

Variétés hybrides F1 et qualité

Texte original : Dr Uwe Geier, Institut de recherche biodynamique au Forschungsring, paru dans *Lebendige Erde* 5/2008

Traduction : François Germani et Aurélie Truffat, relecture François Delmond

En bref

- L'utilisation de variétés hybrides n'est pas recommandée en agriculture biodynamique.
- Une série d'études comparatives menées aussi bien par des chercheurs en biodynamie que par d'autres chercheurs semble mettre en évidence une qualité nutritive moindre pour les variétés hybrides.
- L'auteur présente une vue d'ensemble de ces résultats.

Depuis des années, la sélection des plantes joue un rôle significatif en agriculture biodynamique.

Cela se traduit par l'engagement de sélectionneurs qui travaillent selon les fondements biodynamiques, par le développement et la commercialisation de variétés biodynamiques, ainsi que par des cahiers des charges Demeter stricts pour la sélection. La question des variétés hybrides F1 est un thème important dans le débat portant sur la recherche d'une sélection adaptée à l'agriculture biodynamique et biologique. Leurs rendements souvent plus élevés les rendent très attractifs à la fois pour les paysans et pour les jardiniers amateurs. D'ailleurs, aujourd'hui, la plupart des légumes biologiques est issu de semences d'hybrides (MAACK & GOY 2006).

L'utilisation des variétés hybrides F1 est cependant controversée (cf. ARNCKEN, DIERAUER 2005, HENATSCH 2002). Les points qui posent problème sont, entre autres : l'obligation de racheter des semences chaque année (car les variétés hybrides ne sont pas reproductibles ou pas de manière économiquement viable), la dépendance à un nombre restreint de semenciers, la perte de diversité génétique et les conséquences sur l'être même de la plante. D'autres questions se posent également sur la qualité des produits alimentaires issus de ces plantes hybrides. Des modifications dans la croissance et dans le métabolisme des plantes hybrides (voir MÜLLER 1996) laissent à penser que des différences peuvent également apparaître au niveau des produits récoltés. Pour ces raisons, des recherches qualitatives ont été menées depuis de nombreuses années, souvent selon les méthodes dites globales. Malheureusement, il s'agit souvent de travaux réalisés à la commande qui n'ont pas été publiés. Dans l'objectif d'obtenir de meilleures bases de réflexion dans le débat concernant les hybrides, nous tentons de donner ici un aperçu des apports des recherches qualitatives en prenant aussi en compte quelques travaux qui, jusqu'à présent, n'avaient pas été publiés.

1. Teneur en éléments

La majorité des expérimentations ont été réalisées sur des carottes. Plusieurs travaux montrent des différences claires entre des variétés population (ou variétés à pollinisation ouverte) et des variétés hybrides : FLECK et al. (2001) font état de teneurs en minéraux plus élevées et d'un rapport mono/disaccharides moins élevé chez les variétés population. Cela confirme partiellement les résultats de HAGEL et al. (2000) qui parlent de teneur globale en sucre plus élevée, d'un rapport mono/disaccharides moins élevé et d'une teneur en minéraux plus élevée chez les variétés population.

D'autres travaux ne montrent aucune différence claire entre les deux groupes de variétés au niveau de la composition chimique (ULRICH et al. 2004, ARNCKEN 2006). Cependant, certaines variétés diffèrent souvent nettement des autres. ARNCKEN note, pour des variétés de carottes population, une tendance à des teneurs en sucre plus élevées, à des teneurs en sucre total plus élevé, à un rapport mono/disaccharides plus bas et à une teneur en minéraux plus élevés. ULRICH et al. (2004) et ELMERS (2003) ont mené des études comparatives sur le chou. Comme pour les carottes, ils ne trouvèrent pas de différences sûres entre les deux groupes de variétés. ELMERS a également trouvé un effet variété concernant la teneur en nitrate, mais pas de différence entre variétés hybrides et variétés population.

2 - Analyse sensorielle * (NDT: test de dégustation comparative) et tests sur le comportement alimentaire des animaux de laboratoire

Il n'existe que peu de publications sur ce thème. La comparaison réalisée dans le cadre du projet d'ULRICH et al. (2004) est intéressante: elle consistait à évaluer les différences existant entre deux groupes de variétés (39 variétés de carottes et 30 de choux) par analyse sensorielle. La méthode du Bundesanstalt für Züchtungsforschung (= Office fédéral pour la recherche sur la sélection, aujourd'hui Institut Julius-Kühn) du Dr Ulrich privilégie les variétés hybrides de carottes Espredo et Boléro en raison de leur goût très sucré.

La "offene Human-sensorik" (= "analyse sensorielle humaine ouverte") du partenaire de projet Dietrich Bauer a démontré que le manque d'arômes ou au contraire les arômes trop forts/présents des variétés hybrides conduisent à une évaluation sensorielle négative. Bauer relève en même temps un écœurement croissant chez le dégustateur lors des expériences sensorielles sur les carottes hybrides (voir ULRICH et al. 2004 Anhang).

Lors des expérimentations de ULRICH et al. sur les choux, la variété population Holsteiner Platter a été la plus appréciée. Il est à noter que les tests gustatifs et les comparaisons entre variétés font justement partie intégrante du travail de sélection des sélectionneurs biodynamiques, bien que les résultats de ces tests ne soient en général pas publiés.

Dans le cadre d'un projet du Forschungsring sur la relation entre variété et tolérance des carottes par les enfants (J. MOMSEN), une expérimentation sur le comportement alimentaire des animaux de laboratoire a été demandée (VELMIROV 2008). Velimirov compare la variété population Rodelika (NDT: issue de sélection biodynamique) avec la variété hybride Starka dans un test de comportement alimentaire avec des rats. La variété Rodelika est largement préférée, et ce du premier au dernier jour d'essai (durée de l'essai: une semaine).



*Sélection biodynamique de carotte Rodelika
(Source : Kultursaatz)*

* : voir Lebendige Erde 2/2009 de mars 2009 (traduction en cours qui sera publiée dans le prochain bulletin)

3- Bioluminescence**

A la demande du Dr. K. J. Müller, le Dr. J. Strube a mené des expérimentations sur sept variétés de seigle hybride et de population (STRUUBE 1996). Les groupes de variétés se distinguent clairement grâce à la méthode de bioluminescence. En s'appuyant sur d'autres expérimentations, Strube interprète les résultats de la façon suivante: les variétés population sont orientées vers une maturation constante et peuvent mieux réaliser le stade grain sec (état éloigné du végétatif), tandis que les variétés hybrides restent plus proches du stade végétatif. En d'autres termes, les processus métaboliques restent prédominant pour les variétés hybrides.

** : la bioluminescence est la production et l'émission de lumière par un organisme vivant résultant d'une réaction chimique au cours de laquelle l'énergie chimique est convertie en énergie lumineuse (Source : www.wikipédia.org).

4 - Méthodes morphogénétiques (= génératrices de formes)

Le Dr. Ursula Graf a réalisé des tests pour des sélectionneurs biodynamiques (K.-J. Müller, A. Zschunke et D. Bauer) sur plusieurs cultures, entre autres le seigle et les carottes. Elle rapporte que, lors de ces tests menés en aveugle, les carottes hybrides sont, sans exception, moins bien notées que les variétés population (BALZER-GRAF 2001). Les expérimentations de Rohmund (1999, cit. dans Balzer- Graf 2001) et Gränz dö rffer (1999, cit. dans Balzer-Graf 2001) (Université de Kassel) confirment cela.

MÜLLER (2008) rapporte des résultats d'expérimentations confiées à Ursula Graf sur le seigle à la fin des années 90. Celle-ci présente les variétés hybrides comme significativement plus végétatives (c'est-à-dire que la maturité est moins bien aboutie) que les variétés population. Elle explique aussi que des variétés conventionnelles de seigle récentes deviennent de plus en plus végétatives et se rapprochent en cela des variétés hybrides.

Dorothea Dorn conduit depuis plusieurs années pour l'Association Kultursaatz des recherches sur de nombreuses cultures de légumes avec, là encore, des comparaisons avec des variétés hybrides (DORN 2006). D'après son expérience, les variétés hybrides se distinguent des variétés population à deux niveaux : un groupe de variétés hybrides se caractérise par une vitalité plus faible liée à une sensibilité au stress ou à une prédisposition au vieillissement. L'autre groupe se montre très vigoureux (vitalité forte) comme empreint de rigidité ou d'immobilisme.

En complément du projet de ULRICH et al. (2004) présenté auparavant (§ 2), D. Bauer confia des expérimentations avec les méthodes morphogénétiques à D. Dorn et U. Geier. GEIER (2004) voit la variété de carotte hybride Boléro (NDT: obtention Vilmorin, 1991) (qui présente un goût très sucré, voir à ce sujet le paragraphe "Analyse sensorielle") comme vigoureuse mais disharmonieuse en comparaison de variétés population, et sensible au vieillissement (cf illustration). Il est ressorti au cours de ce même travail un caractère inégal des variétés de choux hybrides testées (Ramco, Krautkaiser).

Dans deux essais comparatifs menés sur des variétés de carottes (variétés population: Nantaise et variétés biodynamiques Narôme et Rodelika / variétés hybrides : Starka et Senator), les variétés hybrides furent clairement moins bien notées. Elles présentent une vitalité et un niveau de maturité très faible (GEIER 2002/2005). La qualité des purées de carottes en pots pour bébés a été étudiée dans deux projets de recherche du Forschungsring (GEIER 2006 für Momsen, u. GEIER 2008).

Là aussi des variétés populations et des variétés hybrides ont été comparées: dans le premier projet la variété déterminée Leira avec la variété hybride Starka, dans le deuxième projet, la variété déterminée Rothild avec la variété hybride Boléro.

Dans chacun des projets, les différentes carottes ont été testées sous forme brute (carottes fraîches) et sous forme très transformée (purée stérilisée par autoclave).

Dans les deux cas, les variétés population se sont montrées nettement supérieures aux hybrides.

Ceci montre que l'effet variété est conservé même après une importante transformation.

5 - Recherches sur les forces formatrices

Lors des recherches sur la qualité des purées de carottes pour enfants mentionnées précédemment (GEIER, 2008), les forces formatrices ont également été étudiées, parallèlement aux méthodes analytiques et morphogénétiques. Cette étude des forces formatrices a été réalisée sur des lots frais et sur les lots transformés par un groupe (panel) entraîné par D. Schmidt à percevoir les forces formatrices des plantes.

La variété de carotte population Rothild, non sélectionnée en biodynamie, a été évaluée comme de meilleure qualité que la variété hybride Bolero, et ce sous forme fraîche comme sous forme transformée.

A la demande de Dietrich Bauer, Dorian Schmidt a conduit durant plus de deux ans des recherches sur des douzaines de variétés de carottes et de choux.

En 2008, D. Schmidt présente le résultat de ces recherches ainsi que celui d'autres travaux avec des variétés hybrides (également sur d'autres types de cultures) dans une publication du Forschungsring.

Il y explique que les hybrides F1 sont caractérisés par la présence de certaines forces au comportement disharmonieux, empreint de tension et de chaos au sein de leurs forces formatrices.

Dans les expérimentations où les lignées parentales des variétés hybrides étaient à disposition, il apparaît que les différents caractères des groupes de forces formatrices des lignées consanguines ne se lient pas de façon harmonieuse dans les hybrides. Au contraire, ces forces restent dans un rapport grossier, inapproprié entre elles.

Cette disharmonie caractéristique des hybrides F1, faite de tensions et de chaos, se retrouve donc dans l'alimentation humaine et surcharge l'être humain, parce que c'est lui qui doit alors réaliser cette harmonisation (SCHMIDT 2008).

6 – Rendements

En complément à ces aspects qualitatifs, voici quelques résultats d'expérimentations concernant les rendements, essentiellement acquis au cours des expérimentations précédemment décrites.

En reprenant les résultats de différents travaux menés sur le seigle, ARNCKEN (2005) met en évidence des rendements supérieurs de 10 à 20 % pour les variétés hybrides. MÜLLER (1996) a mené des expériences comparatives sur des sols légers. En moyenne, les rendements des variétés hybrides étaient 33% supérieurs aux variétés population. Dans les recherches menées par ELSERS (2003) présentées précédemment, sur trois hybrides de choux et quatre variétés de population aucune différence de rendement entre les deux groupes n'est apparue au cours des deux années de recherche. Dans ses études comparatives menées sur trois variétés hybrides et trois variétés de population de carottes, ARNCKEN (2006), a simplement remarqué une légère tendance à des rendements supérieurs pour les variétés hybrides. FLECK et al. (2002) trouvèrent par contre, en comparant six variétés hybrides et six variétés de population, la même année et en deux endroits différents, un rendement supérieur de 25 à 29 % en



moyenne pour les hybrides. HENATSCH (2002) cite des recherches sur le poivron et le chou qui montrent des rendements comparables entre variétés biodynamiques, ou simples variétés de population, et variétés hybrides. FLECK (2006) a regroupé les résultats de différentes études mettant en évidence des rendements supérieurs pour les variétés hybrides: les écarts de rendement sont variables selon les cultures (seigle: 24 à 33 %, chou-rave: 9 %, carotte: 23 à 94 %, chou blanc 11 %, épinard 35 %). Sur cette question des rendements comparés entre variétés population et variétés hybrides, l'article du professeur SCHNELL (1997) est remarquable. Il constate que l'augmentation importante et durable des rendements des hybrides s'explique moins par l'accroissement de l'hétérosis que par l'intensité et l'efficacité croissantes de la sélection dont ils font l'objet.

7 – Morphologie des plantes

MÜLLER (1996) rend compte d'une comparaison entre des variétés de seigle: les variétés hybrides se sont caractérisées, parallèlement à un rendement plus élevé dû à une croissance réduite, par une plus grande homogénéité, une couleur verte plus intense (métabolisme!) et un changement radical entre le début de la période de croissance et le moment du dépérissement. A partir d'expérimentations menées sur les carottes, FLECK (2007) décrit une levée comparable pour les variétés population et les variétés hybrides.

Outre leur rendement plus élevé, les variétés hybrides se sont distinguées par un feuillage plus exubérant et plus fort. Ceci peut être considéré comme la marque de l'accentuation de la phase végétative. BAUER (sans date) présente un essai comparatif avec des variétés de choux. Il en ressort que les variétés obtenues de manière biodynamique

présentent des phases de végétation bien structurées alors que celles-ci se déroulent de manière enchevêtrée pour les variétés hybrides.

8 - Bilan : pertes de qualité chez les variétés hybrides

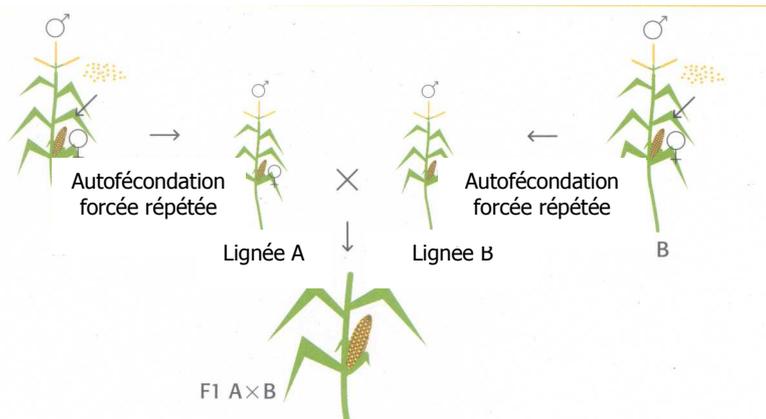
Les résultats des expérimentations publiés sur la qualité des variétés hybrides en agriculture biologique et biodynamique concernent les carottes, les choux et le seigle. Il est possible que les sélectionneurs aient acquis des expériences dans ce domaine sur d'autres espèces (cultivées). Les résultats des diverses expérimentations menées au fil du temps et sur différentes cultures se recoupent largement: les analyses réalisées sur les teneurs en éléments ne montrent pas une différence qualitative avérée entre hybrides et variétés population. Les tests sensoriels montrent une évaluation différente des hybrides et des variétés population selon la méthodologie utilisée. Parmi ces études, l'expérience bien connue sur le comportement alimentaire des animaux de laboratoire a mis en évidence une nette préférence pour les variétés de population. Une des expérimentations de bioluminescence publiée décrit des variétés hybrides de seigle comme davantage orientées vers le végétatif que vers la maturité. Les méthodes morphogénétiques montrent de manière significative des pertes qualitatives pour les variétés hybrides: celles-ci, comparées à des variétés population sont, suivant les variétés, soit identifiées comme moins mûres, disharmonieuses, comme moins vigoureuses et comme sensibles au stress, soit identifiées comme vigoureuses mais en même temps "rigides" ou immobiles. Dorian Schmidt caractérise les forces formatrices des variétés hybrides (à l'aide de sa méthode rationnelle de recherche sur les forces formatrices) comme déséquilibrées voire chaotiques, ce qui a pour effet de surcharger l'être humain qui s'en nourrit.

L'obtention d'hybrides F1 est caractérisée par le croisement d'entités homozygotes très différentes. Ce croisement nécessite notamment une forte manipulation. L'hybride F1 est extérieurement (phénotype) homogène et très orienté vers le végétatif plutôt que vers la maturité. Intérieurement (génotype), l'hybride F1 reste très hétérogène (hétérozygote). La comparaison du processus végétatif et de la morphologie des hybrides F1 avec les résultats de la recherche qualitative confirme les faits suivants : la disharmonie, que l'on voit chez les hybrides grâce aux méthodes morphogénétiques et dans l'observation des forces formatrices, est à mettre en relation avec le croisement extrême ou plutôt la situation génétique des hybrides. L'exubérance et la phase de maturation raccourcie peuvent être envisagées comme une confirmation des résultats donnés par les méthodes morphogénétiques, à savoir une maturité non aboutie et une sensibilité au stress.

Indépendamment des questions d'ordre économique, social et éthique, les résultats des recherches qualitatives réalisées jusqu'à présent définissent clairement les spécificités des hybrides F1.

En conclusion, les hybrides F1 ne répondent pas aux exigences qualitatives propres à l'agriculture biodynamique et à Demeter. Si l'on tient compte de l'actuelle forte diffusion des variétés hybrides, de la disponibilité restreinte en semences de variétés population (biodynamiques) et de la nécessaire discussion sur les prix (la qualité est-elle rémunérée de manière suffisante?), un abandon total des variétés hybrides n'est envisageable qu'à moyen terme et à travers une action concertée de tous les partenaires du marché.

Schéma de croisement d'un hybride de maïs: $A \times B = AB$ FIBL - Procédé d'obtention d'un hybride : exemple du maïs



Comment sont obtenus les hybrides F1 ?

Un hybride est, d'un point de vue scientifique, un être vivant issu par croisement de parents de lignées, de variétés ou d'espèces distinctes. La culture de plantes hybrides est le fruit du constat que la descendance issue de croisements de lignées parentales consanguines présente de meilleures performances en terme quantitatif que la moyenne des parents. Cet effet a été nommé hétérosis par SHULL en 1914. Il voulait ainsi dire que la force végétative d'un individu dépendait largement de son degré d'hétérozygotie (hérédité mixte). L'hétérosis a des effets particuliers sur les

rendements, mais beaucoup moins sur les aspects qualitatifs. Le produit du croisement de première génération (génération F1) est extérieurement homogène (1^{ère} loi de Mendel).

Mais la descendance des F1 ne conserve pas l'intégralité des caractéristiques des hybrides F1: il se produit en effet une disjonction des caractéristiques (2^{ème} loi de Mendel). De cette façon, le semis de la descendance d'hybrides F1 ne présente aucun intérêt économique. A la différence de la sélection ou du croisement classiques, l'obtention d'hybrides s'immisce très fortement dans les processus naturels de vie de la plante. L'obtention d'hybrides est réalisée à partir de lignées parentales très différentes, et, en même temps, les plus pures possibles. Celles-ci peuvent être obtenues par consanguinité sur six à huit générations. Les biotechnologies sont utilisées pour accélérer le processus et éviter la dépression consanguine : des gamètes (cellules reproductrices: elles n'ont qu'un seul jeu de chromosomes) sont multipliées en culture cellulaire en laboratoire. Le nombre de chromosomes est doublé à l'aide de substances toxiques activant la division cellulaire. Des plantes complètement homozygotes peuvent ainsi être obtenues très rapidement.

Pour croiser les deux lignées parentales tout en évitant la fécondation au sein d'une même lignée, une des lignées est stérilisée mâle. Cette opération est réalisée manuellement pour le maïs (en raison de la grande taille de l'inflorescence mâle). Pour le blé, cette opération est réalisée avec des produits chimiques qui tuent le pollen. Dans la majorité des cas, la stérilité mâle est obtenue en utilisant un défaut génétique, la stérilité du pollen, qui est ancré génétiquement dans le plasma cellulaire. Cette méthode est couramment utilisée pour certaines plantes comme le radis ou le tournesol: il s'agit de la stérilité mâle cytoplasmique, en anglais *cytoplasmic male sterility*. Dans certains cas, afin de transmettre la stérilité du pollen (la CMS), les cellules de la plante cible et celles de la plante porteuse du défaut sont unies par des méthodes biotechnologiques. Les cellules, pour être fusionnées, sont traitées avec des produits chimiques ou avec des électrochocs. Le noyau des cellules de la plante portant la stérilité du pollen est tout d'abord détruit, en général par irradiation. Ce processus est nommé fusion de cytoplastes ou de protoplastes, le produit qui en est issu un hybride à CMS. Sources : Fleck 2006, Forschungsring 2007, Schnell 1997, Wikipédia. NDT: cette méthode ne s'applique que pour les espèces pour lesquelles il n'a pas été trouvé de CMS naturelle, c'est-à-dire: chou et colza (CMS de radis), poireau (CMS d'oignon), chicorée, endive, chicorée à café, pain de sucre (CMS de tournesol), navet (CMS de roquette).



Comparaison d'une variété hybride et d'une variété population (sélection biodynamique) de carotte par cristallisation sensible au chlorure de cuivre.

Ajout de 0,15ml de jus de carottes (U.GEIER 2003 pour D. BAUER). La variété population Milan (à droite) présente de fines aiguilles et une ramification en éventail au milieu. L'impression d'ensemble est très uniforme. La variété biodynamique se distingue ainsi par des caractéristiques très typiques des carottes (type fruit-racine), mûres et stables. La variété hybride Boléro (à gauche) présente une densité d'aiguilles moins importante, avec des aiguilles mal orientées, signe d'instabilité voire de vieillissement. La transition entre les différents éléments de l'image est très irrégulière.

Sélection biodynamique et Demeter

Les membres de l' "Assoziation der biologisch-dynamischen Pflanzenzüchter e.V." (association des sélectionneurs de plantes biodynamiques) utilise plusieurs méthodes : la sélection, le croisement classique ainsi que toutes les autres méthodes développées sur les fondements de l'agriculture biodynamique (voir le site www.abdp.org). La sélection et le croisement classique respectent les barrières naturelles existant entre les espèces et ne font aucunement intervenir une manipulation dans la reproduction de la plante. Pour ces raisons, les plantes sélectionnées peuvent être ressemées. Ce sont des variétés à pollinisation ouverte ou libre, ou variétés population. Les cahiers des charges de Demeter Allemagne interdisent l'utilisation de variétés hybrides à CMS quand la CMS a été introduite d'une autre espèce par fusion de protoplastes [NDLT: cette interdiction est valable pour tous les pays, y compris la France]. Pour les céréales, sauf le maïs, les variétés hybrides sont formellement interdites. Des cahiers des charges pour la sélection biodynamique sont en cours d'élaboration.