

# Qualité boulangère du blé d'automne dans les essais d'homologation extenso et bio

G. KLEIJER et R. SCHWÄRZEL, Agroscope RAC Changins, case postale 1012, CH-1260 Nyon 1

@ E-mail: geert.kleijer@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 22 36 34 746.

## Résumé

Des essais d'homologation de blé d'automne ont été effectués pendant les années 2002, 2003 et 2004 dans des réseaux de culture extenso et bio. Les résultats comparatifs des analyses de qualité boulangère sont présentés ici. Pour les analyses rhéologiques, les variétés cultivées dans le réseau bio obtiennent des résultats généralement plus bas. Dans les tests de panification, les résultats sont pratiquement identiques pour les deux réseaux. Les corrélations entre les deux réseaux pour les différents paramètres de la qualité boulangère sont très élevées, indiquant que ces variétés peuvent être testées aussi bien dans un réseau que dans l'autre pour déterminer leur qualité boulangère.

## Introduction

De 2002 à 2004, Agroscope RAC Changins et FAL Reckenholz ont effectué des essais d'homologation des variétés de blé en conditions de culture extenso et bio. La Valeur Agronomique et Technologique (VAT) a pu être obtenue pour l'inscription d'une variété de blé d'automne sur le Catalogue national suisse dans l'un ou l'autre de ces réseaux. Dans ces essais figuraient également les variétés en cours d'examen pour la liste recommandée. Les observations agronomiques et les tests de qualité boulangère ont été identiques dans les deux réseaux. Ces derniers diffèrent surtout par la quantité et le type de fumure apportés, le mode de désherbage et le traitement ou non des semences.

Les caractéristiques rhéologiques sont influencées par le génotype, le niveau de fumure azoté et l'environnement (lieu et année). Le taux de protéines est fortement influencé par la quantité de fumure azotée (McDonald, 1992). Les propriétés rhéologiques et l'aptitude à

la fabrication du pain, ainsi que la quantité relative de protéines, les sous-unités de gluten et les groupes de protéines dépendent aussi bien du génotype que de l'environnement (Johansson et Svensson, 1999; Wieser et Seilmeier, 1998).

## Matériel et méthodes

Les essais en conditions extenso ont été répartis sur le Plateau suisse à dix endroits différents et réalisés, à l'exception d'un traitement des semences, sans fongicides, ni pesticides, ni raccourcisseur de paille, avec un traitement herbicide et un apport d'azote fractionné d'environ 120 unités/ha. Les essais en condition biologique ont été effectués selon le mode de culture des exploitations où les essais avaient lieu, soit en bio-organique ou bio-dynamique dans huit (2002, 2003) ou neuf lieux (2004). La quantité d'azote apportée dans chaque culture bio a été difficile à évaluer.

Les analyses pour la détermination de la qualité boulangère ont été décrites en détail par Kleijer (2002). La détermination du taux de protéines, de la dureté et de l'humidité du grain a été effectuée par variété et

par lieu à l'aide d'une analyse dans l'infrarouge proche. L'indice de sédimentation de Zélény a été également analysé par variété et par lieu.

Les analyses rhéologiques de la pâte ont été effectuées par variété, mais sur un mélange de farines provenant des différents lieux, soit du réseau extenso, soit du réseau bio. Les analyses reposent sur le farinogramme, l'extensogramme, l'amylogramme, la teneur en gluten, le gluten index, le Rapid Mix Test, la panification en moules et le test de panification en grand. Le farinographe permet de mesurer l'absorption en eau optimale d'une farine, ainsi que sa résistance au pétrissage et l'affaiblissement de la pâte. L'extensographe mesure la ténacité (exprimée en surface sous la courbe) et l'extensibilité (exprimée par la relation entre ténacité et extensibilité, DW5/DB) de la pâte, tandis que l'amylographe permet de mesurer la viscosité de la pâte. Les résultats obtenus pour chaque paramètre sont transformés en points d'après le schéma d'évaluation 90 (Saurer *et al.*, 1990). Pour chaque variété, un nombre de points total est obtenu, les variétés de bonne qualité boulangère obtenant un nombre de points plus élevé.

En 2002, 14 variétés identiques se trouvaient dans les deux réseaux d'essais, contre 13 en 2003 et 15 en 2004. Les tests de panification et le calcul du nombre de points ont été effectués avec respectivement 13, 12 et 13 variétés, puisque les variétés de type biscuit n'étaient pas panifiées. Sept variétés, Arina, Runal, Titlis, Arbola, Arolla, Galaxie et Pegassos, ont été testées durant les trois années dans les deux réseaux. Les analyses statistiques, les analyses de variance et le calcul des coefficients de corrélation ( $r$ ) ont été effectués sur ces variétés.

## Résultats

Le résultat moyen des différents caractères de qualité boulangère pour les trois années est présenté dans le tableau 1.

**Tableau 1. Résultats moyens des analyses de qualité boulangère des variétés de blé produites en modes extenso et bio.**

	2002		2003		2004	
	Extenso	Bio	Extenso	Bio	Extenso	Bio
Protéine (%)	14,4	13,1	14,4	13,4	12,3	12,2
Zélény (ml)	59,1	44,7	56,9	51,0	46,9	42,4
Absorption en eau (%)	67,3	64,3	63,5	61,7	61,9	62,8
Stabilité de la pâte (min.)	4,7	3,7	5,1	3,7	2,8	3,2
Affaiblissement de la pâte (FU)	124	134	106	131	125	126
Extenso surface	70	77	79	76	68	63
Extenso DW5/DB	1,0	1,4	1,3	1,5	1,7	1,4
Gluten humide (%)	30,2	24,6	29,4	26,1	21,9	27,9
Gluten index (%)	74,9	80,7	72,2	74,3	81,4	65,4
Amylogramme (AU)	540	584	1222	1134	816	765
RMT volume (ml)	476	498	604	599	527	546
Panification moule (vol. ml)	440	346	485	453	438	439
Panification grand (vol. ml)	2009	2010	2005	1891	1852	1881
Points qualité	117,5	112,9	132,0	121,8	106,1	103,7

Les valeurs F de l'analyse de variance des différents caractères analysés sur les sept variétés présentes les trois années figurent dans le tableau 2.

La **teneur en protéines** est plus basse dans le réseau bio deux années sur trois (tabl.1). Les différences entre variétés, entre années et entre réseaux sont hautement significatives à 0,1% (tabl. 2). L'indice de Zélény est systématiquement plus bas dans le réseau bio.

L'**absorption en eau optimale**, mesurée au farinographe, est légèrement plus élevée en conditions extenso deux années sur trois, mais les différences ne sont pas très grandes. La différence entre variétés est hautement significative (0,1%), tandis que la différence entre années et réseaux est significative à 5%.

La **stabilité de la pâte** est plus basse deux années (2002 et 2003) sur trois pour la variante bio. Pour l'année 2004, les chiffres sont relativement bas partout. La différence entre variétés est hautement significative (0,1%). Les dif-

férences entre réseaux et entre années sont significatives à 5%.

L'**affaiblissement de la pâte** est plus important dans le réseau bio deux années sur trois, tandis qu'en 2004 il est identique pour les deux réseaux. Les différences entre variétés et entre réseaux sont significatives à 0,1% et entre années à 5%.

Pour la **relation résistance/extensibilité**, les valeurs du réseau extenso ont été plus basses deux années sur trois et la mesure de la ténacité (énergie) une année sur trois. Les différences entre variétés et entre années ont été significatives à 0,1% et la différence entre réseaux à 5% pour le DW5/DB.

Le **taux de gluten humide** a été plus bas pour le réseau bio deux années sur trois (2002 et 2003). Les différences entre variétés, entre années et entre réseaux ont été significatives à 0,1%.

Le **gluten index** était plus élevé dans la variante bio en 2002, plus élevé dans le réseau extenso en 2004 et pratiquement

**Tableau 3. Coefficients de corrélation (r) pour les différents paramètres de qualité entre les réseaux bio et extenso.**

	Année	2002	2003	2004
Protéine (%)		0,93***	0,94***	0,90***
Zélény (ml)		0,90***	0,90***	0,98***
Absorption en eau (%)		0,68**	0,63**	0,89***
Stabilité de la pâte (min.)		0,85***	0,76**	0,44*
Affaiblissement de la pâte (FU)		0,82***	0,65**	0,85***
Extenso surface		0,78***	0,82***	0,84***
Extenso DW5/DB		0,72**	0,53*	0,61**
Gluten humide (%)		0,85***	0,88***	0,89***
Gluten index (%)		0,95***	0,72**	0,69**
Amylogramme (AU)		0,93***	0,74**	0,89***
RMT volume (ml)		0,88***	0,82***	0,87***
Panification moule (vol. ml)		0,52*	0,80**	0,60*
Panification grand (vol. ml)		0,87***	0,83***	0,88***
Points qualité		0,94***	0,96***	0,93***

\*\*\* Significatif à 0,1%. \*\* Significatif à 1%. \* Significatif à 5%.

**Tableau 2. Valeur F de l'analyse de variance des différents composants pour les différents paramètres des sept variétés présentes les trois années d'essai.**

Composant de variance	Protéine	Zélény	Farine absorption	Farine stabilité	Farine affaiblissement	Extenso énergie	Extenso DW5/DB	Gluten	Gluten index	Amylo	RMT	Panification en moules	Panification en grand	Points qualité
Variété	154,66***	102,08***	22,68***	19,37***	21,09***	86,03***	32,83***	63,11***	19,56***	18,78***	42,23***	24,69***	39,98***	82,03***
Année	226,79***	25,46***	6,17*	6,09*	4,04*	6,93**	15,74***	10,27**	1,30	97,11***	192,78***	103,74***	4,07	41,82***
Réseau	203,82***	101,12***	4,75*	8,23*	13,64**	0,25	8,13**	11,39**	0,80	0,17	12,14**	93,02***	3,65	2,75
Variété × année	4,64**	1,31	0,40	0,85	1,44	1,90	0,96	0,78	0,46	2,92*	2,51	2,76	1,93	8,38*
Variété × réseau	7,03**	3,27*	0,59	0,46	0,57	1,00	3,15**	3,77*	0,19	0,71	0,56	4,17*	0,48	1,64
Réseau × année	48,02***	9,33**	2,19	10,31**	9,88**	6,65*	7,67**	133,65***	2,49	1,13	2,16	44,88***	6,43*	3,98

\*\*\* Significatif à 0,1%. \*\* Significatif à 1%. \* Significatif à 5%.

identique dans les deux procédés en 2003. L'analyse de variance montre des différences significatives uniquement entre variétés.

L'amylogramme fournit des chiffres élevés pour les deux réseaux, en particulier en 2003. Les différences entre variétés et entre années sont significatives (0,1%), mais pas entre réseaux.

Le volume du pain révélé par les tests de panification est parfois plus élevé avec la variante réseau bio (RMT 2002 et 2004), parfois avec le réseau extenso (panification en moules 2002 et 2003; panification en grand 2003) ou parfois identique dans les deux procédés (panification en grand en 2002). Pour les trois types de panification, les différences entre variétés sont significatives. Entre années et entre réseaux, les différences ont été significatives uniquement pour le RMT et la panification en moules.

Le nombre de points obtenus a été plus élevé pour le réseau extenso, mais de

très peu en 2004. La différence entre réseaux a été significative à 5%. Une analyse avec le coefficient de corrélation de rang de Spearman montre des corrélations hautement significatives pour les rangs des variétés des deux réseaux pour les trois années.

Le coefficient de corrélation entre les réseaux bio et extenso pour les différents paramètres de la qualité boulangère a été calculé pour les 14 variétés en commun des deux réseaux en 2002, les 13 variétés en 2003 et les 15 en 2004. Les résultats figurent dans le tableau 3. Les coefficients de corrélation sont significatifs chaque année pour tous les paramètres et, dans la plupart des cas, à 0,1%. Pour seulement deux caractères, la relation entre ténacité et extensibilité, DW5/DB et la panification en moules, les corrélations étaient significatives à 1 ou 5%.

La figure 1 montre la répartition du nombre de points obtenus par les différentes variétés entre les réseaux bio et

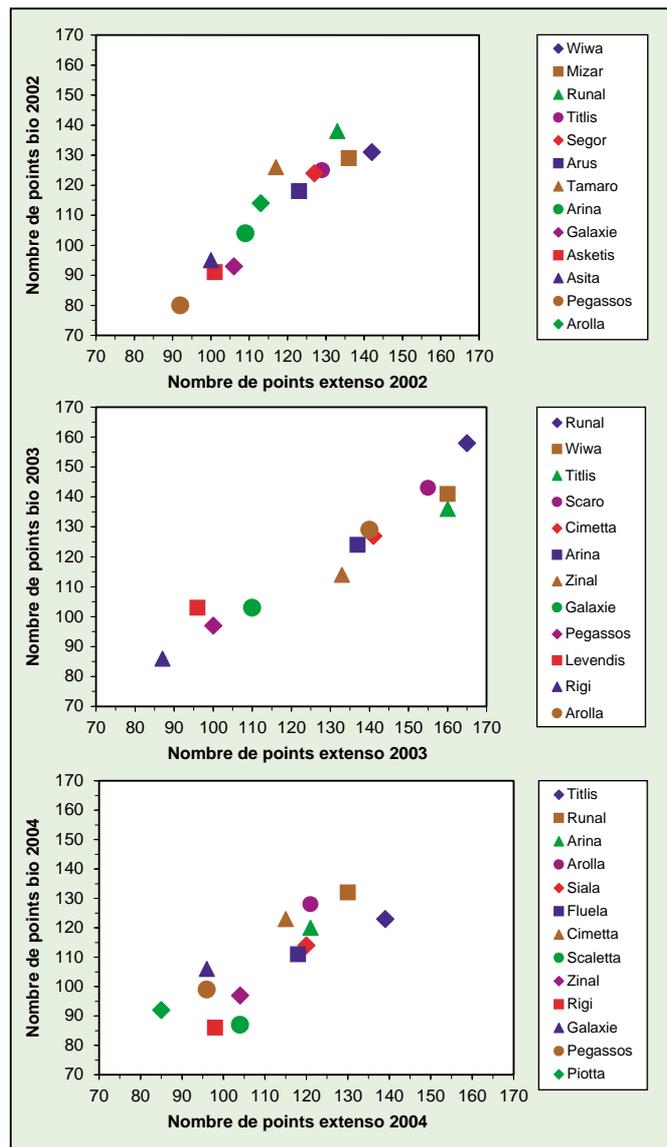
extenso en 2002, 2003 et 2004. Le nombre de points maximal obtenu a été nettement plus élevé en 2003.

Le résultat de la panification en grand pour la variété Arina dans les réseaux bio et extenso est illustré à la figure 2.

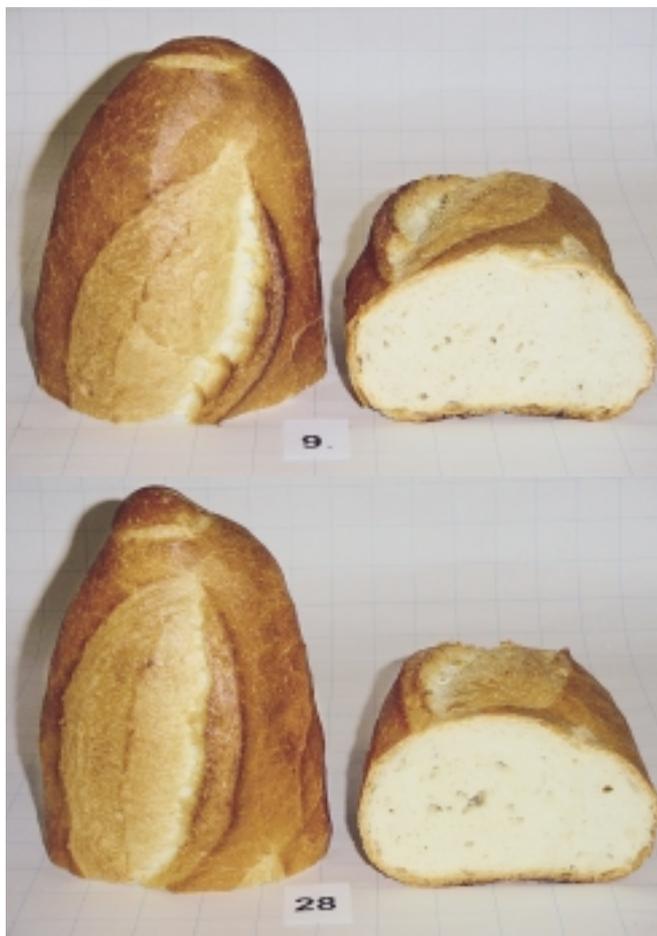
## Discussion

Les analyses de variance ont montré que la qualité boulangère est influencée à la fois par la variété, par l'année et par le mode de production. Les différences entre variétés sont sans surprise, car ces essais incluent toute une gamme de variétés de classe top, 1 et 2, qui diffèrent beaucoup dans leur aptitude boulangère.

En ce qui concerne l'influence de l'année, 2002 a été une année de qualité normale, 2003 de qualité excellente et 2004 de qualité plutôt faible. Cette influence du millésime sur la qualité est également connue et dépend fortement



◁ Fig. 1. Distribution de points de qualité boulangère aux variétés de blé selon les modes de production extenso et bio pour les années 2002-2004.



△ Fig. 2. Panification en grand, récolte 2003: en haut Arina bio, volume 2015; en bas Arina extenso, volume 2005.

à son tour du génotype de la variété et de l'environnement (Johansson et Svensson, 1999).

L'influence du mode de production bio et extenso sur la qualité boulangère varie selon le type de culture, mais surtout selon la forme et la quantité de fumure azotée, le réseau bio recevant en moyenne un apport d'azote moins élevé que le réseau extenso. Cela se marque par un taux de protéines moins élevé et par un résultat plus faible dans les analyses rhéologiques en général pour les farines issues du réseau bio. Une teneur en protéines inférieure dans les conditions bio a déjà été rapportée à plusieurs reprises (Oberforster, 2003). Ces différences sont toutefois partiellement compensées par un bon comportement dans les tests de panification, bien qu'en moyenne le nombre de points obtenus soit inférieur. Les types de protéines, qui sont déterminés génétiquement, ne peuvent pas être modifiés par le mode de production, mais un changement des proportions de ces types de protéines est possible; une variation de la relation entre gluténines et gliadines, par exemple, peut modifier le comportement de la farine lors des tests de panification. Weiser et Seilmeier (1998) ont montré qu'une différence de fumure azotée influençait peu les quantités de globulines et d'albumines, mais fortement les quantités de protéines du gluten (gluténine et gliadine). La variation des paramètres de qualité boulangère entre les deux modes de production n'est pas toujours attribuable aux mêmes facteurs: en 2002 et 2003, pour certains paramètres (DW5/DB, gluten index), le réseau bio a été plus performant, tandis qu'en 2004 le réseau extenso était meilleur pour ces mêmes caractères et vice versa pour la stabilité de la pâte, le gluten humide et la panification en grand. Ce comportement différent pourrait être expliqué par un écart de rendement entre extenso et bio plus important en 2004 qu'en 2002 et 2003 (Schwaerzel *et al.*, 2006).

Pour les sept variétés utilisées durant les trois années d'essai, les interactions variété-année et variété-réseau n'ont pas été significatives, ou seulement à 5% pour quelques paramètres. En revanche, l'interaction réseau-année a été significative pour neuf des treize paramètres analysés, en particulier pour le taux en gluten humide et la stabilité de la pâte, les deux étant probablement liés. Cela indique que les mêmes variétés ne réagissent pas de la même manière aux conditions climatiques dans les deux réseaux.

La différence dans le classement des variétés était minime entre les deux ré-

## Summary

### Baking quality of winter wheat in official Swiss trials under extenso or organic conditions

The official Swiss winter wheat trials have been carried out during 2002, 2003 and 2004 under extenso or organic conditions. The results of baking quality analyses have been compared. Rheological analyses show generally lower results for the varieties cultivated under organic conditions when baking tests result nearly identical in both networks. Correlations between the two networks for the different parameters of baking quality are very high, indicating that there is no difference in testing the varieties under extenso or organic conditions for baking quality determination.

**Key words:** wheat, baking quality, rheological analyses, bread making, organic farming.

## Zusammenfassung

### Backqualität von Winterweizen in den Hauptversuchen mit biologischen und extensiven Anbaubedingungen

Die Winterweizen-Hauptversuche wurden in den Jahren 2002, 2003 und 2004 separat in einem Bio und einem Extensoversuchsnetz durchgeführt. Es wurden die Analyseergebnisse zur Backqualitätsbestimmung verglichen. Generell sind die Resultate der rheologischen Analysen im Bioversuchsnetz tiefer. Die Backtests ergeben in beiden Versuchsnetzen hingegen ähnliche Resultate. Die Korrelationen der Backeigenschaften zwischen den beiden Versuchsnetzen sind sehr hoch. Die Qualität der Sorten kann unabhängig von Anbausystem unter Bio- oder Extensobedingungen einwandfrei beurteilt werden.

seaux. Un déplacement d'une ou deux positions dans le rang a parfois été observé, sans pour autant provoquer un changement de classe de qualité. Les corrélations observées pour les différents paramètres analysés la même année sont très élevées entre les deux modes de production, et dans la plupart des cas hautement significatives. Pour les critères de qualité boulangère, il n'y a donc pas de différence si les essais sont effectués dans un réseau ou un autre, comme l'observe également Oberforster (2003).

## Conclusions

- ❑ Les résultats des analyses rhéologiques sont plus faibles pour les variétés cultivées selon le mode biologique.
- ❑ Aux tests de panification, les farines issues du réseau bio montrent un aussi bon comportement que celles du réseau extenso.
- ❑ Les corrélations pour les différents paramètres analysés sont très élevées entre les deux modes de production.
- ❑ Pour tester leur qualité boulangère, les variétés de blé peuvent être cultivées aussi bien en mode extenso qu'en culture biologique.

## Remerciements

Nous tenons à remercier Mathias Menzi, d'Agroscope FAL Reckenholz, pour la conduite des essais en Suisse alémanique et Delley Semences et plants pour la conduite d'un essai dans chaque réseau. Sans l'assistance technique de Ph. Esselborn, J.-F. Parisod et M. Dutruy, nous n'aurions pas pu réaliser toutes les analyses rhéologiques et tous les tests de panification.

## Bibliographie

- Johansson E. & Svensson G., 1999. Influences of yearly weather variation and fertilizer rate on bread-making quality in Swedish grown wheats containing HME glutenin subunits 2+12 or 5+10 cultivated during the period 1990-96. *J. Agric. Sci.* **132**, 13-22.
- Kleijer G., 2002. Sélection des variétés de blé pour la qualité boulangère. *Rev. suisse Agric.* **34**, 253-259.
- McDonald G. K., 1992. Effects of nitrogenous fertilizer on the growth, grain yield and grain protein concentration of wheat. *Aus. J. Agric. Res.* **43**, 949-967.
- Oberforster M., 2003. Verfahren der Wertprüfung für den ökologischen Landbau in Österreich. Workshop Sortenwertprüfungen für den ökologischen Landbau. Hannover, Allemagne, 14-15 mai, 20-27.
- Saurer W., Achermann J., Tièche D., Rudin P. M. & Mändli K., 1991. Das Bewertungsschema 90 für die Qualitätsbeurteilung von Weizenzüchtungen. *Landwirtschaft Schweiz* **4**, 55-57.
- Schwaerzel R., Levy L., Menzi M., Anders M., Winzler H. & Dörnte J., 2006. Comparaison de deux réseaux d'essais variétaux de blé d'automne en cultures biologique et extensive. *Rev. suisse Agric.* **38** (1), 35-40.
- Wieser H. & Seilmeier W., 1998. The influence of nitrogen fertilisation on quantities and proportions of different protein types in wheat flour. *J. Sci. Food Agric.* **76**, 49-55.