en deux groupes. Les sujets 1, 2, 3 et 6 sont en bon consensus sur l'ordre des deux premiers et deux derniers échantillons. Les sujets 5, 4 et 7 sont en moins bon accord sur l'ordre des trois dernières variétés.

<sup>1</sup> Pour la définition des termes statistiques employés, se reporter au glossaire.

## FICHE PRODUIT N°4 : Haricot grain

❖ **Baromètre haricot grain :**

La France produit 110 000 tonnes de haricot grain principalement en Bretagne, Nord Pas de Calais, Centre et Picardie. La consommation de légumes secs a chuté de façon nette entre 1920 (7.3 kg/personnes/an) et 1985 (1.4 kg/personne/an). Elle s'est cependant stabilisée ces dernières années voire légèrement accrue du fait des préparations industrielles et du développement des formes en conserve (1996, 1.6 kg/personne/an).

❖ **Liste du matériel :****Par la préparation des produits**

- Un autocuiseur par variété,
- Une passoire (par variété),
- Une balance,
- Du sel,
- De l'eau (1/3 Volvic, 2/3 Vittel),
- Un feutre indélébile inodore pour identifier les échantillons.

**Par poste de travail**

- Des petits pots de dégustation (avec capsule),
- 35g de haricot par variété pour goûter à chaque évaluation sur attribut, pas plus de 8 variétés,

**Par individu**

- Une fourchette,
- Une serviette,
- Un verre d'eau, des crackers sans sel ou du pain pour rincer la bouche entre les dégustations,
- Le questionnaire associé à l'épreuve

❖ **Liste des descripteurs<sup>2</sup>**

<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Arôme/Goût :</b> Astringence, Châtaigne, Artichaut, Pois cassé, Vanillé, Noisette, Haricot vert, Lait concentré, Fleur d'oranger.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Texture :</b> Persistance de la peau, Épaisseur de la peau, Texture fondante, Granulosité, <del>Élasticité</del>, Viscosité.</li> <li>o <b>Apparence :</b> Surface de la peau/ tenue à la cuisson.</li> </ul>
--	---

❖ **Mode de préparation :**

Pour un panel de 12 sujets : 250 g de haricots grains secs sont mis à tremper dans 3 fois leur volume d'eau froide que l'on porte à ébullition. Ils sont ensuite vidés de cette première eau et triés pour assurer l'homogénéité du lot. Ils sont mis ensuite à cuire. Pour cela, les haricots sont plongés dans l'eau bouillante dans un autocuiseur pendant 50 min. à partir de la rotation de la soupape (les temps de cuissons varient en fonction de la variété : il semble nécessaire d'effectuer des pré-tests de cuisson pour chacun des échantillons testés). Enfin, les haricots sont passés à la passoire et salés (1 g pour 100g).

❖ **Mode de présentation :**

Des portions de 40 g sont disposées dans les gobelets identifiés par le code de l'échantillon. L'échantillon de 40 g est servi au testeur encore chaud (40°-70°C). Les modes de présentation associés à chaque épreuve sont détaillés dans la fiche produit n°1.

❖ **Les questionnaires :**

Les questionnaires associés à chaque épreuve sont détaillés dans la fiche produit n°1. Il suffit de choisir les attributs sensoriels adaptés à l'objectif dans la liste proposée et de les remplacer dans le questionnaire.

<sup>1</sup> il est important d'utiliser le même sel pour tous les essais afin d'homogénéiser les dégustations.

<sup>2</sup>Cf. fiche glossaire pour la définition des descripteurs