



Résultats de recherches BIO



BLÉS POPULATIONS EN HAUTE-LOIRE : 4 ANNÉES DE RECHERCHES

De la culture à la panification : résultats et recommandations



Edition 2018

Table des matières

Présentation du travail de recherche sur les blés populations en Haute-Loire.....	4
Blés populations, de quoi parlons-nous ?	5
PARTIE 1 : PRESENTATION DES RESULTATS PLURIANNUELS.....	6
A_ Résultats agronomiques.....	7
Contexte pédoclimatique 2015-2018.....	8
Précocité des variétés	9
Tolérance au froid	10
Tolérance à la verse.....	11
Tolérance aux maladies.....	12
Potentiel de rendement	13
Rendements moyens pluriannuels.....	13
Régularité temporelle des rendements	14
Développement végétatif et couverture de sol	15
Protéines	16
Teneurs moyennes en protéines.....	16
Profil rendement-protéines.....	17
B_ Qualité nutritionnelle et aptitudes technologiques.....	18
Précautions.....	19
Minéraux totaux.....	19
Protéines et gluten	21
Aspects technologiques.....	21
Aspects nutritionnels.....	21
Mouture et panification	22
C_ Traçabilité.....	23
Contexte	24
BioElectronique de Louis-Claude Vincent (BEV).....	25
Méthode Electrophotonique.....	26
Conclusion et perspectives.....	27
D_ Dynamique de groupe	28
PARTIE 2 : FICHES SYNTHETIQUES PAR VARIETE	30
Blé de Langogne	31
Chiddam	32
Epweisen	33
Fushweisen.....	34

Redon Blanc.....	35
Rouge d'Alsace	36
Rouge de Bordeaux	37
Roussou	38
Sarry Bugda.....	39
PARTIE 3 : TABLEAU SYNTHETIQUE DES RESULTATS.....	40
Remerciements	43

Présentation du travail de recherche sur les blés populations en Haute-Loire

Les résultats exposés dans ce document sur les blés sont le fruit d'une collaboration entre l'entreprise Celnat, Haute-Loire Biologique (salariés et agriculteurs), la Chambre d'Agriculture de Haute-Loire et l'Institut technique de l'agriculture biologique (ITAB).

Le travail partenarial a commencé en 2015 pour déterminer les axes de travail du projet et organiser des premiers essais au champ.

A partir de 2016, le travail sur les blés populations a obtenu le soutien de l'Europe par l'intermédiaire du dispositif Partenariat Européen pour l'Innovation (PEI). Les quatre axes principaux de travail étaient alors le comportement agronomique (essais analytiques aux champs), la qualité nutritionnelle et technologique, la traçabilité et la dynamique du groupe d'agriculteurs.

En 2017, les agriculteurs qui prenaient part à ce travail sur les céréales populations ont décidé de se constituer en GIEE : le GIEE-*Les Epis de Cérès*.

Chaque acteur a pris part au travail présenté dans ce document de la manière suivante.

La Chambre d'agricultures de Haute-Loire a conduit les essais sur quatre ans du semis jusqu'à la récolte en passant par des comptages de levée et d'épis et des notations vis-à-vis de leur tolérance au froid, à la verse et aux maladies. Chaque placette a été moissonnée pour mesurer le rendement de chaque variété sur quatre campagnes culturales et évaluer le potentiel de rendement de ces variétés. Les modalités étaient répétées trois fois (quatre répétitions la dernière année) pour renforcer la fiabilité des résultats.

Les agriculteurs adhérents de Haute-Loire Biologique ont mis à disposition les semences de variétés populations pour les essais. L'équipe des salariés de Haute-Loire Biologique a assuré l'animation et la structuration (reconnaissance en GIEE) du groupe d'agriculteurs impliqués dans ce projet. Aujourd'hui, le GIEE – Les épis de Cérès poursuit le travail engagé sur les céréales populations (mises en place de plateformes paysannes, bourse d'échanges, formations, etc). Par ailleurs, Haute-Loire biologique a assuré l'animation globale du projet PEI et a participé au travail sur les plateformes et les analyses avec ces partenaires.

Celnat a effectué des notations sur la morphologie et la physiologie des variétés populations, des mesures sur grain comme le poids spécifique (PS), la teneur en protéines ainsi que des tests technologique (mouture et panification) en collaboration avec les boulangeries La Brivoise.

Enfin, l'ITAB a été sollicité pour son expertise sur la traçabilité dans les filières Bio. Il a contribué au travail présenté dans ce document en testant trois méthodes d'analyses sur grains pour essayer de différencier variétés modernes et variétés populations.

Blés populations, de quoi parlons-nous ?

Il n'est pas aisé de trouver une définition consensuelle des blés populations. Beaucoup de termes existent et sont plus ou moins précis suivant les personnes qui les revendiquent : blés de pays, blés anciens, blés *landrace*¹.

En ce qui nous concerne nous considérons une définition négative des variétés populations ce sont des blés qui ne sont pas des variétés modernes (elles ne sont ni des lignées pures, ni des hybrides) et elles ne sont pas inscrites au catalogue officiel des variétés commerciales. Il faut donc souligner que nous appelons population des variétés issues de sélections paysannes continues (diversité génétique des individus assez forte) et des variétés issues d'accessions de banques de semences (diversité génétique des individus assez faibles).

En ce qui concerne ces essais nous avons qualifié de variétés populations 9 lots de blés dont voici les noms : *Redon Blanc, Epweisen, Rouge d'Alsace, SarryBugda, Roussou, Blé de langogne, Fushweisen, Chiddam, Rouge de Bordeaux*.

Pour nous, ces variétés n'ont pas fait l'objet de sélection moderne, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas des lignées pures et elles ne sont pas inscrites sur le catalogue officiel des variétés commerciales. Malgré tout, quatre années d'essais nous ont permis de constater que certaines populations sont composées d'individus fortement différents sur plusieurs critères (par exemple, populations avec individus barbus et non barbus) alors que d'autres étaient en revanche plutôt homogènes.

Dans la suite, nous utilisons indifféremment les termes variétés populations ou simplement celui de populations pour désigner les neuf lots de blés testés.

Enfin, pour être tout à fait exact, dans la suite du document, il aurait fallu dire systématiquement : "la population de Blé Roussou testée dans cet essai présente des niveaux de rendements dans la moyenne" et non "Roussou présente des niveaux de rendement dans la moyenne" (qui est un raccourci que nous avons beaucoup employé). Sur ce point nous comptons sur l'indulgence du lecteur.

¹ Vindras-Feuillet Camille (ITAB) a essayé de proposer une nomenclature reprenant tous ces termes.

PARTIE 1 : PRESENTATION DES RESULTATS PLURIANNUELS

A_ Résultats agronomiques

Contexte pédoclimatique 2015-2018

Toutes les plateformes d'essais de variétés populations de 2015 à 2018 ont été menées en milieu montagnard.

La première année d'étude en 2015 s'est déroulée à Eycenac (Saint-Christophe sur Dolaison) au GAEC des PRIMEVERES chez M. CHAMARD sur un sol volcanique. Le précédent était une prairie temporaire dactyle / luzerne. L'année suivante la plateforme d'essais des variétés populations a été conduite au lieu-dit Tressac à Polignac chez Thierry VIDAL sur un sol argilo-calcaire. Le précédent était une luzerne. En 2017, les essais ont eu lieu au GAEC AUROS chez Pierre GIBERT. La parcelle se situait sur une parcelle volcanique à 1000m d'altitude au Petit Salettes (Saint-Martin-de-Fugères). Le précédent était également une luzerne. Pour la dernière année la plateforme d'essais variétés populations a été implantée sur une parcelle volcanique à bon potentiel derrière une prairie à dominante dactyle / fétuque / luzerne à 900m d'altitude à Chambe de Bos (Saint-Etienne-Lardeyrol). Cette parcelle était exploitée par le GAEC de l'Artisou.

Faits marquants des campagnes culturales

2015 : chaleur et sécheresse de mai à juillet qui ont pénalisé le rendement des céréales. Les variétés tardives ont été fortement touchées par l'échaudage avec des grosses pertes de rendement à la clé.

2016 : climat frais et humide de mai à juin après un hiver doux sans fortes gelées. Les rendements de céréales cette année ont été excellents, nettement au-dessus des normales. La rouille jaune était bien présente lors de cette campagne, les variétés sensibles à cette maladie ont été impactées.

2017 : mois de janvier froid, rigoureux suivi d'une fin d'hiver et début de printemps ensoleillé et plus chaud que les normales saisonnières. De mi-avril à mi-mai un temps froid et sec s'est installé avec des gelées matinales parfois très fortes. Températures au mois de juin nettement au-dessus des normales mais les précipitations régulières ont tempéré les phénomènes d'échaudage. Les rendements sont dans l'ensemble assez bons.

2018 : beaucoup d'à-coups climatiques lors de cette campagne. L'automne 2017 a été très sec, les céréales n'ont germé qu'au mois de décembre. Le mois de janvier très doux et humide ont permis aux céréales de se développer au cœur de l'hiver et d'atteindre pour beaucoup de variétés le stade 3 feuilles à la fin du mois. Février à l'inverse a été particulièrement froid. Certaines variétés ont fortement souffert. Les conditions climatiques ont été assez fraîches et très humide de mi-mai à mi-juin. Les fortes de chute neige le 13 mai ont été impressionnantes mais n'ont finalement pas porté préjudice aux cultures. La pression septoriose était plus forte qu'habituellement. Les attaques de rouille jaune se sont produites tardivement vers mi-juin et n'ont pas fait beaucoup de dégâts. Résultat, les rendements des variétés sont très hétérogènes. Le potentiel de rendement de certaines variétés a été fortement entamé par l'épisode de gel intense de fin février.

Précocité des variétés

La précocité variétale est un critère primordial dans le choix des variétés en montagne pour éviter les accidents climatiques. Dans le cadre de semis précoces en montagne, les variétés ne doivent pas être trop précoces à montaison pour éviter les risques de gel d'épis au printemps. A l'inverse, pour les semis plus tardifs, la céréale doit atteindre le stade 3 feuilles / début tallage avant les premières fortes gelées pour éviter des pertes de pieds au cours de l'hiver.

Pour les terres superficielles, les variétés doivent être aussi assez précoces à épiaison et terminer rapidement leur cycle pour éviter les phénomènes d'échaudage lors du remplissage du grain. L'échaudage se produit lorsque les températures sont supérieures à 25°C et est aggravé lorsque la céréale ne dispose plus assez d'eau dans le sol.

De manière générale, les variétés populations étudiées sont plus tardives à épiaison que les variétés modernes étudiées dans ces essais. Mais il existe de grandes différences entre les variétés populations étudiées. Il y a près de deux semaines de différences entre la population la plus précoce et la population la plus tardive ! Les notations de date d'épiaison ont été réalisées sur la campagne 2018.

Variétés modernes	Date d'épiaison (50% d'épis visibles)	Variétés populations	Date d'épiaison (50% d'épis visibles)
Athlon	25-mai	SarryBugda	05-juin
Ergo	28-mai	Roussou	06-juin
Arezzo	28-mai	Blé de Langogone	07-juin
Rubisko	30-mai	Rouge d'Alsace	09-juin
Lennox	1-juin	Rouge de Bordeaux	09-juin
Renan	1-juin	Fushweisen	11-juin
Ghayta	2-juin	Redon Blanc	13-juin
Boisseau	2-juin	Chiddam	16-juin
Pirénéo	2-juin	Epweisen	18-juin

Tableau 1 : Date d'épiaison des variétés populations et modernes (campagne 2018)

Précocité variétale : de quoi parle-t-on ?

La *précocité à montaison* est la précocité à laquelle une variété de céréale à paille démarre sa montaison au début de printemps. L'atteinte du stade épi 1cm marque le début de la montaison. Plus une variété est précoce à montaison, plus la date d'atteinte du stade épi 1cm sera tôt au printemps.

La *précocité à épiaison* est la précocité à laquelle une variété de céréale à paille atteint le stade épiaison. La sortie de l'épi de la gaine de la céréale marque le début du stade épiaison. Plus une variété est précoce à épiaison, plus la date d'atteinte du stade épiaison sera tôt au printemps.

Dans cet essai, le suivi des dates d'épiaison a été réalisé uniquement sur la campagne 2018. Ludovic, apprenti chez Celnat, passait deux fois par semaine sur la plateforme pour noter pour chaque variété les dates d'épiaison, c'est-à-dire la sortie de l'épi de la gaine.

Tolérance au froid

En montagne, les hivers peuvent être très rigoureux et en l'absence de couverture neigeuse les céréales sont directement exposées.

Certaines variétés de blés populations testées sont peu tolérantes au froid. C'est le cas de Chiddam et Redon Blanc qui ont très mal supporté l'épisode de froid intense fin février 2018. La densité d'épis en juin de Roussou, SarryBugda, Rouge de Bordeaux et Epweisen était peu élevée avec une moyenne de 260-270 épis par mètre carré. Ces variétés peu développées en sortie hiver ont souffert de l'épisode de gel fin février avec des pertes de pieds. Visuellement Roussou et SarryBugda semblaient plus marqués par le froid.

En 2018, Blé de Langogne et Fushweisen ont mieux résisté au froid avec une densité d'épis proche de 300/m². Cette faible densité de population s'explique en grande partie par une très mauvaise levée en automne. Les pertes de pieds liées au froid sont assez limitées pour ces deux variétés.

Enfin, Rouge d'Alsace est la variété qui s'est la mieux comportée vis-à-vis de la sécheresse automnale et des fortes gelées en fin d'hiver. La densité d'épis s'élevait à 375/m² et cette variété ne présentait pas de symptômes liés au froid.

Variétés	Sensibilité au froid
Rouge de Bordeaux	Teinte violacée en sortie hiver, quelques pertes de pieds
Epweisen	Levée très hétérogène, assez faibles mais bonne compensation ensuite. Variété tardive à semer tôt
Rouge d'Alsace	Bonne résistance au gel
Blé de Langogne	Peu sensible au froid
SarryBugda	Peu vigoureux en sortie hiver, bien marqué par les gelées de fin février
Roussou	Levée très hétérogène, faible densité dans l'ensemble. Assez sensible au gel
Chiddam	Dégâts de gel importants en février 2018
Fushweisen	Résiste assez bien au gel, malgré les levées tardives en fin d'automne
Redon blanc	Dégâts de gel importants cet hiver. Variété tardive à semer plus tôt

Tableau 2 : Sensibilité au froid des variétés populations en un coup d'œil
(campagne 2018)

Légende : Rouge : très sensible / orange : sensible / jaune : moyennement sensible / vert clair : assez tolérant / vert foncé : tolérant

Tolérance au froid : de quoi parle-t-on ?

La méthode d'évaluation de la tolérance au froid des variétés repose sur leur aspect en sortie hiver (teinte, vigueur) et la disparition de pieds au cours de l'hiver. Un comptage de densité de levée doit donc être effectué en entrée d'hiver puis comparé à un comptage de densité de pieds en sortie hiver. Le comptage en entrée hiver est habituellement effectué autour de mi-novembre. Mais les très mauvaises conditions de germination à cause de la sécheresse en automne 2017 n'ont pas permis d'effectuer ce comptage. Beaucoup de variétés ont fini par ne bien lever qu'au mois de décembre. Il n'y a pas eu de comptage effectué en entrée hiver pour la campagne 2018. L'évaluation de la tolérance au froid des variétés repose sur une observation visuelle en sortie hiver. Le comportement au froid des variétés population devra être confirmé lors des prochaines campagnes culturales.

Tolérance à la verse

Rouge de Bordeaux est la population la plus tolérante à la verse. Chiddam tire également son épingle du jeu avec un bon comportement à la verse. A contrario SarryBugda et Roussou sont très sensibles à la verse, la moisson a été compliquée chaque année avec ces deux variétés. Les autres variétés populations ont un comportement moyen vis-à-vis de la verse, elles peuvent se coucher en cas de trop fortes disponibilités en azote dans le sol.

La tolérance à la verse a fait l'objet d'appréciations visuelles pluriannuelles. Les résultats présentés sont un bilan de ces observations.

Variétés	Tolérance à la verse
Rouge de Bordeaux	Résistant à la verse
Epweisen	Moyen face à la verse en cas de fortes disponibilités en azote
Rouge d'Alsace	Moyen face à la verse en cas de fortes disponibilités en azote
Blé de Langogne	Moyen face à la verse en cas de fortes disponibilités en azote
SarryBugda	Très sensible à la verse
Roussou	Très sensible à la verse
Chiddam	Assez résistant à la verse
Fushweisen	Moyen face à la verse en cas de fortes disponibilités en azote
Redon blanc	Moyen face à la verse en cas de fortes disponibilités en azote

Tableau 3 : Tolérance des variétés populations à la verse en un coup d'œil (bilan des résultats pluriannuels)

Légende : Rouge : très sensible / orange : sensible / jaune : moyennement sensible / vert clair : assez tolérant / vert foncé : tolérant

Tolérance aux maladies

La tolérance des variétés aux maladies est primordiale en agriculture biologique car il n'existe aujourd'hui aucune technique de lutte curative suffisamment efficace pour contrôler les maladies une fois déclarées. La rouille jaune est de loin la maladie la plus nuisible, les variétés sont donc évaluées avant tout pour leur tolérance à cette maladie. La septoriose, autre maladie fréquente sur blé, est également suivie de près bien que sa nuisibilité globale excède rarement 5 q/ha dans les monts de Haute-Loire. Rouille jaune et septoriose ont fait l'objet d'observations et de notations pluriannuelles. Les résultats présentés sont le bilan de ces observations.

Chiddam est la variété qui présente le meilleur profil agronomique vis-à-vis des maladies. Des traces de rouille jaune ont pu être décelées en quatre ans de suivi mais à des niveaux très faibles et sans progression ultérieure de la maladie. Cette variété est également tolérante à la septoriose. Autre variété avec un bon profil agronomique, Roussou. Elle résiste bien aux attaques de rouille jaune mais est plus sensible que Chiddam à la septoriose.

Les pustules de rouille jaune sont plus fréquemment observées sur Rouge de Bordeaux et Fushweisen mais les attaques sont restées assez limitées lors des quatre années d'expérimentation et n'ont pas compromis le potentiel de rendement de ces deux variétés.

Les attaques de rouille jaune restent également assez limitées sur SarryBugda mais cette variété est en revanche sensible à la septoriose. Les taches de septoriose sur les feuilles supérieures étaient nombreuses lors de la campagne 2018.

Epweisen, Rouge d'Alsace et Redon Blanc ont été plus touchées par la rouille jaune en particulier lors des campagnes 2015 et 2016. En 2018, la rouille jaune était quasiment absente mais la pression septoriose était plus élevée que d'habitude. Les taches de septoriose étaient bien visibles sur Rouge d'Alsace et Redon Blanc.

Enfin, Blé de Langogne est très sensible à la rouille jaune. Son potentiel de rendement a été sérieusement entamé en 2016. En 2018, elle tire son épingle du jeu grâce à la quasi-absence de la rouille jaune et de son bon comportement vis-à-vis de la septoriose.

Variétés	Tolérance aux maladies
Rouge de Bordeaux	Moyennement sensible à la rouille jaune et à la septoriose
Epweisen	Assez sensible à la rouille jaune, assez tolérant à la septoriose
Rouge d'Alsace	Assez sensible à la rouille jaune et à la septoriose
Blé de Langogne	Très sensible à la rouille jaune, peu sensible à la septoriose
SarryBugda	Moyennement sensible à la rouille jaune, sensible à la septoriose
Roussou	Assez tolérant à la rouille jaune et moyennement sensible septoriose
Chiddam	Assez tolérant à la rouille jaune, tolérant à la septoriose
Fushweisen	Moyennement sensible à la rouille jaune, assez tolérant à la septoriose
Redon blanc	Assez sensible à la rouille jaune et à la septoriose

Tableau 4 : Tolérance aux maladies des variétés populations en un coup d'œil
(bilan des résultats pluriannuels)

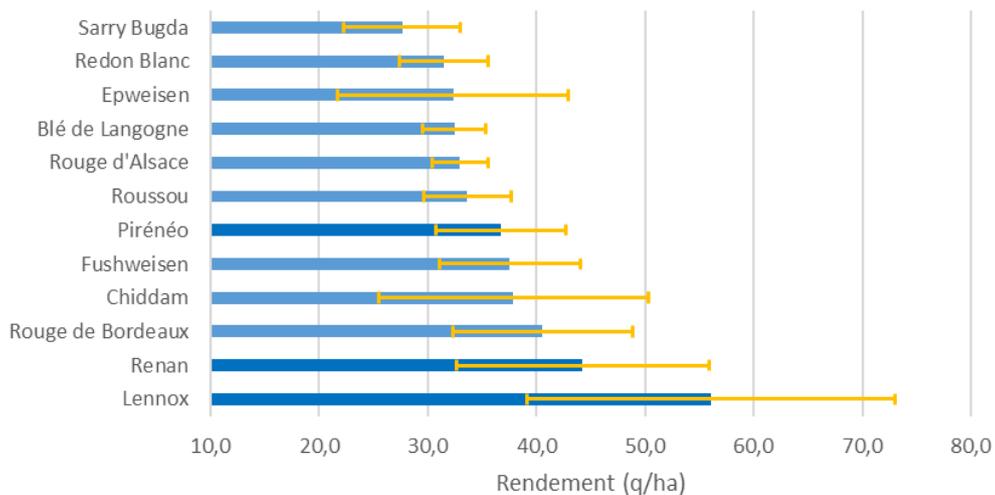
Légende : Rouge : très sensible / orange : sensible / jaune : moyennement sensible / vert clair : assez tolérant / vert foncé : tolérant

Potentiel de rendement

Pour évaluer le potentiel de rendement des variétés populations, chaque placette a été pesée. Les conditions de sol et les précédents culturaux étaient globalement favorables à la culture du blé. Il serait intéressant de poursuivre les recherches en les cultivant dans des conditions plus limitantes (sol plus acide, réserve utile plus faible, disponibilité en azote plus faible...)

Rendements moyens pluriannuels

Les quatre années d'expérimentation ont permis d'identifier les variétés de blé population les plus productives et les plus régulières. D'une manière générale, les rendements grains des variétés de blé population sont plus faibles que les variétés modernes. Ainsi, la variété Renan qui est une référence en agriculture biologique a produit en moyenne 44,3 q/ha tandis que la meilleure variété population sur ce critère n'a produit que 40,6 q/ha.



Graphique 1 : Rendements moyens des variétés populations et témoins modernes (bilan des résultats pluriannuels)

Les écarts de rendement entre les variétés populations sont très importants. La meilleure variété population, Rouge de Bordeaux, a produit en moyenne 40,6 q/ha alors que Sarry Bugda affiche un rendement moyen de seulement de 27,7 q/ha.

Chiddam et Fushweisen arrivent juste derrière Rouge de Bordeaux avec respectivement 37,9 et 37,6 q/ha. Chiddam présente une forte variabilité annuelle niveau rendement qui s'explique par une campagne 2018 difficile pour cette variété. L'épisode de froid intense de fin février a fortement entamé le potentiel de rendement de cette variété.

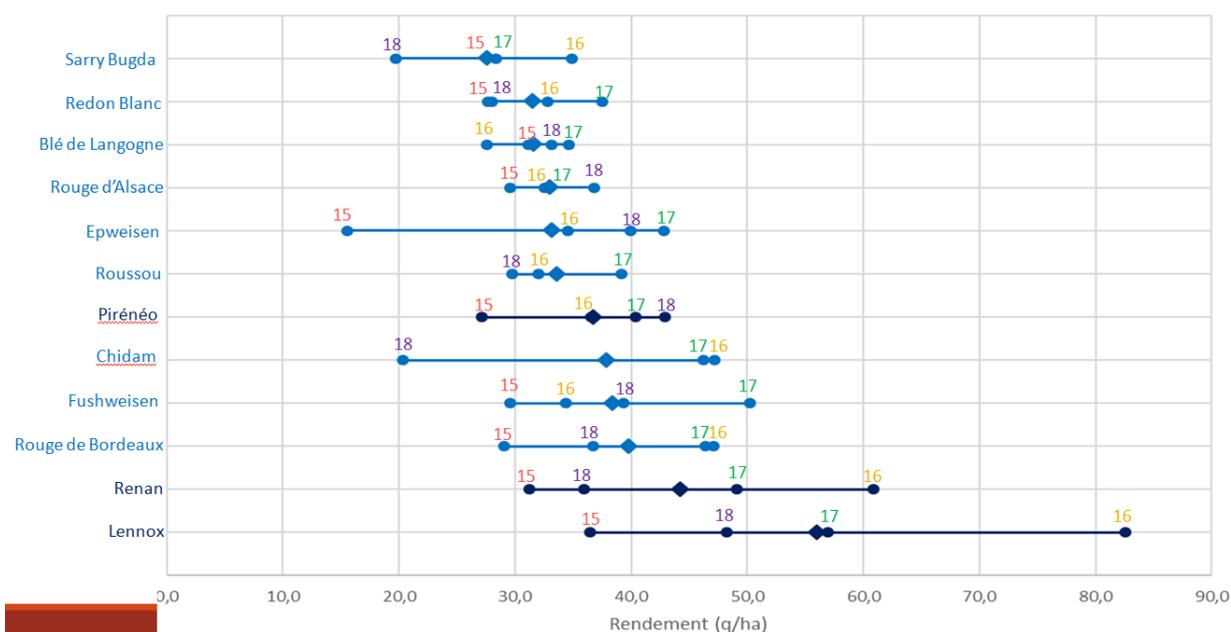
Epweisen, Blé de Langogne, Rouge d'Alsace et Roussou forment le ventre mou avec un rendement moyen compris entre 32,4 et 33 q/ha. A noter que la variété Epweisen a fortement souffert de la sécheresse et des températures élevées en fin de cycle en 2015. En dehors de cette année, le potentiel de rendement de cette variété est nettement supérieur.

Redon Blanc affiche un rendement moyen de 31,5 q/ha. Cette variété est pénalisée par sa trop grande tardivité à épiaison mais aussi par sa sensibilité à la rouille jaune.

Enfin SarryBugda ferme la marche avec un rendement moyen de 27,7 q/ha. Sa forte sensibilité à la verse pose problème lors de la moisson. Cette variété présente un profil agronomique peu intéressant : forte sensibilité à la verse et au froid, assez sensible à la rouille jaune et à la septoriose.

Régularité temporelle des rendements

Le graphique ci-dessous donne les niveaux de rendement des variétés en fonction des années. Nous pouvons observer qu'en 2015, les variétés tardives comme Epweisen ont fortement souffert en raison de la sécheresse. En 2016, les variétés très sensibles à la rouille jaune comme Blé de Langogne sont en net retrait. En 2017, il n'y a pas eu d'accidents climatiques particuliers ou de forte pression rouille jaune. Les variétés les plus productives comme Chiddam, Fushweisen et Rouge de Bordeaux tirent leur épingle du jeu. Enfin, en 2018 nous pouvons remarquer que certaines variétés comme Redon Blanc ou Chiddam décrochent nettement. Ces deux variétés ont souffert des fortes gelées fin février 2018.



Graphique 2 : Rendements moyens des variétés populations et des deux témoins entre 2015 et 2018

Développement végétatif et couverture de sol

Pour lutter contre les adventices, le choix de variétés couvrantes est un levier à ne pas négliger en Bio. En 2018, Ludovic FASSOT a suivi (appréciation visuelle à deux dates) le développement du couvert et la couverture de l'inter-rang. Le développement du couvert fait référence au développement de la biomasse en générale. Comme le port de la céréale peut être dressé une variété peut ne pas couvrir l'inter-rang malgré un bon développement végétatif, c'est la raison pour la quelle l'observation de la couverture inter-rang a été réalisée.

De manière générale, les variétés populations couvrent mieux le sol et sont plus hautes que les variétés modernes. Elles concurrencent donc mieux les adventices. En dehors d'accidents climatiques, Rouge d'Alsace et Redon Blanc sont les deux variétés qui couvrent le mieux le sol et qui produisent le plus de biomasse foliaire. Fushweisen et Blé de Langogne sont moins performants niveau développement végétatif et couverture de sol mais ils restent nettement supérieurs à une variété moderne comme Renan. Les autres variétés présentent d'une manière générale une assez bonne couverture de sol. A noter qu'en 2018 Redon Blanc et Chiddam couvraient nettement moins le sol qu'à l'accoutumée à cause des fortes gelées de fin février qui ont provoqué des pertes de pieds.

Variétés	Date	02/03/2017		20/04/2017	
	Etat de développement	Développement du couvert	Développement du couvert	Couverture de l'inter-rang	
Variétés populations	Redon Blanc	8	8	8	
	Epweisen	6	6	8	
	Rouge d'Alsace	8	8	8	
	SarryBugda	5	9	7	
	Roussou	5	6	8	
	Blé de langogne	6	7	6	
	Fushweisen	5	5	6	
	Chiddam	8	7	9	
	Rouge de Bordeaux	9	7	7	
Variétés modernes	Pirénéo	6	5	6	
	Athlon	4	3	3	
	Arrezo	6	3	3	
	Energo	6	7	6	
	Lennox	4	3	3	
	Renan	4	4	3	
	Rubisko	4	3	3	
	SUR 260-25	2	3	2	

Tableau 5 : Développement du couvert et couverture inter-rang des variétés populations et modernes (campagne 2018)

Légende : 1 = très faible couverture ; 8 = forte couverture

Protéines

Il existe une corrélation inverse entre rendement et teneur en protéines. Plus les rendements sont élevés, plus les teneurs en protéines sont faibles car l'azote est dilué dans les grains. Ainsi, les variétés populations ont des teneurs en protéines plus élevés que les variétés modernes. Des variétés références en agriculture biologique, comme Pirénéo et Renan, ont des teneurs moyennes en protéines comprises entre 12 et 12,5% sur les quatre ans d'essais, tandis que toutes les autres populations sont au-dessus de 13%.

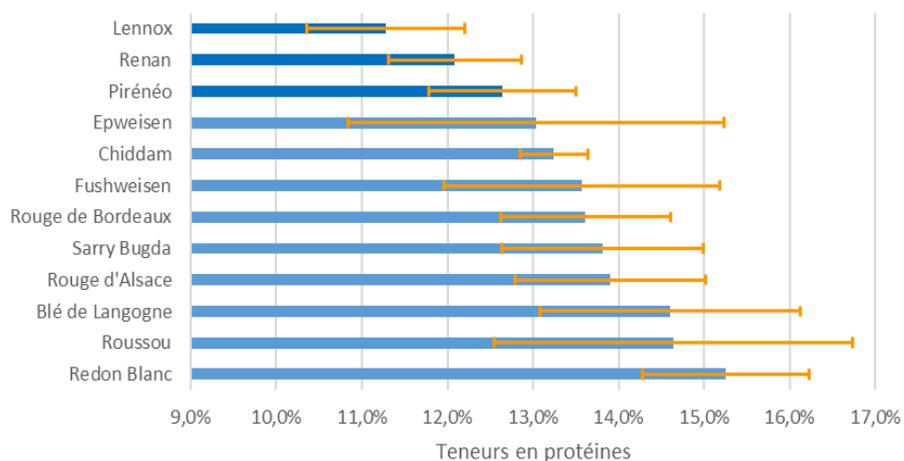
Teneurs moyennes en protéines

Epweisen et Chiddam sont en queue de classement parmi les variétés populations avec respectivement 13% et 13,2% de protéines.

En milieu de classement, nous retrouvons Fushweisen, Rouge de Bordeaux, SarryBugda et Rouge d'Alsace avec des teneurs en protéines comprises entre 13,6 et 13,9% de protéines.

Enfin, Redon Blanc est en tête avec 15,3% suivi de Blé de Langogne avec 14,6%.

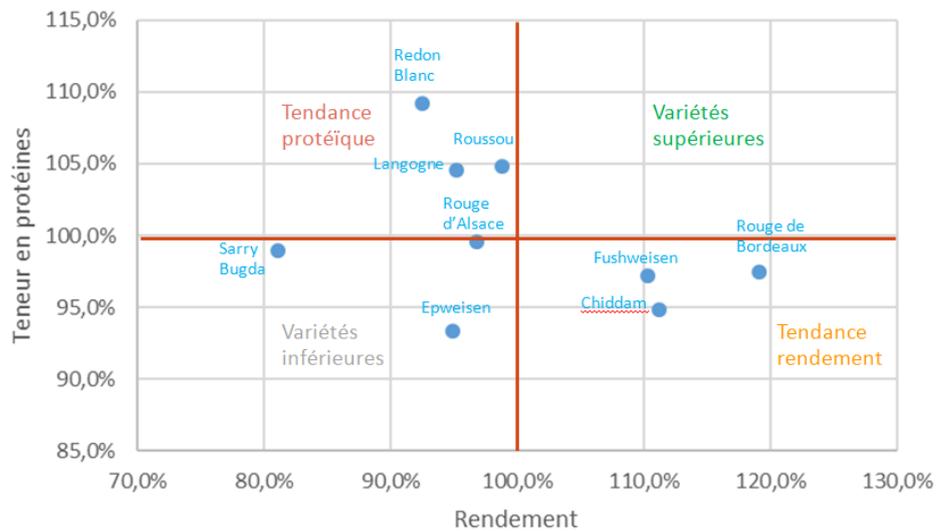
Le graphique ci-dessous présente les moyennes pluriannuelles des taux de protéines mesurées sur variétés populations et témoins modernes dans ce projet.



Graphique 3 : Taux de protéines moyens des variétés populations et témoins modernes (bilan des résultats pluriannuels)

Profil rendement-protéines

Il existe une autre façon de présenter les résultats en faisant le lien entre teneurs en protéines et rendements des variétés. Ces résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous :



Graphique 4 : profil rendement-protéine des variétés populations (bilan des résultats pluriannuels ; base 100 : moyenne des variétés populations)

Comment lire ce graphique ?

Pour lire ce graphique, il faut considérer en abscisse (axe horizontal), le rendement des variétés exprimé en pourcentage de la moyenne globale de rendement des blés population et en ordonnée (axe verticale), la teneur en protéines des variétés exprimée en pourcentage de la moyenne globale des teneurs en protéines des blés population.

Les variétés qui se situent au-dessus de l'axe des abscisses produisent plus de protéines que la moyenne. Ces variétés ont une tendance protéique élevée.

Les variétés qui se situent à droite de l'axe des ordonnées produisent plus de rendement que la moyenne. Ces variétés ont une tendance rendement élevée.

Interprétations

L'idéal est de situer dans le coin supérieur droit du graphique. Mais il est rare de combiner à la fois rendement élevé et bonne teneur en protéines. Le rendement a un effet dilution des protéines dans le grain, autrement dit la teneur en protéines des blés est inversement corrélée au rendement. En fonction des objectifs d'utilisation et de commercialisation de l'agriculteur, le choix se portera soit sur des variétés à tendance protéique, soit à tendance rendement soit le meilleur compromis entre les deux.

Sur ce graphique, nous pouvons constater que les teneurs en protéines de Redon Blanc, Blé de Langogne et Roussou sont plus élevées que la moyenne des autres variétés population mais se situent en-dessous de la moyenne de rendement. A l'inverse, Rouge de Bordeaux, Fushweisen et Chiddam sont bien-au-dessus de la moyenne en termes de rendement mais sont en-dessous sur le plan des protéines. Rouge de Bordeaux présente des niveaux de rendement élevés et des teneurs en protéines correctes, assez proches de la moyenne. C'est sûrement le meilleur compromis entre rendement et teneur en protéines.

B_Qualité nutritionnelle et aptitudes technologiques

Précautions

La qualité nutritionnelle et technologique des blés est sous l'influence de nombreux paramètres. Dans cette étude, nous nous sommes concentrés sur les protéines, les minéraux et les caractéristiques de mouture et de panification.

Minéraux totaux

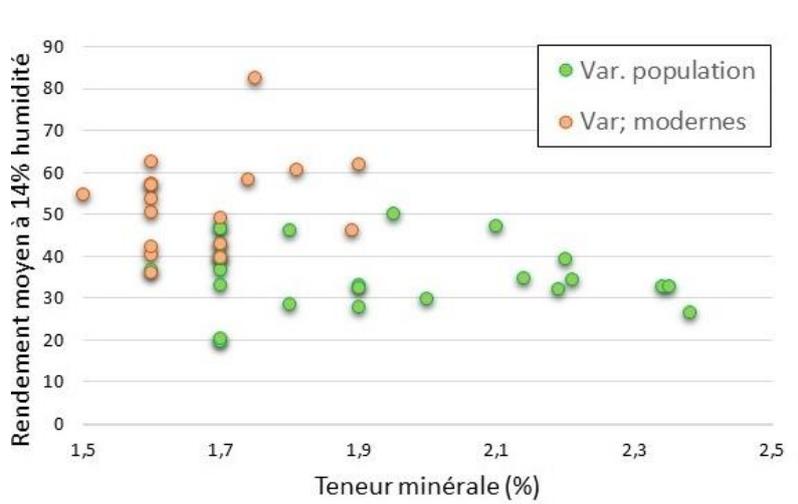
La richesse minérale des grains présente un intérêt nutritionnel évident. Elle possède également des impacts technologiques en influençant les réglages de moutures car la classification réglementaire des farines est basée sur cet indicateur.

Dans le cadre de ce projet, la teneur en minéraux totaux des grains a été mesurée pour les 3 années d'expérimentation 2015/2016, 2016/2017 et 2017/2018 selon la norme NF V03-720/ISO 2171 [incinération à 900°C].

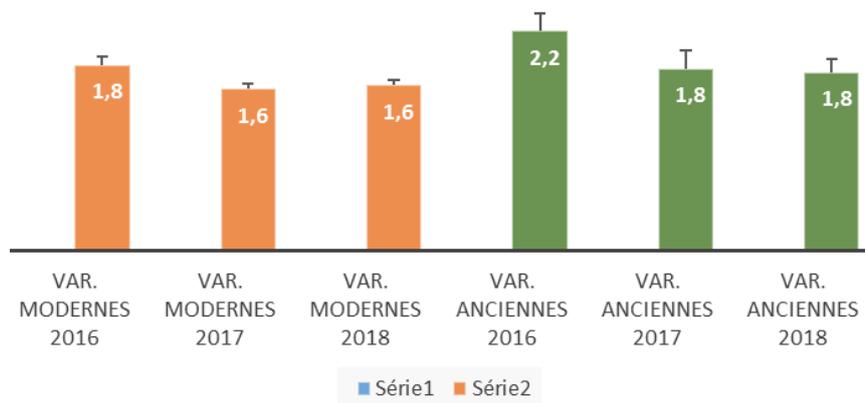
En moyenne les variétés population sont plus riches en minéraux (+14% en moyenne) que les variétés modernes.

Les variétés modernes présentent une teneur en minéraux assez regroupée : 1,69 % ($\rho = 0,13$). Pour les variétés populations, la dispersion des valeurs est plus élevée, notamment pour les fortes teneurs : 1,92 % ($\rho = 0,25$).

D'après certains auteurs, cette supériorité minérale des variétés populations pourraient simplement traduire une moindre dilution liée à un rendement inférieur (Ortiz-Monasterio, 2007 ; Zhao, 2009). Pour notre série d'essai, c'est l'effet année (impact pédoclimatique global) qui est prédominant.



Graphique 5 : Relation entre la teneur en minéraux et le rendement des variétés populations et modernes



Graphique 6 : Relation entre la teneur en minéraux et l'année de récolte pour les variétés modernes et les variétés populations

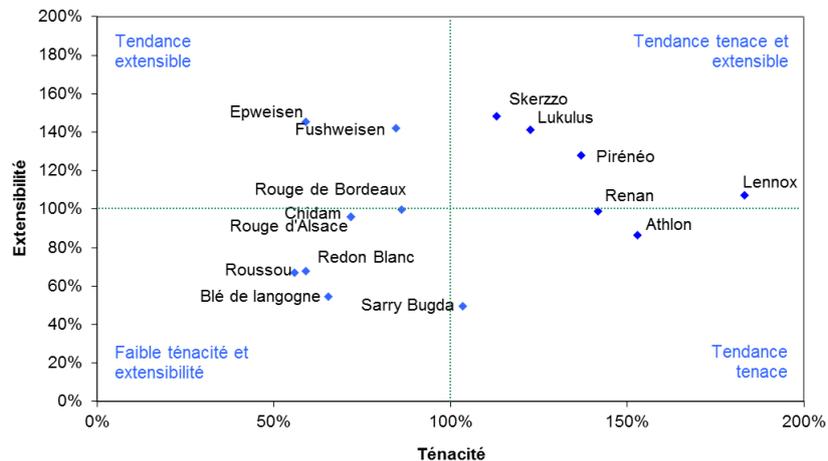
Par ailleurs, des travaux de recherche ont démontré que les teneurs plus élevées des variétés population seraient spécifiquement attribuées aux éléments suivants : fer, zinc, sélénium (Ortiz-Monasterio, 2007 ; Shewry, 2017). La teneur en minéraux du sol pourrait être déterminante dans la composition minérale des grains, plus spécifiquement pour certains éléments (fer, manganèse) (Lopez, 2001).

Protéines et gluten

Aspects technologiques

Les métiers de la meunerie et de la boulangerie accordent une importance technologique notable à la teneur en protéines des blés avec des seuils strictes d'acceptation (>11%). Les essais de panification réalisés dans le cadre du projet PEI n'ont **pas confirmé le critère prédictif de la teneur en protéines sur les qualités panaires**. A noter que la pertinence de la teneur en protéines est par ailleurs remise en cause par certains chercheurs (Méléard & Fontaine, 2016).

Les grains de la plateforme d'essai moissonnée en 2016 ont fait l'objet de mesures de la force boulangère à l'alvéographe de Chopin, méthode de référence pour évaluer la qualité boulangère des farines. Sans surprise, aucune population ne dépasse le seuil de 150 joules, seuil classiquement retenu pour valider un lot. Elles sont donc considérées par la doctrine comme « non-panifiables ». Cependant aucune corrélation n'a été observée avec les tests de panification ultérieures. **Les valeurs de l'alvéographe apparaissent donc comme non prédictives de l'aptitude à la panification des variétés population** dans les conditions de cette étude (cf. ci-après). Il a donc été décidé de ne pas reconduire ces analyses les années ultérieures.



Graphique 7 : Profil extensibilité / ténacité des variétés selon la moyenne de l'essai (résultats 2016)

Aspects nutritionnels

Le blé, via la consommation quotidienne d'environ 150g de pain, confère environ 15 % des apports recommandés en protéines pour l'homme. Cependant les protéines du blé ne présentent pas les caractéristiques nécessaires pour être métabolisées au mieux (déficit en lysine). Aussi, **la supériorité des variétés population sur ce critère (cf. ci-avant) ne représente pas un enjeu pour l'alimentation humaine**.

L'un des points d'intérêt prioritaire des variétés population concerne leur apparente meilleure digestibilité. Ce point n'a pas été travaillé dans le cadre de ce projet. Deux programmes de recherche y sont dédiés par l'Inra de Clermont-Ferrand : GlutNSafe (FSOV) et GlutN (NAR).

La richesse en protéine des variétés populations pourrait en revanche présenter un intérêt pour l'alimentation animale. Des mesures étaient initialement prévues dans le projet PEI sur ce sujet mais elles n'ont finalement pas été mises en œuvre.

Mouture et panification

Les protocoles de mouture et de panification ont évolué au cours du projet. L'approche a tout d'abord été calquée sur les usages classiques : mouture d'essai blanche, réalisée sur moulin à cylindre expérimental, plusieurs cycles de broyage/tamisage, micro-panification avec pétrin ménager... Pour progressivement aboutir à un protocole plus adapté aux caractéristiques des variétés populations et des pratiques : mouture semi-complète, réalisée en seul passage, sur moulin à meule, panification en conditions artisanale avec pétrin professionnel, pétrissage doux, temps de fermentation longs, cuisson au four à sole...



L'agent fermentaire utilisée est la levure, retenue pour son caractère reproductible et maîtrisable. Les quantités de farine d'essais disponibles ne permettent pas d'itération dans les protocoles panaires. Ce choix demeure le principal biais par rapport aux pratiques de panification utilisées pour les variétés population.

Toutes les variétés se sont révélées assez bien panifiables à l'exception de Sarry Bugda et Blé de Langogne, aux défauts parfois trop marqués. Chiddam et Fuschweisen se sont particulièrement distinguées pour leurs qualités panaires et leur régularité.

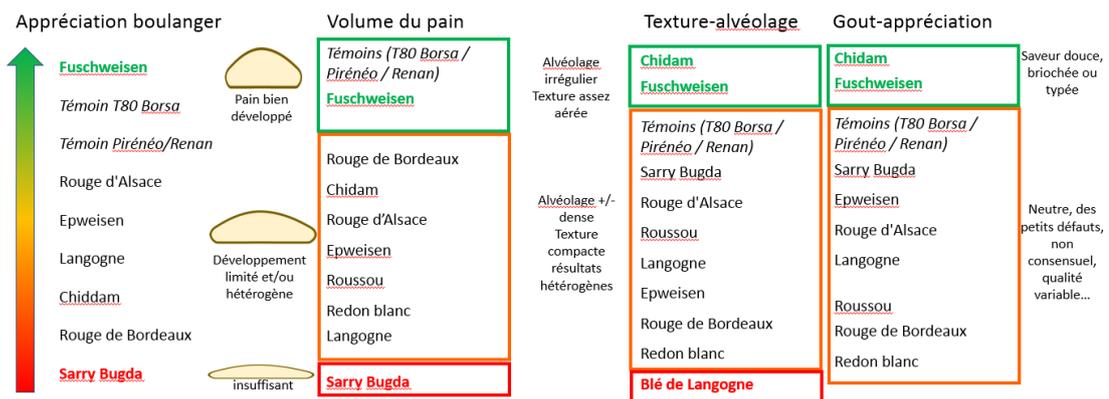


Schéma 1 : synthèse des résultats des tests de panification sur 4 critères (appréciation boulanger, volume du pain, texture-alvéolage, goût)

Ces observations sont valables dans les limites des protocoles de cette étude et pour des panifications en variété pure. Une seule modalité de mélange de farine a été testé en 2018 sur la base des variétés qui ont bien répondu tant en panification qu'en agronomie : **Fusweisen, Chiddam et Rouge de Bordeaux** ; le résultat en panification s'est révélé très satisfaisant, parfaitement cohérent avec les attentes pour un pain bis (cf. photo) !



C_Traçabilité

Contexte

Depuis plusieurs années, l'ITAB conduit des travaux pour évaluer l'intérêt de différentes méthodes d'analyses globales (*Bio Electronique de LC Vincent, Bioscope, Electrophotonique, ...*) pour garantir la traçabilité et l'authenticité des produits bio pour le consommateur. C'est pour cette expertise que l'ITAB a été associé au projet.

Courant 2016, deux méthodes, la Bioélectronique (BEV) et le Bioscope ont fait l'objet d'un mémoire de fin d'études d'ingénieur agronome sur des matrices sols et grains / farines dans le cadre d'un programme Européen Diversifood. La BEV avait permis de discriminer un mélange de populations d'un mélange de variétés modernes. Le Bioscope, s'est avéré trop sensible et n'a pas permis, dans son fonctionnement actuel, de discriminer les deux mélanges.

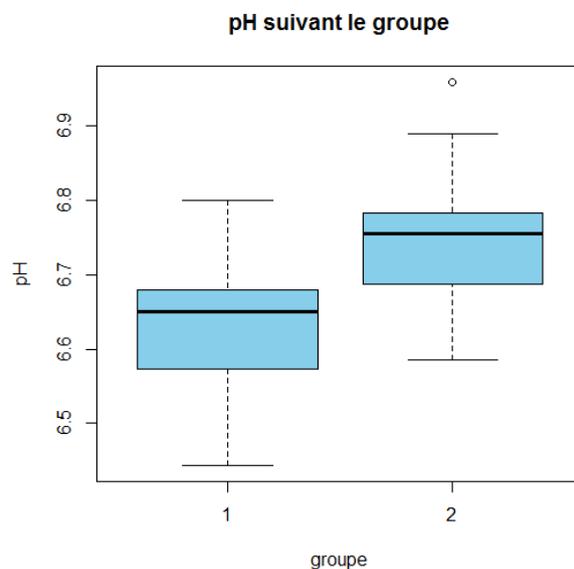
Dans le projet PEI, la BEV a été testée en adaptant le protocole établi dans le cadre du mémoire de fin d'études. Une autre méthode innovante, l'électrophotonique, a été testée en remplacement du Bioscope. Pour chaque population ou lignée, une certaine quantité de grain de blé a été concassée et mélangée à de l'eau distillée puis analysée avec la BEV. Le mélange a ensuite été filtré et testé avec la méthode Électrophotonique.

BioElectronique de Louis-Claude Vincent (BEV)

Cette technique consiste à mesurer et à croiser 3 paramètres :

- le pH, qui permet de traduire par le degré d'acidité ou d'alcalinité de la substance à analyser. Il se traduit par la mesure de la concentration en protons (H_3O^+) ;
- le potentiel redox en Volt. Ce paramètre permet de traduire le degré d'oxydation/réduction de la substance à analyser. Il se traduit par la mesure de l'activité électronique. Afin de rendre cette mesure indépendante du pH, il est recalculé au $pH=7$;
- la conductivité spécifique en Siemens/cm-1. Cette valeur permet d'exprimer la concentration en électrolytes dans la solution.

Sur les résultats 2017, les variétés populations (groupe 1) ont un pH significativement plus faible.



Graphique 8 : Moyenne pH sur les variétés populations (groupe 1) et modernes (groupe 2) (résultats de la récolte 2017)

Parmi les différentes mesures de la BEV, seul le pH permet de discriminer les populations des lignées pures pour la récolte 2017 (pas sur la récolte 2016). Les autres paramètres (Potentiel Redox et conductivité) ne sont pas discriminants.

Les corrélations linéaires entre pH, rendement et teneur en protéines sont bonnes mais sont peu prédictives.

La BEV ne semble pas adaptée pour discriminer les populations des lignées.

Méthode Electrophotonique

La société Electrophotonique Ingénierie a développé un dispositif permettant une nouvelle lecture de l'effet de couronne, dans le spectre Ultraviolet, à partir notamment d'un générateur de champ électromagnétique. L'effet de couronne se définit comme une décharge électrique entraînée par l'ionisation du milieu entourant un conducteur. Les décharges en forme de couronne, captées par une caméra très spécifique, sont numérisées et enregistrées puis étudiées par imagerie scientifique.

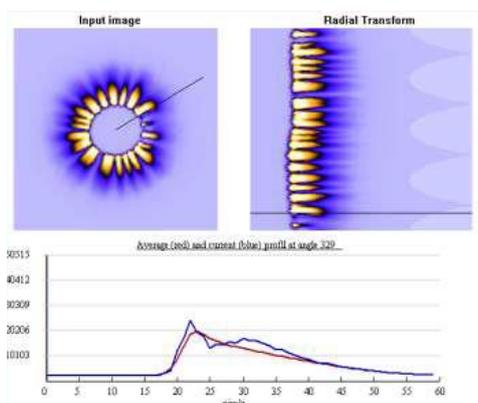
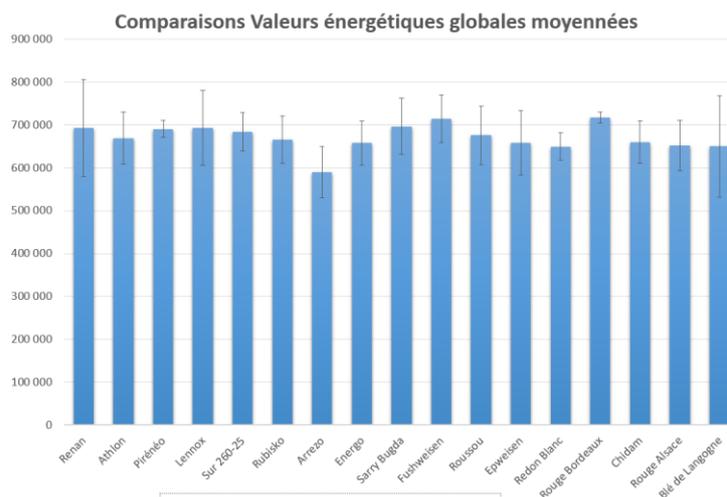


Image 1 : exemple de sorties images et graphiques des décharges en forme de couronne

Les échantillons de la récolte 2017, étudiés sous forme de dilutions, ont été placés sur une électrode spécifique transparente à la lumière et conductrice reliée à un générateur spécial. Les captations réalisées ont ensuite été analysées et comparées entre elles.



Graphique 9 : Valeurs énergétiques globales moyennées pour les variétés populations et modernes (résultats de la récolte 2017)

La comparaison des lignées pures (les 8 premières barres) avec les populations (9 dernières barres) ne montre pas de différences entre elles. Les mesures et écarts-types sont trop variables entre eux pour pouvoir être discriminants.

Conclusion et perspectives

Les deux méthodes utilisées, Bioélectronique de LC Vincent et Electrophotonique, n'ont pas permis de discriminer les lignées pures des populations. Ces méthodes ne semblent pas adaptées pour répondre à cette problématique.

La méthode électrophotonique pourrait, d'après son constructeur, répondre à cette question, en passant beaucoup plus de temps de recherche (répétitions des analyses). Mais son coût semble pour l'instant rédhibitoire, selon les enjeux considérés.

L'inventeur du Bioscope travaille sur un nouveau modèle amélioré, qui permettrait de gérer la sensibilité de l'appareil. Cette piste sera testée lorsque la nouvelle version sera disponible.

D_Dynamique de groupe

Les agriculteurs qui se sont impliqués depuis le début sur les céréales populations ont décidé de donner de la visibilité à leur groupe en fondant un Groupement d'Intérêt Economique et environnemental (GIEE). Les GIEE sont des collectifs d'agriculteurs reconnus par l'État qui s'engagent dans un projet pluriannuel de modification ou de consolidation de leurs pratiques en visant à la fois des objectifs économiques, environnementaux et sociaux.

Le GIEE – *Les épis de Cérès* a été reconnu en 2017 par l'arrêté préfectoral 2017-321. Les six objectifs du GIEE, pour les céréales populations sont les suivants :

- Conserver aux champs des variétés de céréales populations,
- Connaitre le comportement de ces céréales,
- Sélectionner les variétés les plus adaptées aux contextes pédoclimatiques, aux conditions de cultures et aux usages des agriculteurs,
- Diffuser les connaissances sur ces variétés,
- Construire des filières équitables pour valoriser ces céréales.

Pour atteindre ses objectifs, le GIEE - *Les Epis de Cérès* met en place plusieurs actions sur les céréales populations :

1. La mise en place, chez des agriculteurs, de plateformes paysannes, composées d'essais en bandes de plusieurs variétés populations de céréales à paille. Ces plateformes sont auto-gérées par les membres du GIEE - *Les Epis de Cérès*. Elles sont le lieu privilégié d'observations et d'échanges entre agriculteurs et font l'objet d'une ou plusieurs visites annuelles.

2. La mise en place, chez des agriculteurs et chez des jardiniers amateurs, de placettes de conservations sur de petites surfaces avec les deux objectifs suivants :

- Cultiver la diversité à la base du travail réalisé par le GIEE- *Les Epis de Cérès*,
- Atteindre les volumes suffisants sur certaines variétés pour pouvoir les tester sur les plateformes paysannes,
- Sensibiliser les consommateurs aux enjeux des céréales populations,

3. L'organisation de formation sur les céréales populations ;

4. Une bourse d'échange annuelle sur les céréales populations ;

5. L'organisation de voyages d'études ;

6. Plusieurs réunions annuelles afin d'avancer sur les six objectifs énoncés ci-dessus.

PARTIE 2 : FICHES SYNTHETIQUES PAR VARIETE

Blé de Langogne

Histoire de la variété²

C'est une des variétés pour laquelle nous disposons de moins d'information. Son nom laisserait penser qu'elle était cultivée en Haute-Loire dans les environs de Langogne, mais il vaut mieux rester prudent sur ce point.

Caractéristiques morphologiques³

Pour la population Blé de Langogne cultivée dans cet essai, l'épi est entièrement barbu, de couleur blanc, de forme oblongue, moyennement dense, court à moyennement long et d'un port horizontal. Le col de l'épi est droit. Les grains sont de couleur terne et allongés.

Caractéristiques agronomiques

Blé de Langogne est une des variétés populations les plus précoces parmi les blés population expérimentés. Elle est peu sensible au froid et couvre assez bien le sol comme la plupart des variétés populations testées. Toutefois, cette population est très sensible à la rouille jaune. Elle peut être sujette à la verse en cas de fortes disponibilités en azote.

Rendement / Productivité

Blé de Langogne présente une productivité moyenne au regard des résultats obtenus sur les autres variétés populations. Elle a tiré son épingle du jeu lors de la sécheresse de 2015.

Test panaire

Lissage rapide, très faible tenue de la pâte, s'écrase à la pousse.

Faible développement du pain, alvéolage irrégulier. Saveur jugée neutre, assez peu appréciée.

Peu d'intérêt dans les conditions testées.



Préconisations agronomiques

Cette variété pourrait présenter un intérêt dans les terres superficielles car elle semble bien tolérer le manque d'eau mais sa forte sensibilité à la rouille jaune la condamne.

² L'histoire des populations de blé utilisées dans ces essais reste problématique. Il existe depuis octobre 2018 un ouvrage aux éditions Ulmer *Blés de pays et autres céréales à paille*. Malheureusement il n'a pas été consulté pour la rédaction de ce document. Les informations avancées dans ce document nous ont été transmises par des agriculteurs et chercheurs passionnés des blés populations ainsi que la publication *Les meilleurs blés* rédigée en son temps par Villemorin.

³ 35 caractères morphologique ont été observés par Ludovic FASSOT alors apprenti ingénieur chez Celnat. Seuls certains d'entre eux sont présentés dans cette publication, ils portent principalement sur l'épis et les grains. Plus d'explications sur la méthode et les termes sont disponibles en contactant les auteurs.

Chiddam

Histoire de la variété

Les blés portant le nom de Chiddam seraient originaires d'Angleterre. Il y aurait trois variétés en France : Chiddam d'automne à épis blancs, Chiddam d'automne à épis rouges et Chiddam de printemps. En ce qui concerne notre essai, nous aurions affaire au Chiddam d'automne à épis rouges.

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Chiddam cultivée dans cet essai, l'épi est aristé sur au moins le ¼ supérieur, de couleur rouge, de forme oblongue, compact à très compact, moyennement long et d'un port semi-dressé. Le col de l'épi est droit à légèrement sinueux. Les grains sont blancs et ronds.

Caractéristiques agronomiques

Cette population a présenté une bonne tolérance à la rouille jaune et à la septoriose, une très bonne couverture du sol et une assez bonne résistance à la verse. Seul défaut majeur, sa sensibilité au froid. Les pertes de pieds ont été nombreuses lors de la campagne 2018 avec les fortes gelées de fin février. Cette variété est très tardive et peut souffrir de l'échaudage en fin de cycle dans les sols superficiels.

Rendement / Productivité

Chiddam fait partie des variétés les plus productives parmi les blés population expérimentés malgré son faible rendement en 2018. Les rendements peuvent être irréguliers à cause de sa grande sensibilité au froid.

Test painaire

Pâte douce, tendance à relâcher, manque de tenue.

Pain assez compacte mais alvéolage et texture de la mie satisfaisante.

Saveur appréciée.



Préconisations agronomiques

Population à travailler en mélange avec d'autres variétés populations moins sensibles au froid comme Fushweisen ou Rouge de Bordeaux. Sa productivité élevée, sa bonne tolérance à la rouille jaune et son excellente couverture du sol lui confère des qualités agronomiques appréciées des agriculteurs. Cette variété, très tardive doit être semée tôt pour lui donner le temps de bien s'implanter avant l'hiver.

Epweisen

Histoire de la variété

La population que nous nommons Epweisen pourrait correspondre à celle que d'autres nomment Eppweizen : elle serait à l'origine cultivée en ex-RDA.

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Epweisen étudiée dans cet essai, l'épi qui ne porte pas de barbes est blanc, de forme oblongue, très compact, moyennement long à long et d'un port dressé. Le col de l'épi est légèrement à moyennement sinueux. Le grain est clair et rond.

Caractéristiques agronomiques

Population très tardive, la plus tardive des blés populations expérimentés, ce qui l'expose à l'échaudage en fin de cycle en cas de sécheresse. En 2015, cette variété a fortement souffert du manque d'eau. Epweisen couvre très bien le sol et a bien compensé les pertes de pieds liés aux fortes gelées en février 2018. Côté maladies, elle est assez sensible à la rouille jaune mais tolère assez bien à la verse. Epweisen peut être sujet à la verse en cas de fortes disponibilités en azote.

Rendement / Productivité

Rendements irréguliers. Les trois dernières campagnes, Epweisen fait partie des variétés les plus productives des blés populations mais en 2015, son rendement a été catastrophique à cause de la sécheresse.

Test panaire

Pâte qui manque de tenue, relâche très vite, s'affaisse à la mise au four.

Pain assez compact, alvéolage irrégulier.

A utiliser en mélange.



Préconisations agronomiques

Population très tardive à semer tôt et à réserver dans les sols à bonne réserve hydrique pour éviter l'échaudage. Cependant, cette variété est assez sensible à la rouille jaune ce qui limite son potentiel de rendement. D'autres variétés populations tardives comme Fushweisen présentent un meilleur profil agronomique.

Il pourrait être intéressant de les étudier en mélange avec des variétés plus tolérantes à la rouille jaune comme Chiddam.

Fushweisen

Histoire de la variété

La population que nous nommons Fushweisen pourrait correspondre à celle que d'autre nomment Fuchweisen. Certains disent que Fuchweisen était historiquement cultivée en Autriche dans la région du "Mühleviertel" au nord de Linz. D'autres, et ce n'est pas contradictoire, disent que Fuchweisen a été introduite en France par l'intermédiaire d'un coffret pédagogique sur "l'évolution des blés" de l'association allemande de producteurs bio et biodynamiste "Dreschflegel".

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Fushweisen cultivée dans cet essai, l'épi est entièrement barbu et anthocyané, d'une forme effilée, il est moyennement dense et long, le port est semi-retombant. Le col de l'épi est droit. Les grains sont clairs et ovoïdes.

Caractéristiques agronomiques

Population assez tardive avec un profil agronomique équilibré, Fushweisen est assez tolérante à la septoriose et présente une résistance correcte à la rouille jaune. Des pustules de rouille jaune sont visibles les années de forte pression. Elle résiste bien au froid, les pertes de pieds ont été très limitées lors de l'hiver 2018 malgré les levées tardives en automne. Elle est peu sujette à la verse hormis dans les sols où les disponibilités en azote sont très fortes. Côté couverture de sol, Fushweisen fait mieux que les variétés modernes mais elle est un peu en-dessous comparée aux autres variétés populations.

Rendement / Productivité

Fushweisen est l'une des populations les plus productives parmi les blés populations expérimentés avec Rouge de Bordeaux et Chiddam.

Test painaire

Bon comportement général, lissage rapide au pétrissage, bonne tenue de la pâte, façonnage agréable.

Très bon développement du pain, alvéolage et texture de la mie. Pain apprécié.

Apte à une panification en variété pure.



Préconisations agronomiques

Fushweisen apprécie mieux les sols profonds bien qu'elle supporte assez bien le manque d'eau pour une variété tardive. Elle peut être associée à Chiddam, variété qui résiste mieux à la rouille jaune et qui couvre mieux le sol. A l'inverse, Fushweisen tolère mieux le froid.

Redon Blanc

Histoire de la variété

Les blés de Redon ont été collectés en 1968 et 1969 dans le pays de Redon en Ille et Vilaine et Morbihan par un chercheur de l'INRA (Gérard Doussinault) qui récoltait des épis dans les champs de blé encore "paysans" à la recherche de plantes "résistantes au piétin verse". La collection comprend 330 accessions et il nous est malheureusement impossible aujourd'hui de dire à laquelle correspond la population de Redon Blanc cultivée dans notre essai.

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Redon blanc étudiée dans cet essai, l'épi est entièrement barbu, de couleur blanche, de forme oblongue, lâche, moyennement long à long, son port est semi-dressé. Le col de l'épi est légèrement sinueux. Les grains sont ternes et ovoïdes.

Caractéristiques agronomiques

Population très tardive, Redon Blanc couvre très bien le sol. Mais cette variété est très sensible au froid et les attaques de rouille jaune et septoriose sont fréquentes.

Rendement / Productivité

Redon Blanc fait partie des populations les moins productives des populations de blé testés.

Test painaire

Lissage très rapide au pétrissage, tenue correcte.

Alvéolage serré, appréciation mitigée.

A utiliser en mélange.

Préconisations agronomiques

Cette variété présente trop de défauts agronomiques pour être développée en Haute-Loire.

Attention : il existe un grand nombre de populations de blé Redon Blanc et seule celle que nous avons testée ne convient pas aux conditions des essais. D'autres populations de Redon Blanc auraient peut-être donné de meilleurs résultats.



Rouge d'Alsace

Histoire de la variété

Dans le *Supplément aux meilleurs blés*, Vilmorin indique que cette variété est originaire d'Alsace. De tous les blés recensés par le sélectionneur en 1896 c'est celui qui avait la plus grande résistance au froid. Rouge d'Alsace aurait pour synonyme : *Blé rouge d'Altkirch* ou encore *Blé rouge hâtif d'Alsace*.

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Rouge d'Alsace cultivée dans l'essai, l'épi qui ne porte pas de barbes est de couleur rouge, de forme oblongue, lâche à moyennement lâche, très long et d'un port semi-dressé à horizontal à maturité. Le col de l'épi est droit. Les grains sont oranges et de forme ovoïde.

Caractéristiques agronomiques

Population tardive, Rouge d'Alsace résiste très bien au froid et couvre assez bien le sol mais elle est assez sensible à la rouille jaune et à la septoriose. Sa tenue à la verse est correcte.

Rendement / Productivité

Les rendements sont assez réguliers sur quatre ans mais le potentiel de rendement de la population Rouge d'Alsace testée est assez limité.

Test painaire

Manque de tenue de la pâte.

Très faible développement du pain, mie dense.

A utiliser en mélange.



Préconisations agronomiques

Si Rouge d'Alsace présente des qualités comme sa bonne résistance au froid, sa trop grande sensibilité à la rouille jaune limite son développement. A tester en mélange avec des variétés plus tolérante à la rouille jaune comme Chiddam.

Rouge de Bordeaux

Histoire de la variété

C'est peut-être la variété population la plus connue des agriculteurs et la plus cultivée. D'après Vilmorin (1880), ce blé serait originaire de Lectoure (Gers) puis aurait été transporté aux environs de Bordeaux avant de se répandre ailleurs en France à la fin du XIX^{ème} siècle. Le Blé Rouge de Bordeaux connaîtrait plusieurs synonymes : *Rouge Inversable*, *Bladette fine*, *Bladette rouge de Lesparre*, *Blé turc*, *Blé de Noé rouge*.

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Rouge de Bordeaux cultivée dans cet essai, l'épi est aristé sur le ¼ supérieur et de couleur rouge, d'une forme effilée, il est lâche à moyennement dense et long, son port est semi-dressé à horizontal. Le col de l'épi est légèrement sinueux. Les grains sont oranges et ovoïdes.

Caractéristiques agronomiques

Population demi-tardive, Rouge de Bordeaux présente un profil agronomique équilibré. Elle est résistante à la verse et couvre assez bien le sol. Elle présente une tolérance correcte à la rouille jaune, à la septoriose et à la verse. Elle est moyennement tolérante au froid, quelques pieds ont gelé durant l'hiver 2018.

Rendement / Productivité

Rouge de Bordeaux est la population la plus productive lors de ces quatre années d'études. Lors d'années climatiques favorables comme 2016 et 2017, Rouge de Bordeaux a atteint des niveaux de rendement très élevés.

Test painaire

Pâte avec beaucoup de force, caractéristiques proches des blés modernes.

Volume de pain correct, alvéolage globalement satisfaisant, texture jugée sableuse.

Préconisations agronomiques

Cette population est productive et convient à tout type de sol. Elle peut être travaillée en mélange.



Roussou

Histoire de la variété

Selon les personnes interrogées, ce blé pourrait être originaire des montagnes de l'Oisans, du Devoluy, du Trièves ou encore du Champsaur.

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Roussou cultivée dans l'essai, l'épi est entièrement barbu, de couleur blanche, de forme effilée, compacte à très compact, moyennement long à long et d'un port semi-dressé. Le col de l'épi est droit à légèrement sinueux. Les grains sont ternes et allongés.

Caractéristiques agronomiques

Cette population a présenté une assez bonne tolérance à la rouille jaune et une sensibilité moyenne à la septoriose. Cette population couvre également assez bien le sol. En revanche, elle est assez sensible au froid et très sensible à la verse. Chaque année, Roussou a versé avant la moisson.

Rendement / Productivité

Roussou présente des niveaux de rendement dans la moyenne des autres blés populations. Les rendements sont assez réguliers.

Test painaire

Lissage rapide, hydratation de la pâte plus faible que les autres populations, faible tenue.

Volume de pain faible mais alévolage correcte. Bon appréciation sensorielle.

A utiliser en mélange.



Préconisations agronomiques

Malgré sa bonne tolérance à la rouille jaune, cette population est trop sensible à la verse pour être développée. Il serait malgré tout possible de l'inclure dans une proportion limitée dans un mélange avec Rouge de Bordeaux. Chiddam et Fushweisen sont des populations trop tardives pour être mélangées avec Roussou.

Elle mériterait d'être testée dans des conditions moins favorables (en azote notamment) et avec des densités de semis moindre.

Sarry Bugda

Histoire de la variété

La variété que nous avons nommée Sarry Bugda pourrait correspondre à celle que certains nomment Sari Bourda. Il s'agirait dans ce cas d'une variété originaire de Turquie. Il pourrait aussi s'agir de la variété que certains nomment Sari Bogda, dans ce cas il s'agirait d'un blé dur originaire d'Azerbaïdjan. Plusieurs de nos observations semblent confirmer que le SarryBudda cultivé dans ces essais est un blé dur.

Caractéristiques morphologiques

Pour la population Sarry Bugda cultivée dans l'essai, l'épi est entièrement barbu, de couleur anthocyanée, de forme effilée, compact, court à moyennement long et d'un port dressé à semi-dressé. Le col de l'épi est droit à légèrement sinueux. Les grains sont ternes et allongés.

Caractéristiques agronomiques

Hormis sa bonne couverture de sol, la population Sarry Bugda cultivée dans ces essais n'a pas beaucoup de qualités agronomiques. Elle est très sensible à la verse, sensible au froid, moyennement tolérante à la rouille jaune.

Rendement / Productivité

Sarry Bugda est la population la moins productive parmi toutes les variétés populations testées.

Test painaire

Manque de tenue de la pâte, développement limité.

Mie serrée mais sans gros défauts. Saveur appréciée.

A utiliser en mélange.

Préconisations agronomiques

Cette population a trop de défauts agronomiques pour être proposée aux agriculteurs biologiques en zone de montagne.

Elle mériterait d'être testée dans des conditions moins favorables (en azote notamment), avec des densités de semis moindre et dans les zones les plus chaudes du département.



PARTIE 3 : TABLEAU SYNTHETIQUE DES RESULTATS

Variété	Synthèse pluriannuelle 2015-2018							
	Années d'expérimentation	Précocité	Physiologie	Maladie	Verse	Sensibilité au froid	Productivité (2015-2018)	Panification
Rouge de Bordeaux	2015-2018	1/2 tardive	Couverture intéressante	Moyennement sensible rouille jaune et septoriose	Résistante à la verse	Teinte violacée en sortie hiver, quelques pertes de pieds		Bon comportement
Epweisen	2015-2018	Très tardive. La plus tardive de l'essai	Très bonne couverture	Moyennement sensible RJ et oïdium, assez tolérant à septoriose	Peu sensible à la verse	Levée très hétérogène, assez faible mais bonne compensation ensuite.		Sans gros défauts ni intérêts
Rouge d'Alsace	2015-2018	Tardive	Couverture intéressante, sauf	Moyennement sensible RJ et septoriose	Moyen face à la verse	Bonne résistance au gel		Manque de tenue
Blé de Langogne	2015-2018	1/2 tardive	Couverture intéressante, sauf en 2017	Très sensible RJ	Moyen face à la verse	Peu sensible au froid		Peu de tenue de la pâte, peu apprécié
Sarry Bugda	2015-2018	La plus précoce de l'essai	Couverture intéressante, sauf en 2018	Moyennement sensible RJ, sensible à la septoriose	Très sensible à la verse	Peu vigoureux en sortie hiver, bien marqué par les gelées de fin février		Potentiellement intéressant en mélange

Légende : Rouge : très mauvais résultats pour ce critère/ orange : mauvais résultats pour ce critère / jaune : résultats moyens pour ce critère / vert clair : assez bons résultats pour ce critère / vert foncé : bons résultats pour ce critère

Variété	Synthèse pluriannuelle 2015-2018							
	Années d'expérimentation	Précocité	Physiologie	Maladie	Verse	Sensibilité au froid	Productivité (2015-2018)	Panification
Roussou	2016-2018	1/2 tardive	Bonne couverture	Assez tolérant RJ, moyennement sensible septoriose	Très sensible à la verse	Levée très hétérogène, faible densité dans l'ensemble. Assez sensible au gel	2016-2018	Potentiellement intéressant en mélange
Chiddam	2016-2018	Très tardive	Très bonne couverture	Résistant RJ, assez tolérant septoriose	Assez résistant à la verse	Dégâts de gel importants en février 2018	2016-2018	Développement modéré mais saveur appréciée
Fushweisen	2015-2018	Tardive	Couverture moyenne	Moyennement sensible RJ et oïdium, assez tolérant à septoriose	Moyen face à la verse	Résiste bien au gel, malgré les levées tardives en fin d'automne		Très bon comportement
Redon blanc	2015-2018	Très tardive	Très bonne couverture	Moyennement sensible RJ et septoriose	Moyen face à la verse	Dégâts de gel importants cet hiver. Variété tardive à semer plus tôt		Appréciation mitigée

Légende : Rouge : très mauvais résultats pour ce critère/ orange : mauvais résultats pour ce critère / jaune : résultats moyens pour ce critère / vert clair : assez bons résultats pour ce critère / vert foncé : bons résultats pour ce critère

Remerciements

Nous tenons à remercier :

- Les agriculteurs qui ont accepté de mettre à disposition des parcelles pour les essais ;
- Les agriculteurs qui se sont impliqués dans les réunions et groupes de travail ;
- Les agriculteurs qui nous ont transmis leurs connaissances sur les blés populations ;
- Les agriculteurs qui ont accepté de mettre à disposition les variétés populations pour lesquelles ils disposaient des échantillons ;
- Ludovic FASSOT alors apprenti ingénieur chez Celnat ;
- Celnat pour l'autorisation de publier les résultats obtenus sur fonds propres ;
- Les boulangeries La Brivoise pour la réalisation des tests de panification. ;
- Les financeurs qui ont permis la réalisation de ce projet ;
- Toutes les autres personnes qui nous ont soutenus et conseillés dans ce projet.

Rédacteurs :

Bruno TAUPIER-LETAGE

ITAB - Commission Qualité/Transfo
2485 Route des Pécolets
26 800 Etoile sur Rhône
04 75 34 44 86 / 06 13 92 43 12
bruno.taupier-letage@itab.asso.fr

Lorrain MONLYADE

HAUTE-LOIRE BIOLOGIQUE – Animateur des groupes techniques productions végétales
2 rue de Pranaud
43 700 Coubon
04 71 02 07 18
association.hauteloirebio@aurabio.org

Judicael JOANDEL

CELNAT - Responsable Filières Agricoles – R&D
213, av. Antoine Lavoisier – Z.I.
43700 Saint-Germain Laprade
04 71 03 04 14

Mathias DEROLEDE

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE HAUTE-LOIRE – Technicien spécialisé herbe et cultures
16 Boulevard Président Bertrand
04 71 07 21 17 / 06 86 58 63 56
mderoulede@haute-loire.chambagri.fr

Avec les soutiens financiers de :

