

## La sélection du blé de printemps en Suisse

C. BRABANT, D. FOSSATI et G. KLEIJER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, CH-1260 Nyon 1

@ E-mail: cecile.brabant@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 22 36 34 427.



### Résumé

Cet article présente le programme de sélection de blé de printemps de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins et ses principaux résultats en Suisse et dans le monde. Depuis les premiers croisements réalisés en 1947, la sélection suisse du blé de printemps cherche à obtenir des variétés d'excellente qualité boulangère (classes I ou TOP) et de très bonne résistance aux maladies. Aujourd'hui, la variété GREINA (classe I) est la plus cultivée en Suisse. La nouvelle variété FIORINA combine une très bonne qualité boulangère (classe TOP), un rendement élevé et une très bonne résistance au froid. L'analyse des gluténines dans nos lignées et variétés suisses nous a révélé des allèles rares. Ces derniers jouent un rôle positif dans la qualité boulangère et seront utilisés dans de futurs croisements.

### Le blé de printemps en Suisse

Dans le monde, le blé de printemps est majoritaire mais, en Suisse, ce type a toujours joué un rôle secondaire par rapport au blé d'automne. Il n'occupe en moyenne que 14% des surfaces de blé d'automne depuis les années cinquante. La raison de cette position marginale réside dans son plus faible rendement. Le soutien accordé aux agriculteurs pour la couverture des sols en hiver a encore accentué la diminution des surfaces cultivées en Suisse durant ces dernières années. Malgré cette position marginale, le blé de printemps est sélectionné et cultivé en Suisse pour diverses raisons: lors d'années à hiver rude (comme 1956, 1975 et 2003) et mauvaises conditions de semis d'automne, le blé de printemps peut se substituer au blé d'automne (fig.1). Il a ainsi respectivement représenté 72% et

45% des blés cultivés en 1956 (Oehler *et al.*, 1956) et 1975. En 2003, le blé de printemps a occupé 17,8% des emblavures, dont 15,4% avec la variété Greina. Par ailleurs, les variétés sélectionnées à Changins ont la particularité de posséder une très bonne qualité boulangère. Elles appartiennent essentiel-

lement aux classes Top et I, les classes de qualité les plus élevées dans le système de l'interprofession swissgranum. Ces caractéristiques propres au blé de printemps suisse permettent, lors de croisements avec du blé d'automne, d'obtenir des variétés supportant d'être semées en automne et cumulant une

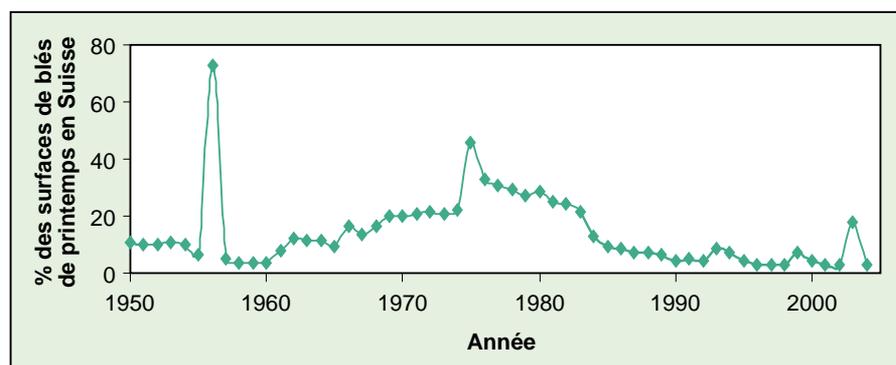


Fig. 1. Variation de la part de blé de printemps par rapport au blé d'automne de 1950 à 2004 (source swiss granum, OFAG, USP).

bonne qualité boulangère et un bon rendement. Le blé de printemps, en apportant une diversification dans les sources génétiques, joue un rôle non négligeable dans la sélection du blé d'automne.

## Méthode de sélection

Le programme suisse a toujours été orienté vers une qualité boulangère la plus élevée possible, la résistance aux maladies et le rendement économique. La **qualité boulangère** est un caractère très complexe auquel contribuent beaucoup de facteurs. Le grain de blé contient de nombreux composants dont les plus importants sont l'amidon et les protéines. Pour cela, la qualité boulangère nécessite de nombreux tests pour cerner tous ses aspects (Kleijer, 2002). Le défi pour le sélectionneur est d'obtenir une variété de très bonne qualité boulangère qui assure un rendement supérieur aux variétés déjà existantes dans la même classe de qualité.

La **sélection de variétés résistantes aux maladies** permettant d'éviter tout traitement fongicide est le second critère pris en compte dans la sélection du blé suisse (Michel, 2001), notamment vis-à-vis de l'oïdium, la rouille jaune, la rouille brune, des septorioses et de la fusariose, les maladies du blé de printemps les plus favorisées par nos conditions climatiques.

Le **rendement** reste un critère de choix majeur. Les variétés sélectionnées pour leur bon rendement ont en général un taux de protéines plus bas (proche de 12 à 14%). Elles gardent une bonne qualité boulangère (Indice de Zeleny élevé, bonne résistance au pétrissage, bonne extensibilité de la pâte et volume de pain élevé). En effet, le taux de protéines n'est pas toujours très bien corrélé avec la qualité boulangère (fig. 2).

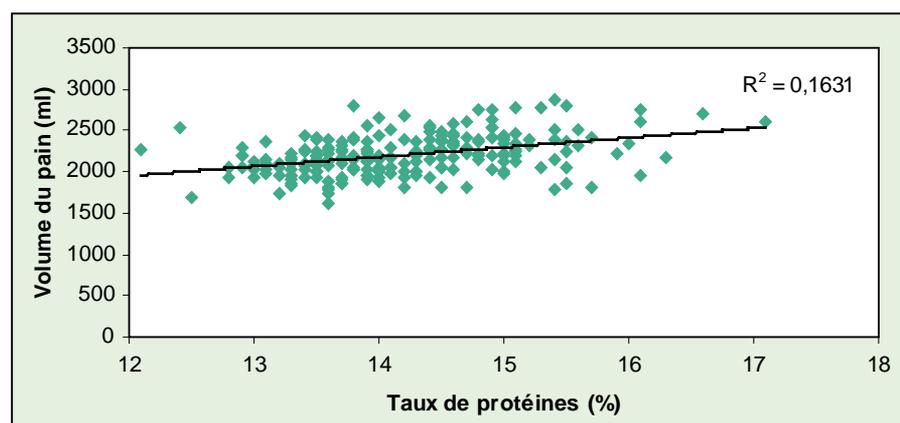


Fig. 2. Relation entre le volume du pain et le taux de protéines (essais d'homologation de 1982 à 2003).

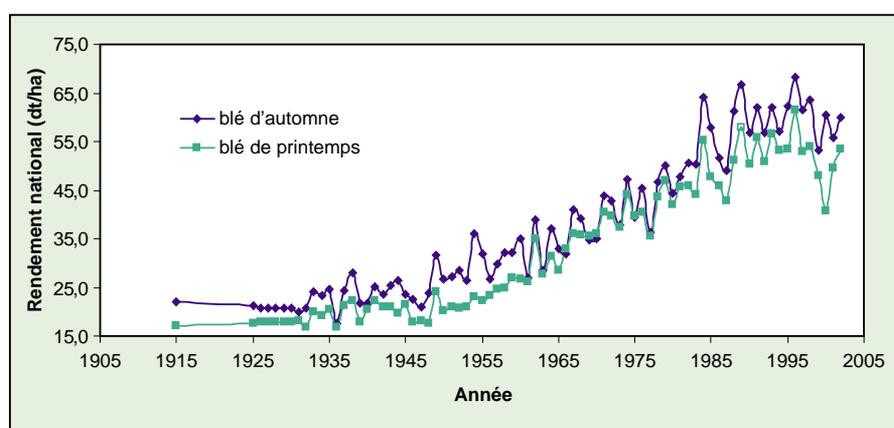


Fig. 3. Progression du rendement national du blé. Comparaison entre le blé de printemps et le blé d'automne (sources: USP; OFAG; Hubert, 1956; 1978).

Grâce aux progrès conjoints de la sélection et des techniques culturales, le rendement national de blé de printemps a augmenté d'environ 30 dt/ha de 1950 à 2002 (fig. 3). Cette progression rapide du rendement à partir des années cinquante a été observée également pour les blés d'automne. En moyenne, le blé de printemps obtient un rendement de 55 dt/ha, inférieur de 5 dt/ha par rapport à celui du blé d'automne.

La méthode de sélection suit un schéma classique pour les espèces autogames (fig. 4). Il est presque identique à celui du blé d'automne à quelques originalités près (Fossati et Brabant, 2003). Le schéma diffère, tout d'abord, par le nombre réduit de croisements, qui n'est que d'une centaine pour les blés de printemps. Environ 5% des croisements se font entre des lignées de blé de printemps et de blé d'automne. Ces croisements sont intéressants à la fois pour le programme de blé d'automne pour y améliorer la qualité boulangère et pour le programme de blé de printemps pour y augmenter le rendement. 80% des croisements comportent des lignées avancées de blé de printemps du programme de sélection suisse et 15%

sont réalisés entre des lignées suisses et des génotypes étrangers. Ces variétés étrangères sont testées pendant au moins deux ans dans un essai particulier où des notations de précocité, de hauteur, de sensibilité aux maladies et des tests de qualités (taux de protéine, dureté, indice de Zeleny) sont effectués. Ce sont en général des variétés allemandes ou autrichiennes de classe A ou E (classe équivalente à la classe I ou Top), des variétés françaises de classe A (blé améliorant) ou BPS (blé panifiable supérieur), des variétés des pays d'Europe de l'Est et des variétés d'Amérique du Nord et du Sud de bonne qualité boulangère.

Des blés de printemps provenant d'essais du CIMMYT (*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo*: voir encadré) sont également utilisés comme géniteurs. Nous nous engageons à retourner toutes les notations prises au champ sur ce matériel envoyé, en échange de son utilisation comme géniteurs. En général, les populations de blés de printemps de cette origine sont assez précoces, de taille moyenne, assez sensibles à l'oïdium et de bonne qualité boulangère. Le rôle de ce pool génétique est très important et permet, par des origines très différentes, d'élargir la variabilité génétique des lignées sélectionnées.

Le programme de sélection du blé de printemps diffère aussi de celui du blé d'automne par le fait que les grains F1 obtenus à partir de cette centaine de croisements sont envoyés au Chili pendant notre hiver afin d'être multipliés en contre-saison. La semence F2 nous est retournée au mois de février pour être multipliée en Suisse. Cette semence récoltée en Suisse est réexpédiée au Chili (graines F3) pour une dernière multiplication. Cette méthode nous permet ainsi de raccourcir de deux ans la durée du schéma de sélection. De la 4<sup>e</sup> à la 7<sup>e</sup> gé-

nération (plante F4 à F7), la sélection du blé de printemps s'effectue selon le même schéma que le blé d'automne (Fosati et Brabant, 2003). Lors de la 1<sup>re</sup> année d'essais de rendement (plante F8), les lignées de blé de printemps sont testées également en semis d'automne. Celles qui semblent le mieux s'adapter continueront également dans ce programme. Dès ce stade, Delley Semences et Plantes SA (DSP) assure la sélection conservatrice et la production de semences des lignées. La durée entre le croisement et l'inscription d'une variété est au minimum de dix ans et une à trois variétés sont inscrites en Suisse par an.

Après trois ans d'essais de rendement, il arrive que la lignée ne soit pas assez homogène. Elle sera éliminée si elle s'avère infixable ou elle restera un an de plus en essai de rendement avant de pouvoir être proposée en essai officiel.

## Obtentions d'hier et d'aujourd'hui en Suisse

### Principales variétés cultivées en Suisse

Dès 1936, les stations fédérales recherchent un grand nombre de variétés étrangères adaptées aux conditions helvétiques (Zweifel et Keller, 1952). Les premiers croisements de blé de printemps suisses sont réalisés dès 1947 (Popow, comm. pers.). Avant 1950, la variété de blé de printemps canadienne **Huron** était la plus cultivée en Suisse. Puis, les premières variétés de blé de printemps suisses **Relin** et **Hinal** arrivèrent sur le marché en 1963 (fig. 5; tabl.1). Ces deux variétés

## Qu'est-ce que le CIMMYT?

Le CIMMYT est un centre de recherches et de formation sans but lucratif, fondé à Mexico en 1943, qui a pour objectifs d'améliorer la productivité et la rentabilité des cultures de blés et de maïs, d'augmenter la sécurité alimentaire dans une centaine de pays en développement d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine. Le blé et le maïs ont été choisis comme espèces à améliorer car, selon la FAO, ils couvrent environ 40% de la nourriture du monde et 25% des calories consommées dans les pays en voie de développement.

Des variétés de blé développées par le CIMMYT sont semées sur plus de 64 millions d'hectares dans les pays en voie de développement, ce qui représente plus de 75% des variétés modernes de blé cultivées dans ces pays.

Le CIMMYT gère des programmes de recherches portant sur l'amélioration alimentaire en Afrique, en Asie et en Amérique du Sud, sur l'intensification et l'optimisation des cultures et sur les ressources génétiques. Ces programmes rassemblent des scientifiques de nombreuses disciplines: sciences sociales, biotechnologie, amélioration du blé et du maïs.

Le CIMMYT organise des essais dans de nombreux pays, dont la Suisse, afin de mieux connaître la valeur agronomique de leurs populations et de mieux les valoriser dans les pays en développement où elles seront cultivées.

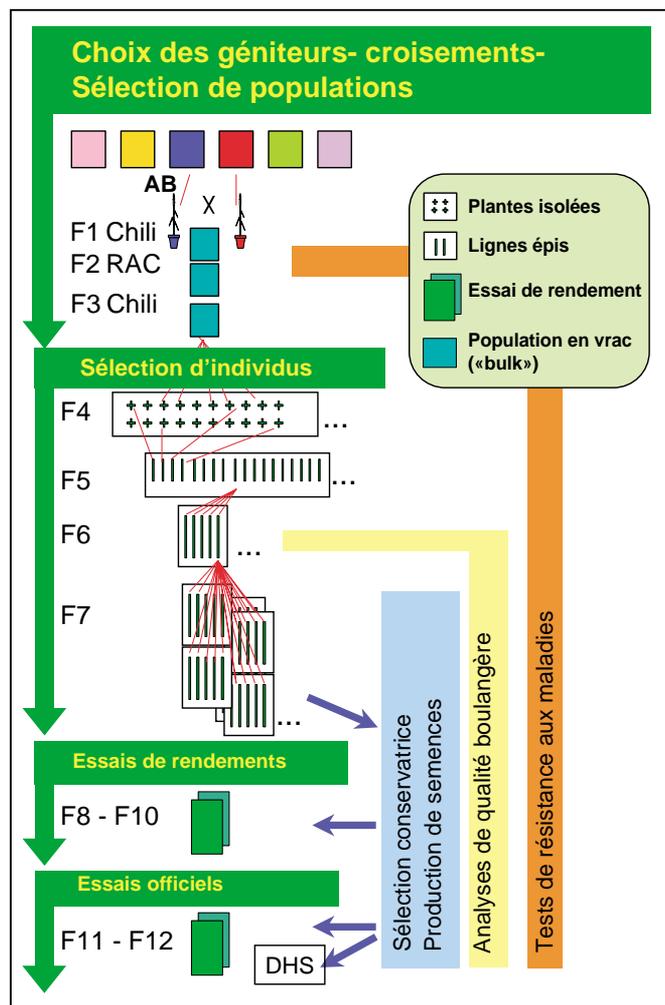


Fig. 4. Schéma de sélection du blé de printemps.

Tableau 1. Variétés de blé de printemps cultivées en Suisse de 1927 à 2005.

Nom des variétés	Année d'inscription	Pays obtenteur	Classe de qualité (équivalence swiss granum)
<b>HURON</b>	1927	Canada/Suisse	TOP
WAGENBURG	~1931	Suisse	
LICHTI I	1953	Allemagne	1
<b>SVENNO</b>	1957	Suède	1
KÄRNTNER	1958	Autriche	1
<b>HINAL</b>	1963	Suisse	1
<b>RELIN</b>	1963	Suisse	1
ARKA	1964	Suisse	
RONEGA	1966	Suisse	1
GRANAT	1970	Suisse	
<b>LITA</b>	1972	Suisse	1
<b>TANO</b>	1972	Suisse	1
<b>KOLIBRI</b>	1972	Allemagne	2
<b>CALANDA</b>	1979	Suisse	TOP
<b>WALTER</b>	1980	Suède	2
BESSO	1982	Suisse	2
HERMES	1982	Allemagne	2
<b>ORELLO</b>	1982	Suisse	1
<b>ALBIS</b>	1983	Suisse	TOP
DADORA	1984	Suisse	1
<b>REMI</b>	1986	Suisse	1
<b>FRISAL</b>	1987	Suisse	2
<b>LONA</b>	1991	Suisse	TOP
BALMI	1994	Suisse	1
GOLIN	1994	Suisse	2
<b>GREINA</b>	1994	Suisse	1
TORONIT	1996	Suisse	2
MOLERA	1997	Suisse	1
PIZOL	1997	Suisse	1
FIORINA	2001	Suisse	TOP
TIRONE	2002	Suisse	TOP
NADRO	2002	Suisse	TOP
ALETSCHE	2004	Suisse	1
TOGANO	2004	Suisse	TOP
CARASSO	2005	Suisse	TOP

En gras, les variétés les plus importantes.

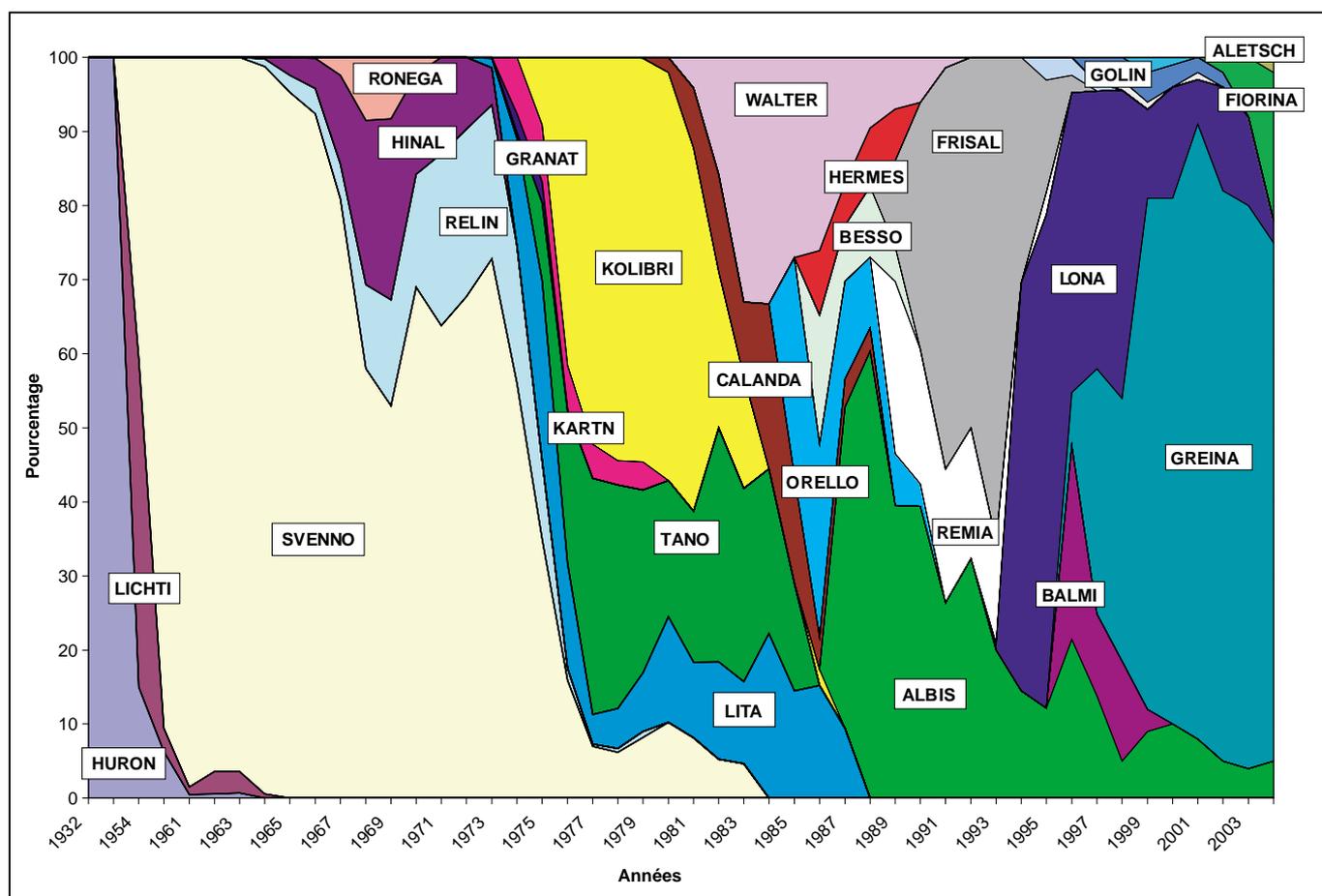


Fig. 5. Part des variétés de blé de printemps cultivées en Suisse de 1932 à 2004 (source FSS/DSP, vente de semences).

étaient de classe I. **Relin** possédait un bon rendement et une bonne résistance aux différentes maladies, particulièrement à la rouille brune (Popow, 1964). A cette période, la variété suédoise **Svenno** a eu beaucoup de succès en Suisse grâce à son très bon rendement (Zweifel et Pugat, 1957). Puis suivirent les variétés **Ronega**, **Granat** et **Lita**. Après cette première «généra-

tion» issue de parents allemands et nord-américains, les géniteurs des variétés suivantes **Tano**, **Calanda**, **Albis** et **Lona** sont italiens et sud-américains, Lona (obtention RAC-FAL de classe TOP) ayant la particularité d'être suffisamment résistante au froid et de pouvoir aussi être semée en automne. La variété **Greina** (obtention RAC-FAL), précoce et productive pour sa

qualité de classe I, est inscrite en 1994 (tabl. 2). Elle est actuellement la variété de blé de printemps la plus semée en automne en Suisse, malgré sa sensibilité au froid. Les parcelles de Greina ont d'ailleurs subi de graves dégâts de gel durant ces deux dernières années. Actuellement, la variété **Fiorina** (obtention FAL-DSP) est la plus prometteuse (fig. 6), car elle combine une très

Tableau 2. Principales caractéristiques de quelques variétés de blé de printemps suisses (issues des essais d'homologation de 2001 à 2004).

Nom des variétés	AGRONOMIE					MALADIES						Indice de Zeleny	Taux de protéine (%)	Dureté (%)
	Rendement absolu (dt/ha)	PMG (g)	PHL (kg)	Hauteur (cm)	Précocité	Oïdium (note)	Rouille jaune (note)	Rouille brune (note)	Septoriose sur feuille (index)	Septoriose sur épi (index)	Fusariose sur épi (note)			
Lona	55	38	80	90	M	3	3	5	102	128	5	<b>66</b>	15	23
Greina	<b>56</b>	39	83	84	P	5	4	<b>1</b>	133	137	5	<b>62</b>	14	22
Toronit	<b>60</b>	40	79	87	T	4	4	3	112	95	4	54	14	23
Fiorina	<b>62</b>	41	80	92	M	<b>2</b>	<b>2</b>	3	107	128	4	57	15	24
Aletsch	<b>58</b>	38	83	97	M	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>85</b>	<b>88</b>	5	58	15	23
Togano	<b>57</b>	43	79	90	T	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>90</b>	<b>89</b>	5	<b>65</b>	16	21
Carasso	<b>62</b>	39	82	90	T	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>63</b>	<b>90</b>	5	<b>60</b>	15	25

Les notes de maladies vont de 1 à 9 : 1 = sans symptômes; 9 = feuilles ou épis complètement infectés. Pour les septorioses, plus l'index est élevé, plus la plante est sensible.

Les chiffres en gras représentent les meilleures valeurs. Précocité: T = tardif; M = moyen; P = précoce.



Fig. 6. La nouvelle variété de classe TOP Fiorina en Suisse.

bonne qualité boulangère (classe TOP), un bon rendement et de très bonnes résistances aux maladies (tabl. 2). De plus, cette variété semée en automne semble bien résister au froid. De nouvelles variétés de classe I et TOP viennent compléter l'offre, comme **Aletsch** et **Carasso** (obtentions FAL-DSP) homologuées en 2004 et 2005. Elles possèdent une meilleure résistance aux maladies (moins sensibles à l'oïdium et aux septorioses) que Greina (tabl. 2), alliée à un bon rendement. Ces deux variétés sont déjà recommandées par swiss granum pour la récolte 2006.

QUALITÉ BOULANGÈRE			
Absorption en eau (%)	Résistance au pétrissage (min)	Résistance de la pâte à l'extension (surface)	Volume du pain Pully (ml)
64	6	106	2195
64	5	98	2195
62	6	76	1920
63	6	94	2235
60	5	93	2928
66	5	110	2333
61	7	112	2125

## Composition allélique des variétés suisses

La composition allélique des gluténines (voir encadré) de 65 lignées et variétés de blé de printemps suisse a été étudiée à Changins. Le tableau 3 montre les allèles de quelques-unes de ces lignées et variétés.

La méthode d'électrophorèse sur gel d'acrylamide (fig. 7) permet de séparer les protéines selon leur taille (Singh *et al.*, 1991). Ainsi, les gluténines à haut poids moléculaire (HPM), de plus grande taille, migrent plus lentement

que les gluténines à faible poids moléculaire (FPM) qui se situent dans le bas du gel. Chaque bande correspond à un allèle.

La corrélation entre le score de qualité et l'indice de Zeleny (un indice élevé témoigne d'une bonne qualité de protéines) a été calculée pour les 65 génotypes (tabl. 3). Le score de qualité attribuée à chaque allèle codant pour les gluténines HPM un nombre de points variable selon sa corrélation avec une bonne qualité boulangère (Branlard *et al.*, 1992). La corrélation entre l'indice de Zeleny et le score de qualité est

Tableau 3. Composition allélique de quelques lignées et variétés de blé de printemps\*.

Numéro de lignées	Nom de variétés	Score de qualité (Branlard)	Indice de Zeleny	Gluténines HPM			Gluténines FPM		
				GluA1	GluB1	GluD1	GluA3	GluB3	GluD3
211.10537	LONA	?	70	1	14-15	2-12	a	g	c
211.11158	TORONIT	35	50	2*	7-9	5-10	a	j	b
211.11222	PIZOL	53	66	1	7	5-10	a	g	a
211.11225	TIRONE	32	61	2*	7-9	5-10	a	j	b
211.11363	MOLERA	45	66	nul	7-8	5-10	a	c	c
211.11489	FIORINA	?	61	1	14-15	5-10	a	i	b
211.11647	NADRO	60	59	1	7-8	5-10	ef	c	b
211.11924	ALETSCHE	60	63	1	7-8	5-10	a	g	c
211.12037	TOGANO	50	67	nul	7-9	5-10	ef	g	c
211.12079	CARASSO	65	57	1	7-9	5-10	a	c	a
211.12243	BRUSINO	?	57	nul	14-15	2-12	a	c	a
211.12246	CASANA	?	63	1	14-15	2-12	a	g	c
211.12283	QUARNA	60	64	1	7-8	5-10	a	c	c
211.12383	SCALIN	?	62	2"	7-9	5-10	ef	g	c
211.12083		?	60	nul	14-15	5-10	a	c	a
211.12117		68	60	2*	7	5-10	ef	g	b
211.12162		?	59	2"	7-9	5-10	a	g	b
211.12178		42	62	1	7-9	2-12	a	c	c
211.12185		65	57	1	7-9	5-10	a	c	b
211.12277		60	67	1	7-8	5-10	a	g	b
211.12293		?	66	2"	7-9	5-10	ef	c	c
211.12313		?	62	2"	7-9	5-10	a	g	c
211.12337		80	59	2*	7-9	5-10	a	c	b
211.12435		?	63	nul	14-15	2-12	ef	g	c
211.12462		53	58	1	7	5-10	a	g	b
211.12465		37	67	1	7-8	2-12	d	c	c
211.12494		60	63	1	7-8	5-10	ef	c	c
211.12500		60	68	1	7-9	5-10	a	c	c
211.12509		80	65	2*	7-9	5-10	a	c	b
211.12514		65	65	1	7-9	5-10	a	g	c
211.12524		65	57	1	7-9	5-10	ef	g	c
211.12554		37	53	1	7-8	2-12	a	c	c
211.12611		65	66	1	7-9	5-10	a	g	c
211.12687		80	67	2*	7-9	5-10	ef	g	c
211.12050		37	61	1	7-8	2-12	a	c	b
211.12014		?	65	2"	7-9	5-10	a	c	c

? = lignées possédant les allèles «14-15» ou «2"», allèles rares qui n'ont pas de score de qualité.

\*Les données sur allèles des génotypes ne figurant pas dans ce tableau sont disponibles auprès de l'auteur.

## Les gluténines du blé et leur rôle dans la qualité boulangère

Les gluténines constituent, avec les gliadines, les protéines de réserve du blé et se trouvent dans l'albumen du grain. Elles jouent un rôle important dans la qualité boulangère du blé.

Les gluténines sont classées en gluténines à **haut poids moléculaire (HPM)** et à **faible poids moléculaire (FPM)**. Les allèles codant pour les gluténines à HPM sont situés sur les loci Glu-A1, Glu-B1 et Glu-D1 dans les chromosomes du groupe 1 et les allèles codant pour les gluténines à FPM sur les loci Glu-A3, Glu-B3 et Glu-D3 dans les chromosomes du groupe 3.

Jusqu'à présent, la principale méthode d'évaluation de la qualité boulangère d'un blé à travers sa composition allélique se fait grâce à un score de qualité établi par Payne (1987) et repris par Branlard *et al.* (1992). Ce score de qualité correspond à un nombre de points attribué à chaque allèle du locus Glu-1 (Glu-A1, Glu-B1 et Glu-D1) selon sa corrélation avec une bonne qualité boulangère. Ainsi, les allèles «5-10» codés par le locus Glu-D1 et l'allèle «2\*» du locus Glu-A1 ont un score de qualité d'après Branlard de 30 (bonne qualité boulangère), tandis que l'allèle «6-8» codé par Glu-B1 n'obtient qu'un score de 2. Notons cependant que ce score de qualité n'est pas disponible pour tous les allèles de Glu-1. En effet, l'effet des allèles rares (comme les allèles «14-15» du locus Glu-B1 et l'allèle «2''» du locus Glu-A1) sur la qualité boulangère n'a pas pu être étudié.

L'implication des gluténines à FPM dans la qualité boulangère d'un blé est de plus en plus soulignée. Bien que leur rôle soit moins important que les gluténines à HPM, leur influence sur différents paramètres de la pâte est indéniable (Khélifi et Branlard, 1992).

Branlard *et al.* (2001) ont montré que l'allèle «d» au locus Glu-A3 semble conférer un meilleur indice de Zeleny et une meilleure extensibilité à la pâte. L'allèle «a» de ce même locus est par contre à l'origine d'une bonne ténacité de la pâte. Ce même auteur a pu mettre en évidence que l'allèle «b» du locus Glu-B3 conférait globalement de meilleures caractéristiques boulangères. Enfin, cette étude a démontré que l'allèle «a» du locus Glu-D3 semblait préférable aux autres en sélection pour la qualité boulangère.

**Tableau 4. Proportions des différents allèles trouvés dans 65 génotypes de blé de printemps suisses.**

Type gluténines	Locus	Allèles	Proportion (%)
HPM	Glu-A1	2*/2''	31
		1 nul	46 23
	Glu-B1	7-8 7-9 7 14+15	25 54 8 14
	Glu-D1	2-12 5-10	17 83
FPM	Glu-A3	a ef d	83 15 2
	Glu-B3	g c i j	31 65 2 3
	Glu-D3	a b c	11 20 69

En gras, les allèles les plus fréquents.

quent. Certains blés de printemps possèdent l'allèle rare «2''», proche de «2\*», lié à une très bonne qualité boulangère (Branlard, comm. pers.). Au locus Glu-B1, les allèles «7-9» sont les plus fréquents (54%). Ces allèles influencent positivement la qualité boulangère (Branlard *et al.*, 1992). Certains blés de printemps possèdent les allèles rares «14-15» (14%) qui proviennent des variétés néo-zélandaises et qui auraient un effet positif sur la qualité (Branlard, comm. pers.). Au locus Glu-D1, les variétés possèdent en majorité les allèles «5-10» (83%). Les allèles «5-10» amènent une très bonne qualité boulangère (Branlard *et al.*, 1992). Au locus Glu-A3, la majorité des variétés possèdent l'allèle «a» (83%), source de bonne qualité (Branlard *et al.*, 2001). Certaines variétés ont les allèles «ef» qui confèrent une moins bonne ténacité à la pâte (Branlard *et al.*, 2001). Pourtant, les blés suisses possédant ces allèles «ef» ont une bonne qualité. Cette observation peut s'expliquer par le fait que les blés suisses ont un gluten très tenace et que les allèles «ef» permettent globalement d'avoir un pain de meilleure qualité boulangère. Au locus Glu-B3, 65% des variétés possèdent l'allèle «c». De plus, quelques variétés comme Toronit possèdent l'allèle «j». Cet allèle «j» montre que ces variétés ont une translocation 1B/1R (un bout de chromosome de seigle) qui a une influence néfaste sur la qualité. Toronit est une variété de blé de prin-

faible ( $r = 0,17$ ). Ainsi les gluténines HPM n'expliquent pas à elles seules la qualité boulangère des blés de printemps. D'autres protéines (comme les gluténines FPM et les gliadines) et la proportion des différents types de protéines joueraient également un rôle

important dans ce critère (Branlard, comm. pers.).

A partir de la composition allélique des 65 génotypes de blés de printemps, la fréquence de chaque allèle a été calculée en pourcentage (tabl. 4). Au locus Glu-A1, l'allèle «1» est le plus fré-

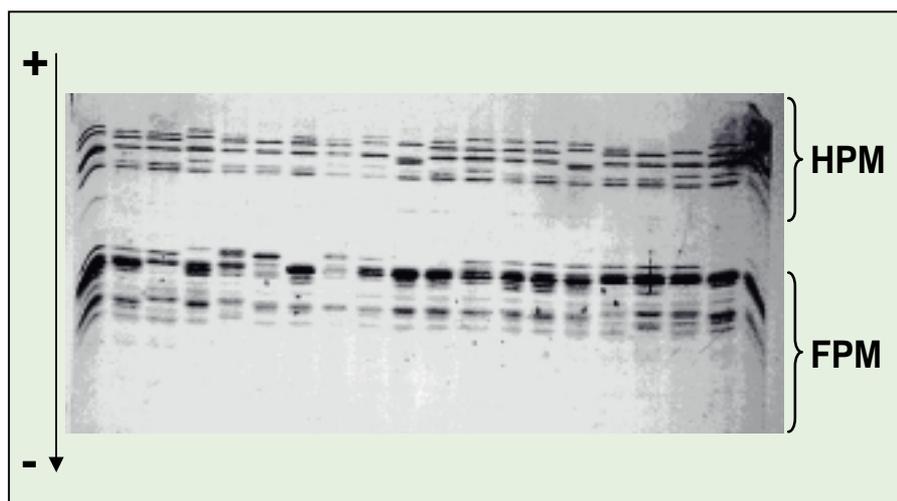


Fig. 7. Electrophorèse S.D.S Page de quelques variétés et lignées de blé de printemps suisse.

**Tableau 5. Variétés de blé de printemps suisses inscrites à l'étranger.**

Nom des variétés	Année d'inscription à l'étranger	Pays	Classe de qualité (équivalence swiss granum)
Bakker gold	2003	Nouvelle-Zélande	TOP
Cornera	2002	Italie	1
Diablon	1998	Italie	1
Greina	1995 1998 1999 2001	Espagne Argentine Portugal Uruguay	1
Lona	1996 1997 1999 2001	Hongrie France Argentine Uruguay	TOP
Molera	2003	Nouvelle-Zélande	1
Nadro	2002	Hongrie	TOP-1
Quantum (synonyme Dandy aux USA)	1996	Canada/USA	1
606 (synonyme Granite aux USA)	2003	Canada/USA	1
Quarna	2004	Suède	TOP
Toronit	2000	France	2
Turelli	2002	Italie	1



Fig. 8. Farine et mie jaunes de la variété Toronit, comparées à celles de la variété Lona.

temps de classe II dont la qualité moyenne s'explique sûrement par cette translocation. Au locus Glu-D3, l'allèle «c» majoritaire (69%) n'a pas un effet très positif sur la qualité boulangère, principalement sur la force de la pâte. Mais ce locus Glu-D3 joue un rôle assez faible dans la qualité (Branlard *et al.*, 2001).

Quel que soit le locus des gluténines à HPM, les allèles les plus fréquents dans les 65 génotypes étudiés à Agroscope sont associés à une bonne qualité boulangère: l'allèle «1» et «2\*» de Glu-A1, l'allèle «7-9» de Glu-B1, et l'allèle «5-10» de Glu-D1.

Des électrophorèses sont effectuées chaque année à Changins sur les géniteurs utilisés dans les croisements de blés suisses. Elles permettent de faire des croisements combinant les allèles les plus favorables à la qualité boulangère.

## Succès des blés de printemps suisses à l'étranger

Des variétés suisses sont cultivées avec succès sur 350 000 ha hors de nos frontières: en France, en Argentine, en Uruguay, au Canada, aux Etats-Unis, en

Italie, en Espagne, au Portugal, en Hongrie, en Nouvelle-Zélande et en Suède. Ces variétés sont représentées par DSP (tabl. 5).

En France, l'obtention FAL/DSP **Toronit** (classe II) inscrite en 2000 est bien appréciée pour son aptitude à donner une farine et une mie de couleur jaune (fig. 8). Cette variété trouve des dé-

bouchés dans la pâtisserie. La variété **Greina** est inscrite dans de nombreux pays et a été cultivée sur de nombreux hectares en Argentine (fig. 9). En Nouvelle-Zélande, la variété **Bakker Gold** (classe Top) remporte un fort succès grâce à ses caractéristiques agronomiques et qualitatives. Son rendement est supérieur aux variétés néo-zélandaises



Fig. 9. La variété Greina en Argentine.

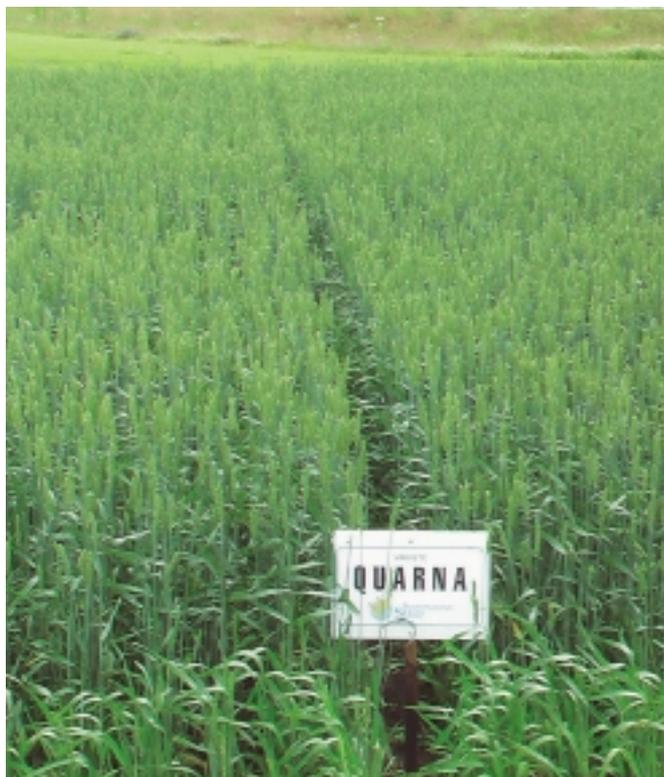


Fig. 10. La variété Quarna en Suède.

Monad et Otane. La variété précoce **Quarna** (obtention FAL/DSP; fig. 10) est inscrite en Suède.

La variété **Granite** (obtention RAC/FAL) est cultivée sur 200 000 ha en 2005 au Dakota du Nord, soit 7,3% des surfaces. Elle est la quatrième variété la plus cultivée dans cette région.

## Conclusions

- Le programme de sélection suisse a créé un grand nombre de variétés de blés de printemps combinant une très bonne qualité boulangère et une bonne résistance aux maladies. Ces obtentions trouvent également leur place à l'étranger.
- Le programme de sélection de blé de printemps suisse se situe en interface entre les programmes du nord (Allemagne, Autriche, République tchèque), dont les variétés sont en général trop tardives pour les conditions suisses, et les programmes du sud, dont les variétés sont très précoces et souvent assez sensibles aux maladies dans nos conditions.
- La poursuite de nos trois objectifs de sélection – qualité boulangère, résistance aux maladies et rendement – ainsi que l'intégration de nouvelles analyses d'électrophorèse permettront de continuer d'apporter un soutien à notre agriculture en créant des variétés toujours mieux adaptées à nos conditions.

## Remerciements

Nous remercions tous nos collègues de la section Amélioration des plantes et plus particulièrement P. Pignon, C. Sterchi et M. Pittet, pour leur assistance technique dans les essais, de même que J.-F. Parisod et Ph. Esselborn pour la réalisation des électrophorèses et des tests de qualité. Merci également à nos partenaires H. Winzeler et J. Dornt de Delley Semences et Plantes SA, M. Menzi de la FAL, J.-Cl. Uzac de R. Rolly Sarl,

## Summary

### The spring wheat breeding program in Switzerland

This article presents the spring wheat breeding program at the Swiss federal research station of Changins and its results in Switzerland and in the world. Since the first Swiss crosses in 1947, the selection of spring wheat aims to obtain varieties of excellent baking quality (classes I or TOP) and very good disease resistance. Today, cv. GREINA (class I) is the most cultivated in Switzerland. The variety FIORINA combines a very good baking quality (class TOP) to a very high yield and good cold resistance. The analysis of the glutenins in Swiss lines and varieties revealed rare alleles, which have a positive role for baking quality. They will be used in future crosses.

**Key words:** spring wheat breeding, baking quality, glutenins, yield, disease resistance, Switzerland.

## Zusammenfassung

### Das Zuchtprogramm für Sommerweizen in der Schweiz

In diesem Bericht werden das Zuchtprogramm für Sommerweizen der Forschungsanstalt Changins und dessen Resultate, welche in der Schweiz und weltweit erzielt wurden, vorgestellt. Das Ziel der Sommerweizenzüchtung ist, seit den ersten Kreuzungen im Jahr 1947, Sorten mit bester Backqualität (Klassen I oder TOP) und sehr guter Krankheitsresistenz zu züchten. Die Sorte GREINA (Klasse I) ist heute die meistangebaute Sorte in der Schweiz. Die Sorte FIORINA besticht durch seine sehr gute Backqualität (Klasse TOP), den sehr guten Ertrag und die Kälteresistenz. Im Rahmen des Zuchtprogramms konnte mittels Elektrophorese bei 65 Schweizer Sommerweizenzüchtlinien die Allelzusammensetzung der Glutenine bestimmt werden. Diese seltenen Allele haben einen positiven Einfluss auf die Backqualität und werden in den zukünftigen Kreuzungen verwendet.

G. Branlard de l'INRA de Clermont-Ferrand et D. Thomas du laboratoire de biotechnologie *in vitro* à Changins pour leur -excellente collaboration et leur grand intérêt concernant tous les aspects de la sélection.

## Bibliographie

- Branlard G., Pierre J. & Rousset M., 1992. Selection indexes for quality evaluation in wheat breeding. *Theor. appl. Genetics* **84**, 57-64.
- Branlard G., Dardevet M., Saccomano R., Lagoutte F. & Gourdon J., 2001. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica* **119**, 59-67.
- Fossati D. & Brabant C., 2003. La sélection du blé en Suisse. *Revue suisse Agric.* **35** (4), 169-180.
- Khelifi D. & Branlard G., 1992. The effects of HMW and LMW subunits of glutenins and of gliadins on the technological quality of progeny from 4 crosses between poor breadmaking quality and strong wheat cultivars. *Journal of Cereal Science* **16**, 195-209.
- Kleijer G., 2002. Sélection des variétés de blés pour la qualité boulangère. *Revue suisse Agric.* **34** (6), 243-250.
- Michel V., 2001. La sélection de variétés de blé et de triticale résistantes aux maladies. *Revue suisse Agric.* **33** (4), 133-140.
- Oehler E., Zweifel J. & Ingold M., 1956. L'hiver 1955-1956. Ses douloureuses conséquences pour les cultures en Suisse romande. II. Les céréales. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* **12** (11), 96-100.
- Payne P., 1987. Genetics of wheat storage proteins and effect of the allelic variation on bread-making quality. *Annu. Rev. Plant. Physiol.* **38**, 141-153.
- Popow G., 1964. Relin und Hinal, zwei neue Sommerweizensorten. *Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft* **8**, 113-121.
- Singh N. K., Shperherd K. W. & Cornish B. G., 1991. Rapid communication: a simplified SDS-PAGE procedure for separating LMW subunits of glutenin. *Journal of Cereal Science* **14**, 203-208.
- Zweifel J. & Keller C., 1952. Le froment de printemps Lichti. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* **12** (7), 93-95.
- Zweifel J. & Pugnât C., 1957. Le froment de printemps Svenno. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* **17** (7), 50-53.