

BILAN

Implantation difficile pour les betteraves en 2020



Le printemps 2020 restera marqué par de nombreuses difficultés au cours de l'implantation de la betterave. Après des levées hétérogènes, le parasitisme a fortement touché la culture. Il existe toutefois de forts contrastes selon les régions.

Des levées hétérogènes

L'absence de gel hivernal et le fort cumul de pluies ont dégradé la structure des sols avant le semis avec des reprises en masse. Des préparations grossières et motteuses ont laissé la graine dans un lit de semences sec. Les vents et les gelées matinales qui ont suivi les semis ont amplifié cet assèchement. Ces conditions ont perturbé la germination et entraîné des hétérogénéités de levées sur près de 25 % de la sole betteravière (figure 1). Les sols argileux ont été particulièrement touchés. Dans le Centre-Val de Loire, plus de la moitié

1 Parcelle hétérogène (Aisne 2020).

2 Betterave colonisée par des pucerons dès le stade 2 feuilles.

CHIFFRES CLÉS

27 mars

Date médiane des semis en 2020.

25 %

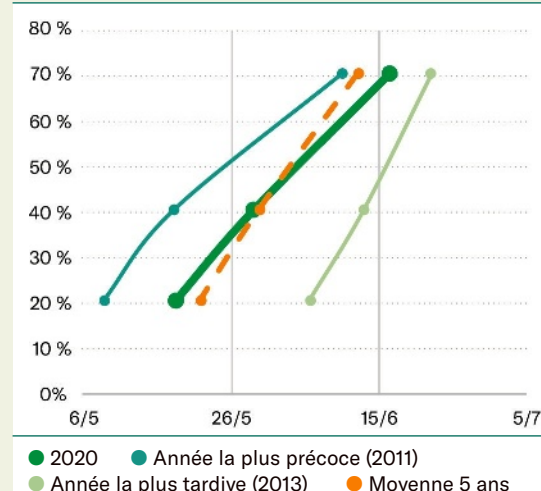
Sole betteravière touchée par des hétérogénéités de levées.

des parcelles a été irriguée pour garantir la levée. La date médiane des semis est le 27 mars au niveau national, similaire à celle de 2019.

Jaunisse et sécheresse en fin de printemps

Malgré les levées hétérogènes, la vitesse de développement foliaire à l'échelle nationale était supérieure en 2020, jusqu'à fin mai, par rapport à la moyenne des cinq dernières années. La Champagne, la Normandie et les Hauts-de-France étaient les régions qui présentaient les plus forts niveaux de

Vitesse de développement foliaire au printemps



développement. Au mois de juin, la couverture foliaire a ralenti sous l'effet du stress hydrique particulièrement marqué dans les Hauts-de-France et de la jaunisse dans les zones de production au sud de Paris (figure 2). L'avance de végétation de quatre jours pour le stade 20 % de couverture foliaire est passée à deux jours à 40 % de couverture foliaire pour terminer avec un retard de quatre jours pour le stade 70 % de couverture foliaire. Ainsi, fin juin, le modèle de prévision de rendement de l'ITB annonçait des estimations de rendement à la baisse de 3 % par rapport à la moyenne quinquennale. Et c'est sans compter la jaunisse qui a gagné du terrain depuis et qui va creuser davantage cet écart de productivité, avec des pertes de poids mesurées entre betteraves saines et malades qui atteignaient déjà 27 % au 1^{er} juillet.

Un parasitisme important

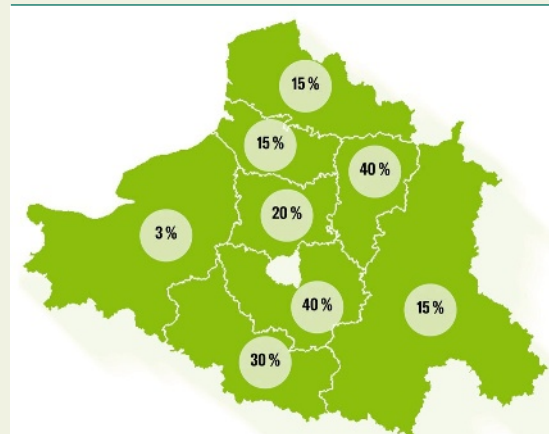
Très tôt, les betteraves ont été affectées par les ravageurs : thrips, altises, atomaires, et de manière exceptionnelle par les pucerons verts, avec des niveaux d'infestation qui dépassent toutes les observations historiques à l'ITB. Ils ont été observés dès le 15 avril, alors que les betteraves n'étaient qu'au stade cotylédons. Les zones de production au sud de Paris ont été très fortement touchées, avec des niveaux de pucerons incontrôlables. L'impact sur la jaunisse est illustré dans le tableau ci-dessous, avec un gradient Sud-Nord très marqué dans l'apparition des symptômes au cours du temps.

Évolution du nombre de parcelles touchées par la jaunisse

(de quelques plantes isolées à des foyers généralisés)

Départements	9 juin	23 juin	30 juin
Alsace	0	5 %	50 %
Aisne	< 1 %	70 %	90 %
Ardennes	< 1 %	50 %	50 %
Marne	< 1 %	70 %	90 %
Nord, Pas-de-Calais	< 1 %	5 %	5 %
Seine-Maritime	< 1 %	100 %	100 %
Oise	< 1 %	90 %	90 %
Val-d'Oise	< 5 %	90 %	90 %
Eure	< 5 %	100 %	100 %
Somme	< 5 %	90 %	90 %
Aube	10 %	75 %	90 %
Yonne	10 %	90 %	90 %
Île-de-France	70 %	100 %	100 %
Loiret, Eure-et-Loir, Loir-et-Cher	80 %	100 %	100 %

Proportion de parcelles touchées par des hétérogénéités de levées (figure 1)



Source : délégations ITB.

RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

Qualité de levée des variétés

Toutes les variétés expérimentées en 2020 dans le réseau ITB-SAS montrent des résultats satisfaisants. Les principaux critères sont présentés dans cette synthèse.

Quatre-vingt-deux variétés sont testées en 2020 dans le réseau de post-inscription ITB-SAS : 65 variétés tolérantes à la rhizomanie, 28 variétés tolérantes à la rhizomanie et au nématode, et 9 autres tolérantes à la rhizomanie et au rhizotone brun. Le réseau a souffert des conditions climatiques de ce printemps entraînant l'abandon de dix plateformes qui ne seront pas récoltées à la suite des difficultés de levée. Dans les 56 essais restants, les taux



© ITB

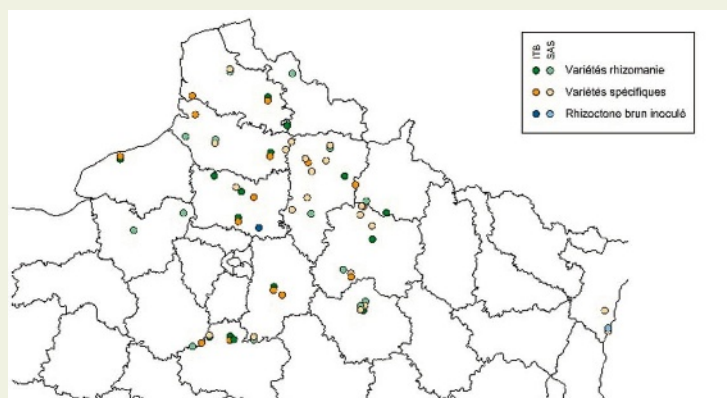
de levée dans les essais variétés n'ont pas été trop affectés : ils sont en moyenne de 92,7 % alors que le niveau moyen des cinq dernières années est de 93,4 %. L'indice de qualité de levée est même supérieur à celui des cinq dernières années. En tendance, nous constatons un

progrès de ce critère au cours des dix dernières années, ce qui révèle un effort des semenciers pour améliorer la préparation des semences.

L'ITB expérimente également 168 variétés candidates à l'inscription au catalogue français (voir photo ci-dessus).

BETTERAVES MONTÉES : VEILLEZ À LES SUPPRIMER !

En 2020, le nombre de jours avec des températures inférieures à 5 °C après le semis a été suffisant pour entraîner la vernalisation des betteraves. Cependant les températures chaudes qui ont suivi ont causé la dévernalisation. Les betteraves montées observées depuis début juin sont soit des plantes adventices, soit des montées issues de pollutions au moment de la production des semences. Elles sont alors situées dans le rang des betteraves. Dans tous les cas, il est important de les éliminer. Une montée laissée produira 18 plantes adventices !



Réseau d'expérimentation mis en place par l'ITB et les SAS.

CHIFFRE CLÉ

56

essais mis en place en 2020 pour évaluer les variétés.

Réseau d'expérimentation

Les essais du réseau de post-inscription ITB-Services agronomiques de sucreries ont été semés du 23 mars au 2 avril dans l'ensemble des zones

de production betteravière pour prendre en compte une diversité de situations agronomiques et climatiques. La date médiane est le 27 mars, identique à celle des agriculteurs. Ce réseau permet d'évaluer les variétés de la levée à la récolte.

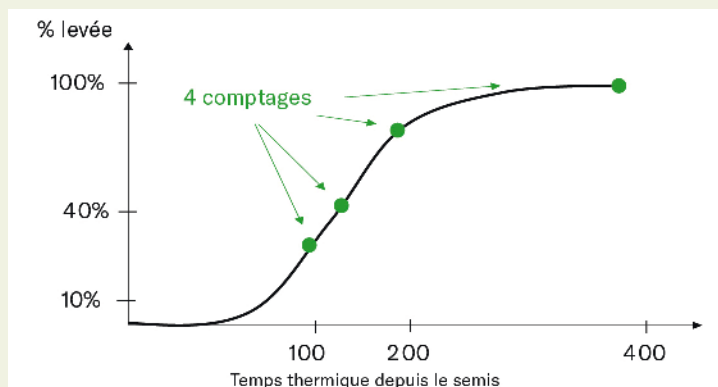


Photos : ITB

CHIFFRE CLÉ

4

comptages de plantes sont réalisés pour apprécier la qualité de levée.



Évaluation de la qualité de levée

La qualité de levée conditionne la productivité finale des betteraves. Après les semis, l'ITB réalise quatre comptages jusqu'à la mise en place de la

population définitive pour bien apprécier différents critères : taux de plantes levées, vitesse de levée, population finale. La qualité de levée est un critère intégratif permettant de classer les variétés entre elles.

Hétérogénéité des variétés

Depuis 2018, l'ITB a mis au point une méthode pour caractériser l'hétérogénéité de développement entre plantes. C'est un nouveau critère variétal important pour faciliter le désherbage et le réglage du matériel de récolte. À partir d'images, acquises par drone, des microparcelles prises à la verticale, un algorithme détecte automatiquement chaque betterave et mesure sa surface foliaire. Cette étape utilise des techniques

CHIFFRE CLÉ

97 %

Taux de détection des betteraves individuelles

de deep learning entraînées sur des milliers de plantes les années précédentes. Ainsi, l'ordinateur « apprend » à repérer le bouquet foliaire des betteraves sur les images. L'algorithme calcule ensuite le coefficient de variation du peuplement qui est une mesure de la dispersion des données autour de la moyenne, représentatif de l'hétérogénéité du peuplement. La détection des plantes fonctionne bien pour des stades de betterave compris entre quatre et huit feuilles.

Résultats expérimentaux

Les tableaux suivants présentent les résultats obtenus pour l'ensemble des variétés expérimentées. Quatre critères sont pris en compte :

- Le taux de levée calculé par rapport au nombre de graines semées. Il résulte d'un regroupement de 24 essais ITB-SAS pour les variétés rhizomanie, 26 essais pour les variétés nématodes et six essais pour les variétés rhizoctone brun.

- La qualité de levée est un critère qui intègre la vitesse de levée et la population finale. Il est calculé dans les essais ITB à partir de deux comptages successifs des plantes au cours de la levée jusqu'à atteindre la population finale. La qualité de levée est l'aire sous la cinétique de levée. Plus la valeur est haute, plus la variété lève vite et avec un fort niveau de population.
- La vitesse de levée est le temps thermique qui sépare les stades entre 10 % et 90 % de levée. Plus la valeur est haute,

- plus la variété lève lentement.
- L'hétérogénéité entre plantes est décrite dans la page précédente. Plus la valeur est élevée, plus la variété est hétérogène. Il est à noter que la variabilité est très faible cette année sur ce critère. Seules les variétés extrêmes montrent des différences significatives.
- Pour ces trois derniers critères, cinq essais ITB ont été regroupés pour les variétés rhizomanie, huit pour les variétés nématodes et deux pour les variétés rhizoctone brun.

CE QU'IL FAUT RETENIR



- **56 essais variétés répartis sur tout le territoire** ont été mis en place en 2020 par l'ITB et les services agronomiques de sucreries.
- **La qualité de levée des variétés** est très satisfaisante en 2020.
- **Les résultats expérimentaux** ne montrent pas de différences marquées entre variétés.
- **Les nouveaux outils de traitement d'images** acquises par drone permettent des mesures à l'échelle des plantes individuelles.

Résultats de levées 2020

	Regroupement des essais ITB/SAS		Regroupement des essais ITB		
	Levée	Qualité de la levée	Vitesse de levée (entre 10 et 90 % de la levée finale)	Hétérogénéité entre plantes	
	%		°C.jours	%	
VARIÉTÉS RHIZOMANIE					
VARIÉTÉS CONFIRMÉES (2 ANS ET PLUS)	BTS1760	89	62	64	32 %
	ELLEA KWS	90	62	59	31 %
	CALLEDIA KWS	88	63	52	30 %
	CURIE	92	63	56	30 %
	DANDRIEU	90	63	51	27 %
	FRISBEE	93	63	54	30 %
	JELLERA KWS	89	63	73	30 %
	STANLEY	91	63	57	30 %
	AUCKLAND	92	64	50	30 %
	CELCIUS	92	64	61	29 %
	COMPETITA KWS	89	64	56	30 %
	GISELLINA KWS	90	64	63	31 %
	LANDON	91	64	52	27 %
	ORIGAN	93	64	53	31 %
	PLATINA KWS	92	64	63	31 %
	RAISON	91	64	42	30 %
	RUMBA	92	64	58	30 %
	CHAMOIS	93	65	57	28 %
	FD CHELEM	92	65	60	31 %
	FD DROP	93	65	57	29 %
	FD JAVELLOT	93	65	52	31 %
	FRISON	92	65	51	29 %
	JOCKO	92	65	58	30 %
	TISSERIN	93	65	47	29 %
	TRECK	92	65	54	29 %
	VULCANIA KWS	92	65	68	30 %
	AUROCH	94	66	56	30 %
	BTS2045	93	66	49	29 %
	BTS7845	91	66	53	31 %
	CASTOR	92	66	63	31 %
	EPERVIER	94	66	52	30 %
	FD SURF	93	66	59	29 %
	LIBELLULE	93	66	54	31 %
VARIÉTÉS NOUVELLES	GOELETTE	90	62	44	32 %
	CHAPLIN	90	63	64	31 %
	GIONO	89	64	71	30 %
	JANIQUE KWS	89	64	66	31 %
	MOBIDICK	88	64	58	29 %
	FD CRAWL	93	65	64	29 %
	TOTEM	92	65	46	28 %
	BTS 6740	92	66	62	29 %
	NOVALINA KWS	89	66	71	29 %
	FD VOLLEY	93	67	59	28 %
	FLORENTINA KWS	92	68	56	29 %
	SAMOURAI	93	68	55	29 %

	Regroupement des essais ITB/SAS		Regroupement des essais ITB		
	Levée	Qualité de la levée	Vitesse de levée (entre 10 et 90 % de la levée finale)	Hétérogénéité entre plantes	
	%		°C.jours	%	
VARIÉTÉS NÉMATODES					
VARIÉTÉS NOUVELLES	BTS 1975 N	89,85	59	78	32 %
	BOILEAU	91,11	61	66	30 %
	BTS890	90,14	61	72	29 %
	MILLENNIA KWS	91,98	62	74	30 %
	PAPRIKA	93,66	62	60	31 %
	ANNABELLA KWS	91,02	62	67	30 %
	ATHENEA	89,63	62	83	31 %
	CYPRES	94,39	62	67	31 %
	MYRTILLE	93,8	62	63	30 %
	LUNELLA KWS	91,69	63	72	30 %
	CAMELIA	94,53	63	54	30 %
	EDELWEISS	93,76	63	67	30 %
	BTS7640N	92,04	64	78	31 %
	LUCIA KWS	93,59	64	64	29 %
VARIÉTÉS CONFIRMÉES	NINA KWS	90,5	64	72	31 %
	KAYAK	93,12	65	59	29 %
	FD KUNG FU	93,74	66	66	31 %
	JONQUE	91,85	61	74	28 %
	LEMON	93,62	61	60	27 %
	ARUM	92,19	63	65	28 %
	FD EXPLOIT	94,18	63	72	31 %
	FD SHOOT	90,35	63	64	31 %
	SATIE	92,58	63	70	30 %
	BTS 2660 N	91,09	64	73	29 %
	CAPRIANNA KWS	92,54	64	67	29 %
	SAGITTAIRE	93,74	64	66	29 %
	AZELIA KWS	90,74	65	78	29 %
	DINGHY	93,68	66	82	30 %
	MATISSE	91,8	66	65	29 %
VARIÉTÉS RHIZOCTONE BRUN					
VARIÉTÉS CONFIRMÉES	BERLIOZ	87,06	63	60	26 %
	ISABELLA KWS	88,9	63	62	27 %
	FD OUTSIDER	89,16	65	64	24 %
	NAVAJO	91,69	66	57	25 %
	MYRIA KWS	87,15	67	74	24 %
	YANKEE	91,49	67	80	25 %
	DAVIDA KWS	87,35	69	52	24 %
	BTS2770RHC	88,43	69	55	24 %
	RAINETTE	92,4	70	60	25 %

INNOVATION

Mesurer la richesse des betteraves avec un spectromètre miniature



Depuis 2017, l'ITB teste un spectromètre de poche, le SCiO, dans le cadre du programme Aker. Son utilisation pour prédire la richesse des betteraves semble prometteuse.

La spectrométrie proche infrarouge est une découverte récente à fort potentiel dans les secteurs de l'agriculture et l'agroalimentaire notamment pour ses caractères non destructif, rapide et peu coûteux. L'ITB, en collaboration avec l'Inrae, a mis en relation le spectre mesuré et la teneur en sucre de la betterave entière. Celle-ci étant une des composantes clés du rendement, disposer d'un outil pour prédire directement la richesse des betteraves au champ pourrait constituer un levier de compétitivité, tant pour l'agriculteur que l'industriel.

↑ Réalisation d'une mesure de richesse à l'aide du spectromètre de poche, le SCiO.

LE CHIFFRE

+/- 0,2 pts

de richesse : précision obtenue en moyennant la mesure sur 20 betteraves.

Résultats obtenus après trois ans d'essais

Depuis 2017, l'ITB réalise des prélèvements de betteraves à différentes dates et sur plusieurs variétés afin de disposer d'une large gamme de variations. Pour chaque betterave, une mesure est réalisée avec le spectromètre au niveau du collet, et la richesse de référence est mesurée au laboratoire.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le spectromètre SCiO permet de mesurer la richesse des betteraves au cours de leur croissance.
- La précision est de +/- 0,2 points de richesse sur une moyenne de 20 betteraves mesurées.
- Le suivi temporel de richesse apporte un outil nouveau pour mieux évaluer les variétés ou comparer des parcelles entre elles.
- Les travaux vont être poursuivis à l'ITB pour améliorer la robustesse du modèle.

En 2019, l'ITB a alimenté sa base de données d'environ 600 mesures supplémentaires et a ainsi obtenu plus de 2 500 spectres bruts au total (figure 1A). Une méthode a également été mise au point pour nettoyer et normaliser les spectres afin de les comparer : prétraitement (figure 1B) et suppression des spectres aberrants (figure 1C).

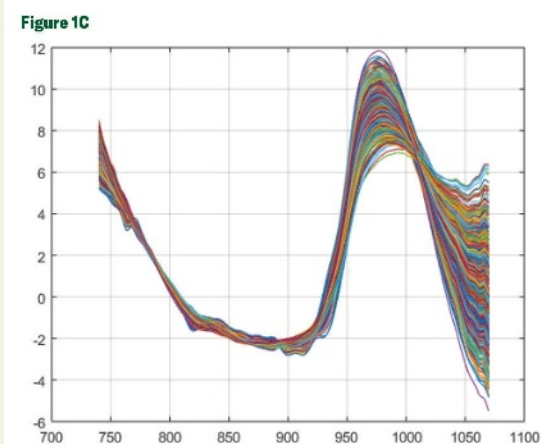
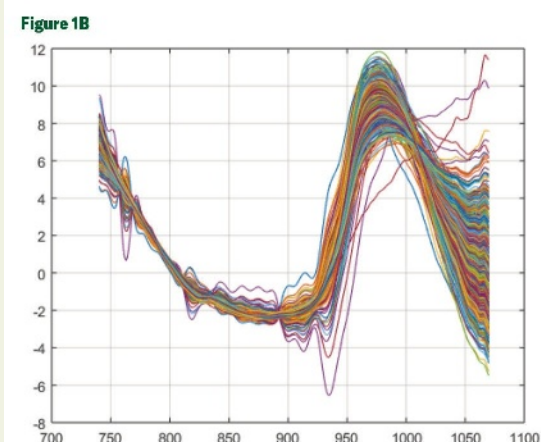
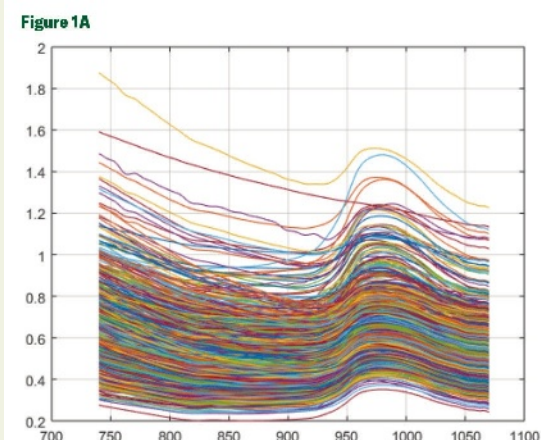
La base de données ainsi créée est séparée entre un jeu de données de calibration et un jeu de données de validation. Un modèle Partial Least Squares (PLS) permettant de relier le spectre à la richesse est paramétré à partir des données de calibration. Les résultats de prédiction des richesses de 2019 montrent une précision de plus ou moins 0,88 point de richesse pour une mesure réalisée sur une seule betterave. L'intégration d'une partie des données de 2019 dans la calibration a été nécessaire pour améliorer la qualité prédictive du modèle (figure 2).

Perspectives

Ces résultats, à l'échelle d'une betterave, sont améliorés lorsque l'on augmente le nombre de betteraves mesurées. Ainsi, pour vingt betteraves, la précision sur la richesse à l'échelle de l'échantillon passe à plus ou moins 0,2 %. Cela correspond à une différence significative de richesse entre deux variétés comparées sur un même site. L'ITB peut donc déjà envisager d'utiliser cet outil pour comparer les variétés dans leur dynamique d'accumulation du sucre au cours du temps. Il a également été montré qu'il est important d'enrichir le modèle de calibration avec des betteraves de l'année en cours. Cette précaution sera prise jusqu'à accumuler suffisamment d'années pour disposer d'un modèle robuste, capable de prendre en compte toutes les variabilités interannuelles.

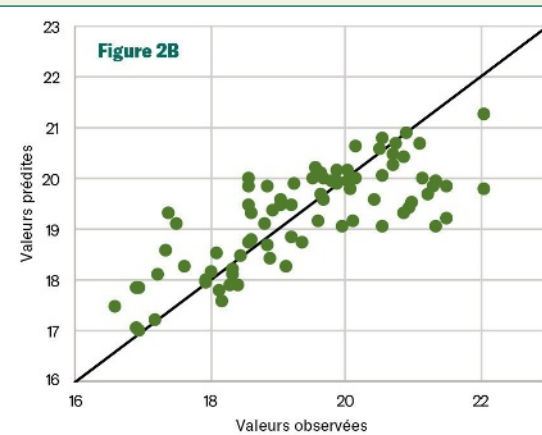
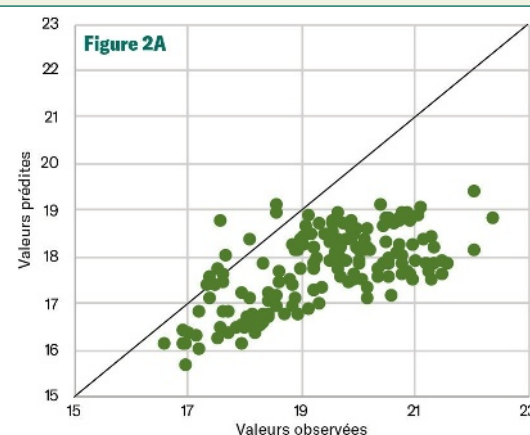
Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du programme Investissements d'avenir portant la référence ANR-11-BTBR-0007.

Traitement des spectres mesurés (figure 1)



A : spectres bruts
B : spectres après prétraitement
C : spectres après suppression des spectres aberrants

Validation du modèle : richesses prédites en fonction des richesses observées (figure 2)



A : prédiction des données de 2019 avec un modèle calibré par les données de 2017 et 2018 - B : prédiction de la moitié des données de 2019 avec un modèle calibré par les données de 2017, 2018 et l'autre moitié de 2019.