

Recherche de qualité en prenant pour exemple la comparaison
entre les procédés de la culture hors-sol et ceux de l'agriculture bio-dynamique
Markus Buchmann & Christian Hiss

Introduction et situation du problème

Dans les années 90 du dernier siècle, l'agriculture hors-sol, s'est mise en place d'une manière pratiquement inaperçue du public, dans la production légumière européenne, tant au plan des techniques employées qu'au plan économique. Le principe de cette technique de culture indépendante du sol repose sur la percée des connaissances dans le domaine de l'approvisionnement en substances des plantes par les racines, résultant des soixante dernières années d'expérimentation en laboratoire jusqu'au point d'atteindre une mise en œuvre technique couronnée de succès. De manière analogue au système connu de l'hydroculture des plantes ornementales, ces plantes hors-sol « s'enracinent » dans un substrat composé de substrats chimiques et sont continuellement alimentées en eau et en substances nutritives dont elles ont besoin. Les plantes vivent dans une pleine autonomie par rapport au sol de culture, conditionnées par un engrais entièrement minéral.

Le présent projet de recherche naquit au moment où, en 1994, se trouvaient publiés et discutés dans la presse quotidienne des travaux évaluant la qualité des tomates de la production hors-sol comparées à celle de la production sur sol cultivé (dite conventionnelle) (KÜNSCH et al. 1994).

Dans ce travail de recherche, on ne trouva aucune différence essentielle entre les tomates de cultures hors-sol et celles de culture conventionnelle ; le taux plus élevé de métaux lourds dans les fruits de la culture conventionnelle était plutôt favorable, aux yeux des auteurs, à la culture hors-sol. Du point de vue des consommateurs pourtant, la question se posait de savoir si par les méthodes utilisées dans ces publications, on pouvait vraiment appréhender des différences essentielles importantes entre les cultures dans le sol ou hors-sol.

Pour se propager, la culture hors-sol se servait alors en se les ré-appropriant, tout comme procède aujourd'hui d'ailleurs la technique génique, des arguments des mouvements écologiques. Le hors-sol est en effet présenté comme favorable à l'environnement, et même comme une méthode de production verte. Il était donc choquant qu'aucune étude comparative avec l'agriculture écologique n'eût été encore publiée et n'eût pas encore contribué à une vraie discussion sur les bases de connaissances des méthodes modernes de production.

Culture

En 1997 et 1998, dans la serre du jardin bio-dynamique de Christian Hiss à Eichstetten (Allemagne) des haricots grimpants de la variété « *Trebona* » furent cultivés en hors-sol et en culture bio-dynamique classique. Outre la comparaison des systèmes de culture, on a également utilisé et comparé des semences améliorées de façon conventionnelle et des semences de la qualité *Demeter*. Avec les haricots grimpants, nous avons choisi une culture pour laquelle préexistait une expérience dans la culture hors-sol et avec laquelle nous pouvions facilement récolter des semences en vue de les étudier par la suite, lors d'une post-culture. En 1998, les

semences issues de la première culture purent être réemployées, c'est ainsi que des quatre variants de la première année, provinrent quatre post-cultures, comme présentées dans le tableau suivant :

1997			1998		
			1	bd DN	Culture bio-dynamique avec graines <i>Demeter</i> , post-culture de bd D
1	bd D	Culture bio-dynamique avec graines <i>Demeter</i>	2	bd DW	Culture bio-dynamique avec graines <i>Demeter</i> , semis répété
			3	bd KN	Culture bio-dynamique avec graines, conventionnelles, post-culture de bd K
2	bd K	Culture bio-dynamique avec graines conventionnelles	4	bd KW	Culture bio-dynamique avec graines, conventionnelles, semis répété
3	hs D	Culture hors-sol avec graines <i>Demeter</i>	5	hs DW	Culture hors-sol avec graines <i>Demeter</i> , semis répété
4	hs K	Culture hors-sol avec graines conventionnelles	6	hs KW	Culture hors-sol avec graines, conventionnelles, semis répété
			7	hs DN	Culture hors-sol avec graines <i>Demeter</i> , post-culture de hs D
			8	hs KN	Culture hors-sol avec graines conventionnelles, post-culture de hs K

Tableau 1: Variants de culture de haricots à rame 1997 et 1998 (légende: *bd* = bio-dynamique, *hs* = hors-sol, *D* = graines *Demeter*, *K* = graines conventionnelles, *W* = semis répété, *N* = post-culture)

L'étude fut randomisée selon des blocs disposés en factoriel 2, en double répétition. La culture hors-sol a été menée dans l'institution expérimentale de Straelen (Allemagne) (ANDREAS 1992) sur paillason de laine de roche. Un dispositif permet de délivrer aux plantes une solution d'engrais, circulant dans un système clos comportant un goutte à goutte et un réservoir d'alimentation de 600 litres. La culture bio-dynamique fut menée conformément à la pratique jardinière, à savoir avec du compost de fumier ayant reçu les préparations et les traitements de fumier de corne et trois pulvérisations silice de corne. La culture de 1997 s'étendit de début avril à fin août et, en 1998, jusqu'à la fin de juillet. En 1997, suite à des conditions difficiles de démarrage des cultures, il y eut une post-fumure à la poudre de corne dans le sol, ce qui se révéla négatif, suite à l'analyse par des méthodes morphochromatographiques. En 1998, la température s'éleva à plus de 30°C dans la serre, ce qui entraîna chez les plantes sur laine de roche un fort développement foliaire et mena finalement à des pertes de récoltes massives.

Résultats

Lors de leur croissance juvénile, les haricots à rame de chaque système de culture exhibèrent des différences frappantes. Après la transplantation, les plantes hors-sol se précipitèrent dans les hauteurs, tandis que les plantes en terre se retinrent un peu de croître. Les

feuilles des plantes hors-sol se développèrent plus rapidement et de façon plus luxuriante que celles en terre. En 1998, on pouvait encore constater de telles différences chez les plantes en terre y compris entre celles provenant de semences conventionnelles et de semences en bio-dynamie, depuis plusieurs années. Ce qui fut frappant, c'est de constater que le geste caractéristique du haricot - qui lève et abaisse ses feuilles en fonction du rythme jour/nuit - n'apparut pas chez les plantes sur laine de roche : ces plantes étaient dans le rythme nocturne à tout instant, et tenaient leurs feuilles baissées. La formation des tiges secondaires, le début de floraison et la première récolte sont avancés de 3 à 5 jours en culture hors-sol par rapport aux plantes en terre.

D'une manière générale, les stades de développement des plantes en culture bio-dynamique se sont succédés de manière rythmique, séparés par des pauses nettes, alors que du côté des plantes hors-sol, le développement est continu, et même excessif. Alors qu'après 8 à 10 semaines de récolte les plantes dans le sol commençaient à dépérir, les plantes hors-sol, elles, continuaient à émettre de nouvelles pousses secondaires. Dans l'ensemble, les plantes hors-sol produisent deux fois plus de masse foliaire que les plantes en bio-dynamie. Les plates-bandes de plantes hors-sol formaient un mur verdoyant, alors que les plates-bandes bio-dynamiques laissaient s'installer un jeu de lumière et d'air entre elles.

Rendements

En culture hors-sol, le rendement moyen des produits commercialisables de 1997 fut de 13% supérieur à celui de la culture bio-dynamique, et de 17% en 1998 (si on prend en compte la totalité de la récolte, l'amélioration en hors-sol atteint même les 25%). Le rendement en semence était relativement équivalent. Les gousses de haricot en culture bio-dynamique étaient en moyenne de 1,5 cm plus longues que celles des plantes cultivées en hors-sol et renfermaient donc en moyenne une demi-graine en plus. Cela signifie qu'en hors-sol, les haricots produisent plus de gousses, pour parvenir au même nombre de graines que les plantes cultivées en terre. Les systèmes de culture se différencient donc avec évidence, pour ce qui est de la production de semences.

Les haricots verts de culture bio-dynamique montrent une quantité significativement plus élevée de substance sèche et de cendres.

Protéines

À grand renfort d'analyses par le laboratoire Kwali, on a analysé la composition en acides aminés. Chez les haricots blancs, on a mesuré, conformément à nos attentes, un taux supérieur en protéine de 8%. La somme des acides aminés essentiels [ceux que l'être humain ne peut pas produire lui-même dans son organisme. ndt] est quelque peu plus importante. Par contre, Monsieur Stolz a découvert que les acides aminés limitant les protéines (qui sont les acides aminés soufrés chez le haricot) ont un pourcentage supérieur chez les haricots de culture bio-dynamique. La qualité des protéiques des plantes bio-dynamique se trouve donc quelque peu meilleure que celle des plantes de culture hors-sol. Il se peut que cela ne joue un rôle pas très important chez le haricot à rame consommé en légume. Cependant, il s'avère qu'on peut différencier une plante qui a harmonieusement poussé, en examinant également ses structures chimiques.

Test de décomposition

Lors des tests de décomposition, les plantes de culture bio-dynamique maintiennent leurs formes plus longtemps et sont plutôt attaquées par les champignons, tandis que les haricots de culture hors-sol sont plus rapidement atteints de pourriture. Cette différence est significative.

Test de goût

Lors des divers test de dégustation de 1997 (test triangulaire), on ne pouvait faire aucune distinction entre les haricots provenant des deux systèmes de culture. Mais ces tests impliquaient principalement des personnes non éduquées à ce type de test. En 1998, avec des personnes expérimentées, on a pu mettre en évidence une différence de goût entre les haricots.

Des mesures de comportement électrochimique selon Hoffmann sur le matériel de récolte n'ont révélé aucune différence entre les deux procédés de culture. (La maturité des haricots individualisés a apparemment une influence bien plus importante là-dessus.)

Méthodes chromatographiques imagées

En 1997, on a pu procéder à des cristallisations sensibles au chlorure de cuivre et des morphochromatographies ascendantes et circulaires dans le laboratoire du Dr. Ursula Balzer, en prélevant des échantillons codés sur les 8 parcelles, traités en aveugle dans les quatre variants cultivés différents. Cela signifie que non seulement les deux systèmes de culture hors-sol et bio-dynamique laissent des empreintes différentes derrière eux sur les haricots verts, mais également sur le devenir de la semence (BALZER, 1998). Pour récapituler, les échantillons furent classés du point de vue de leur qualité favorable ou défavorable de la manière suivante :

1. Culture Biodyn. avec graine *Demeter*;
2. Culture Biodyn. avec graines conventionnelles;
3. Hors-sol avec graines *Demeter*,
4. Hors-sol avec graines conventionnelles.

En 1998, les échantillons de haricots verts produits des huit variants furent de nouveau codés, cependant isolés après remise en culture et analysés par le laboratoire du Dr. U. BALZER-GRAF. Les huit échantillons purent tous être réordonnés de manière parfaitement exacte. La récapitulation avec des notes d'estimation allant de 0 à 100 points montrait un net gradient de qualité. Les échantillons provenant de la remise en culture furent entre-temps généralement marqués par la semence, ceux de la culture postérieure marqué par le fruit. Le devenir de la semence (*Demeter* et conventionnelle) s'est exprimé pendant les deux années de culture suivantes sur les variants. Dans l'estimation finale, les échantillons de deux types de culture hors-sol avec des graines conventionnelles sont plus mauvais que ceux des graines *Demeter* :

Échantillon	Différenciation	Vitalité	Régénération	Caractéristiques
1 bd D post-culture	60	50	60	Très fortement mûrs, stables
2 bd D semis répété	50	50	50	Moyennement mûrs, type semence
3 bd K post-culture	50	40	50	Fortement mûrs, vieillis au plan végétatif
4 bd K semis répété	40	40	40	Immaturité végétative, type semence
7 hs D post-culture	30	35	30	Mûrs, nettement vieillis
5 hs D semis répété	30	30	30	Immaturité végétative, durcis et vieillis
6 hs K semis répété	30	30	30	Mal formés, durcis et parcheminés
8 hs K post-culture	30	25	25	Mal formés, fortement durcis et parcheminés

Tableau 2: Estimation des 8 variants de culture de 1998 au moyen des méthodes morphochromatographiques ascendantes et circulaires et de cristallisations sensibles, disposée selon un ordre décroissant.

Lors des mesures de luminescence induite (Biophotons) par le Dr. J. Strube sur les haricots blancs (semences) des différences sont apparues en 1997 entre les deux systèmes culturaux et entre les deux devenirs des semences, et certes dans le même sens que les résultats des investigations menées à l'aide des méthodes d'images chromatographiques. Avec les semences issues des cultures hors-sol, un comportement d'excitabilité à la lumière s'est révélé comme marqué par l'empreinte d'une tendance végétative singulière (STRUBE 1997). La thèse a été avancée que, sur la base de ce fait, les différences doivent se renforcer lors des post-cultures. En 1998, on pouvait effectivement le montrer sur les 8 variants (séparés et cultivés en essais en aveugle de post-culture et de répétition du semis) et cela s'accordait également bien avec les résultats des investigations menées par les images chromatographiques.

Récapitulation et discussion.

Des différences de croissance végétative et de forme se manifestent dans le système d'études comparatives entre la production des haricots en bio-dynamie et en hors-sol. Dans les cosses vertes, on constate aussi des différences, déjà bien connues à partir des investigations comparatives effectuées entre la bio-dynamie et la méthode de culture conventionnelle, qui sont nettement en faveur de la culture bio-dynamique. Mais on doit constater que les différences analytiques et également sensorielles sont relativement minces. Par contre, des différences importantes se manifestent lorsque les haricots verts et les semences blanches sont analysées par des méthodes pouvant rendre visible l'organisation fine de la substance. On y voit aussi alors des différences provenant des divers types de production semencière. Ces différences s'amplifient avec la post-culture et on peut s'attendre à ce que cette tendance continue à s'affirmer sur plusieurs générations.

La production hors-sol se révèle comme la conséquence ultime de la fumure minérale. Elle s'illustre par une image, que Rudolf Steiner évoque dans le *Cours aux Agriculteurs* en disant que par la fumure minérale, on n'agit que par une vitalisation du suc végétatif, et non sur la vitalité du sol (STEINER 1924). Par l'emploi d'engrais azotés minéraux, les plantes sont entravées dans leur liaison avec le sol, elles absorbent passivement les sels minéraux, sans confrontation avec la terre.

Il se révèle que l'absence de confrontation avec l'élément terre entraîne un affaiblissement ou même une interruption des relations rythmiques qui surgit dans la croissance végétative. De ce fait les forces végétatives et les forces génératives empiètent les unes sur les autres au point de se perturber mutuellement et ne parviennent plus à agir au moment juste sur l'organe végétal approprié. Les processus végétatifs donnent des organes mal formés et rigidifiés, tandis que les processus génératifs sont interrompus et refoulés. Cela entrave l'avènement d'une saine configuration végétale. Pour pouvoir cultiver durablement des plantes qui expriment les caractéristiques de leur variété typique, on doit apprendre à manipuler ces forces et à les comprendre.

Remerciements

Ce travail ne fut possible que par un financement conséquent de AGF, de Biotta AG, le cercle de travail pour la recherche nutritionnelle, la Société Anthroposophique d'Allemagne, la fondation environnementale Louisoder, la fondation Damus, la GTL e.V., les fonds Rudolf Steiner pour la recherche scientifique, et autres dons. Nous leur renouvelons ici tous nos remerciements.

Contacts

Markus Buchmann, Wartstrasse 51, CH-8400 WINTERTHUR, 055/222 55 25, buchmann@swissonline.ch
Christian Hiss, Hauptstrasse 140, D-79356 EICHSTETTEN, 07663 45 73, hiss@demeterhof.de

Littérature

AHRENS, E.; "Aspekte zum Nacherntverhalten und zur Lagerungseignung" (Aspects concernant le comportement post-récolte et l'aptitude au stockage); dans *Alternative Konzepte* 66, Lebensmittelqualität, A. Meier-Ploeger H. Vogtmann (Éditeurs), 5. 113-146; Édition C.F. Müller 1988.
ANDREAS, Chr.; "Stangenbohnen in erdelosem Anbau auf Steinwolle" (Haricots à rame en culture hors-sol sur laine de roche); dans *Beitrage*, Numéro spécial Recherche 2/1998, 5. 30-32.
BUCHMANN, M.; HISS, Ch.; "Qualitätsforschung am Beispiel bodenunabhängiger Kulturverfahren im Vergleich mit Biologisch-biodynamischer Anbauweise" (Recherche de qualité en prenant pour exemple la comparaison entre les procédés de la culture hors-sol et ceux de l'agriculture bio-dynamique); dans *Beitrage*, Numéro spécial Recherche 2/1998, 5. 36-41.
HOFFMANN, M.; "Elektrochemische Merkmale zur Differenzierung von Lebensmitteln" (Caractéristiques électrochimiques en vue de différencier les aliments); dans *Alternative Konzepte* 66, Lebensmittelqualität, A. Meier-Ploeger, H. Vogtmann (Éditeurs), Édition C.F. Müller 1988.
KÜNSCH U. et al.; "Qualitätsuntersuchungen an Tomaten aus erdlosem und konventionellem Glashausanbau" (Recherches sur la qualité des tomates de cultures en serre hors-sol et conventionnelle), dans *Gartenbauwissenschaft*, 59, 1/194, 5. 2 1-26.
STEINER R.; "Giesteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft" (Fondements spirituels pour la prospérité de l'agriculture), **GA 327**; Conférence du 13. juin 1924.
STRUBE, J.; "Vergleichende Ganzproben-Untersuchung mittels zeitaufgelöster Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie", (Recherche comparative sur des échantillons complets au moyen de la spectroscopie d'excitation de fluorescence retardée.); KWALIS Qualitätsforschung Fulda GmbH, Dipperz, édition à compte d'auteur 1997.