



Apport de la spectroscopie et de l'imagerie proche infrarouge pour l'évaluation des maladies avant et après récolte : cas de la fusariose et de la carie sur blé tendre

Unité Qualité and authentification des produits

p.vermeulen@cra.wallonie.be; c.demoitié@cra.wallonie.be; d.vincke@cra.wallonie.be

Unité Biodiversité et amélioration des plantes & forêts

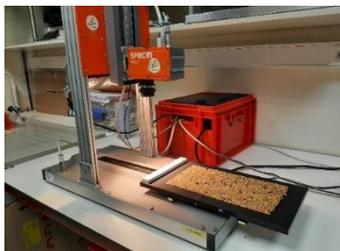
g.jacquemin@cra.wallonie.be

Unité Santé des plantes & forêts

c.bataille@cra.wallonie.be

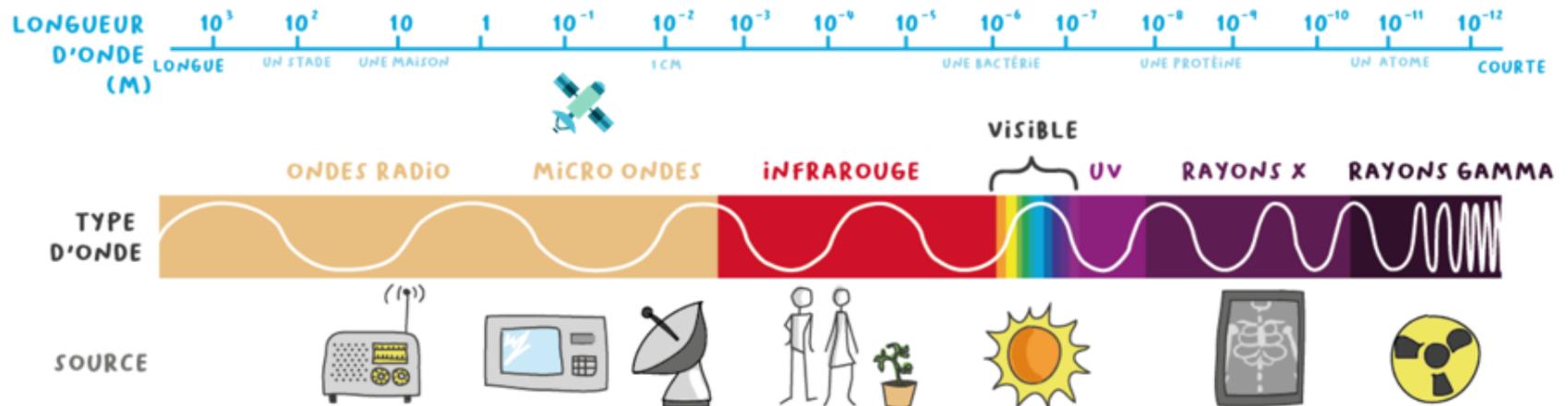
Unité Productions végétales

d.eylenbosch@cra.wallonie.be



C'est quoi exactement?

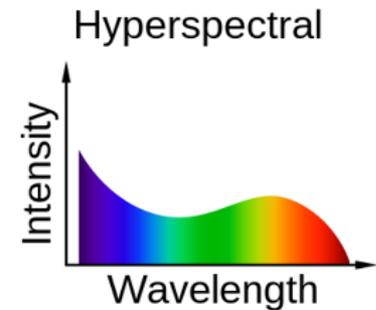
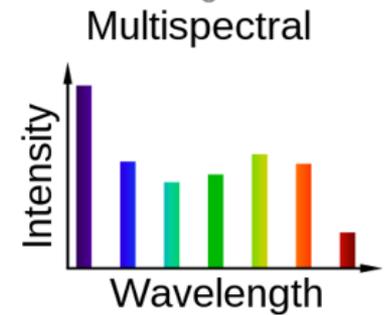
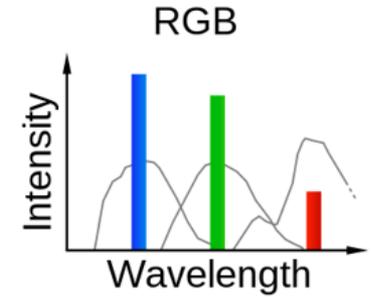
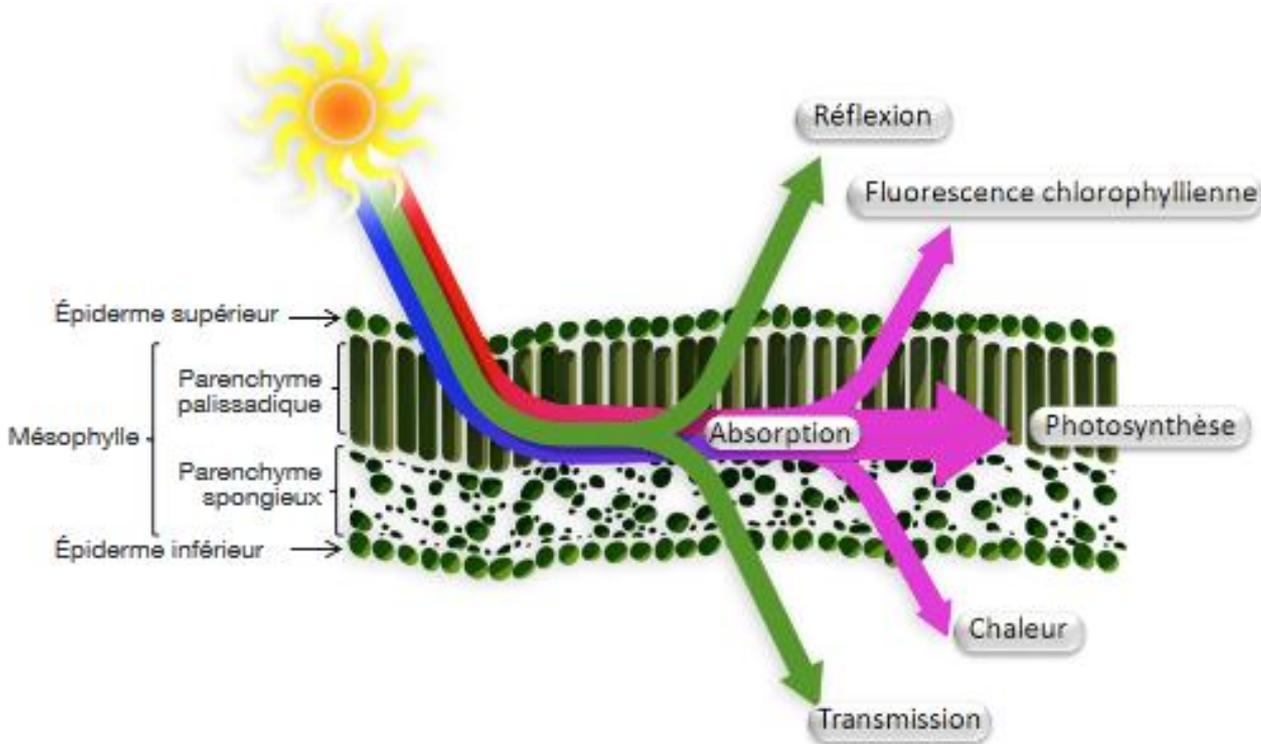
Les ondes électromagnétiques



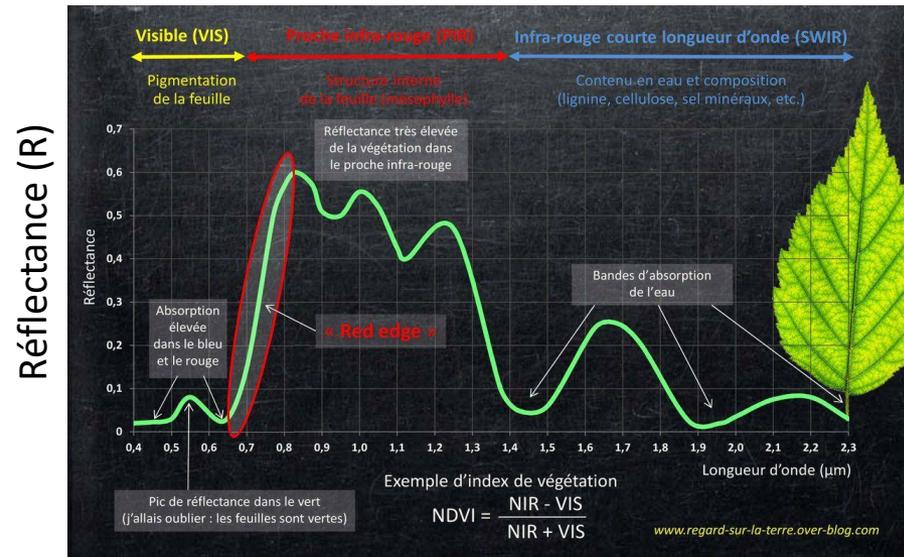
source: "Fiche "Comprendre une image satellitaire" GéoBretagne, texte et illustrations GIS BreTel"

C'est quoi exactement?

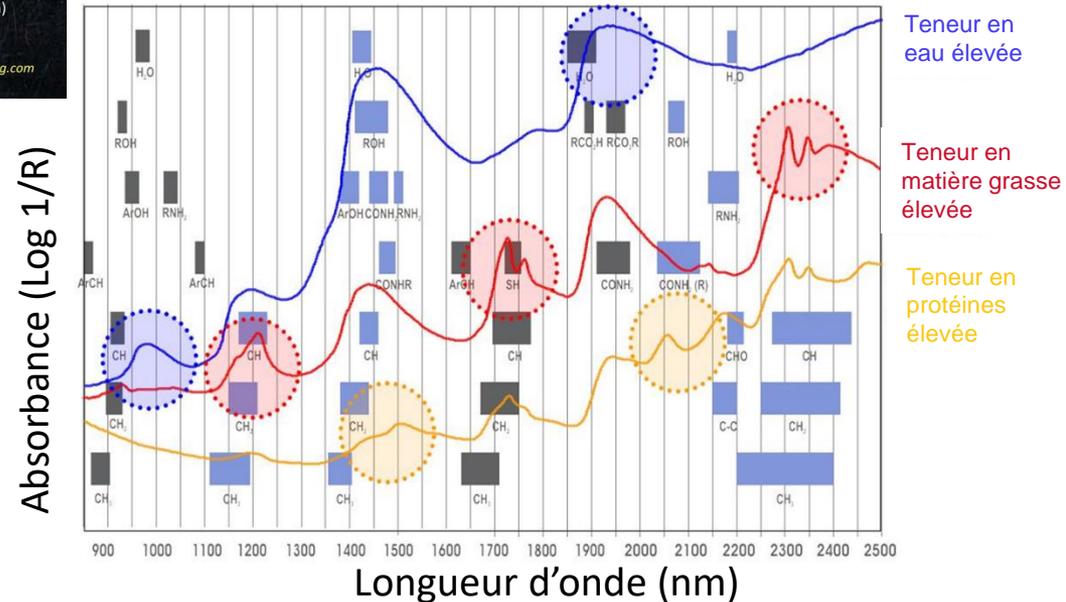
Interaction radiation / produit



C'est quoi exactement?

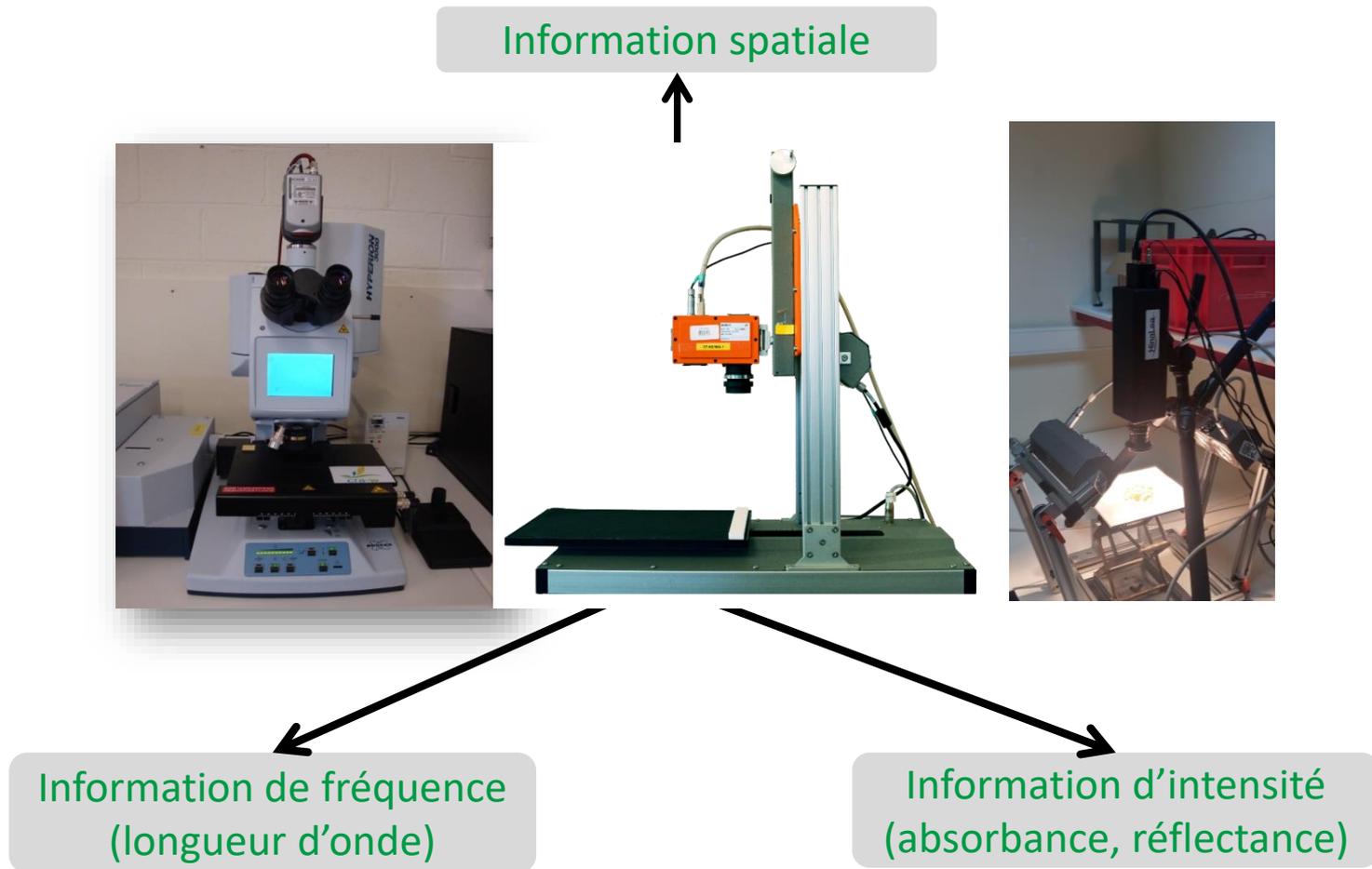


Interprétation spectrale



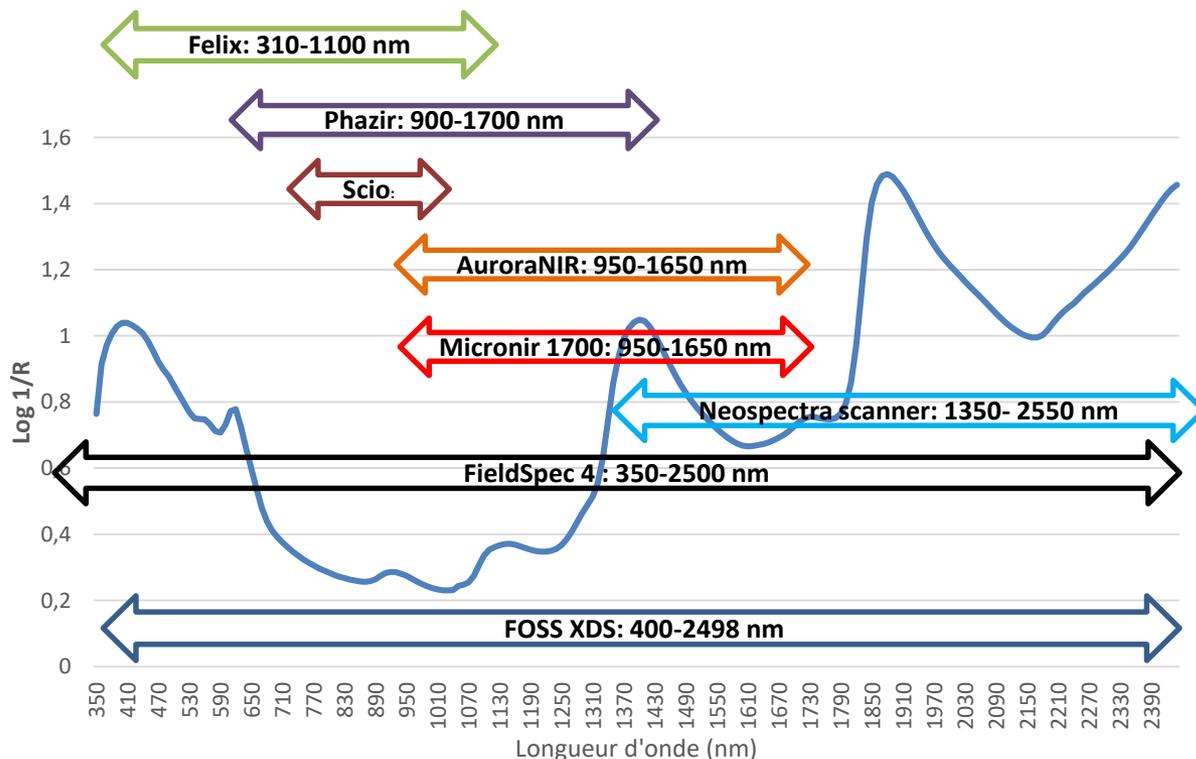
Un équipement adapté

De la spectroscopie à l'imagerie



Un équipement adapté une gamme spécifique de longueurs d'ondes

✓ Spectromètres portables



F750
(Felix)



Phazir
(Polychromix)



Scio
(Consumer Physics)



Micronir1700
(Viavi)



AuroraNIR
(GrainIT)



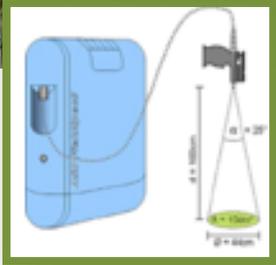
Neospectra-scanner
(Si_Ware)



FieldSpec4
(ASD)



Un équipement adapté en extérieur



ASD Fieldspec 4
Acquisition
en statique ou
en continu



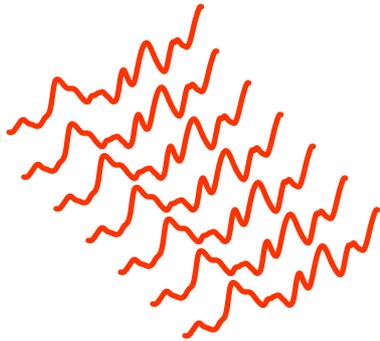
SPECIM FX10/FX17 Acquisition par déplacement linéaire ou rotatif



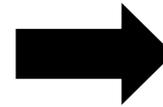
Collaboration U4: équipe Francini

Ca sert à quoi?

Calibration pour modèles de
classification (données qualitatives)
régression (données quantitatives)



+ Valeurs de
référence

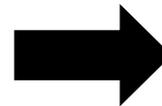


**Modèle
mathématique**

Base de données spectrales

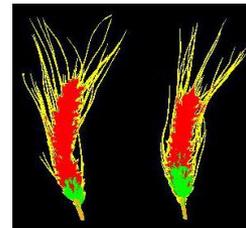
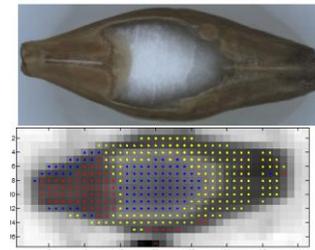


+ **Modèle
mathématique**



**Valeurs
prédites**

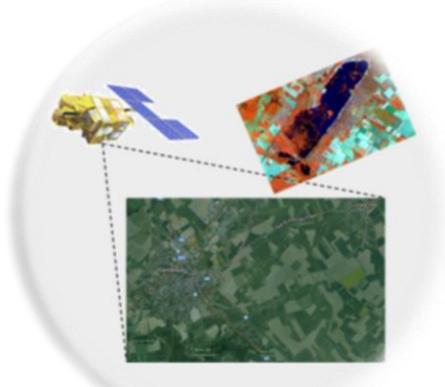
Spectre inconnu



Ca sert à quoi?

Analyser la qualité des céréales avant et après récolte

Dans le ciel



Suivi des cultures
à l'échelle
d'un champ, d'une région

U6

Sur le terrain



Suivi des cultures
à l'échelle d'un champ
d'une parcelle expérimentale

U12: labo Fieldpro

U2, U3, U4

Au laboratoire



Suivi des récoltes
à l'échelle
du grain

U12: labo NIR et DRIM

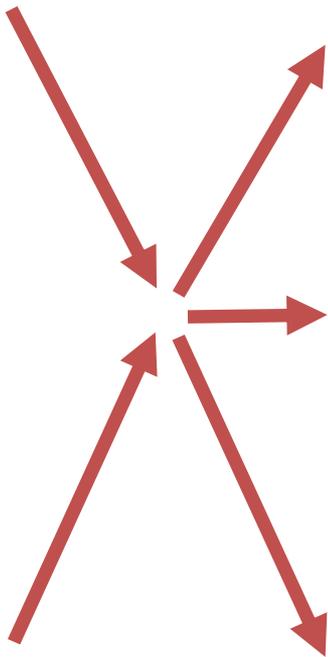
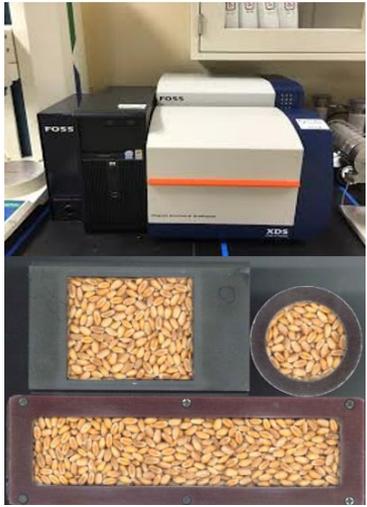
U11: labo Techno

C'est pour qui?

Du laboratoire...

au

champ, site



La recherche
(sélection,
évaluation, ...)

Les agriculteurs

L'industrie
agroalimentaire

Capteurs



Imagerie



Figure 1. On-line NIR sensor and near infrared analysis as a food-recognition tool for Brouin, France. © 2016 European project.

provimi



nutreco

Concrètement ...

Quelques projets autour des céréales et leurs produits

Europe

INVITE: fusariose sur épis

Phenet: stress biotiques sur céréales



Régional

Phenwheat: fusariose sur épis

ValCerWal: qualité technologique et impuretés

Privé

Collaboration diverses

(Moulins, Limagrain, Biowanze,...)

PHENWHEAT (2019-2024)

PHENotyping on WHEAT

Evaluation de la fusariose sur le froment d'hiver (+/- 50 variétés par an)



inoculation
Blank reference
inoculation



Inoculation *F.graminearum*



Marquage d'épis



Collecte d'épis

Collaboration U2, U3, U4, U12

PHENWHEAT (2019-2024)

PHENotyping on WHEAT

Utilisation de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge pour l'évaluation de la fusariose sur le froment d'hiver



NIR hyperspectral camera: 900-1700 nm (100 wl)



Acquisition de données spectrales de la canopée avec Specim FX17



Acquisition de données spectrales des épis avec Specim FX17

Collaboration U2, U3, U4, U12

PHENWHEAT (2019-2024)

PHENotyping on WHEAT

Utilisation de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge pour l'évaluation de la fusariose sur le froment d'hiver au labo



Observation visuelle des symptômes

A Visual Scale to Estimate Severity of Fusarium Head Blight in Wheat

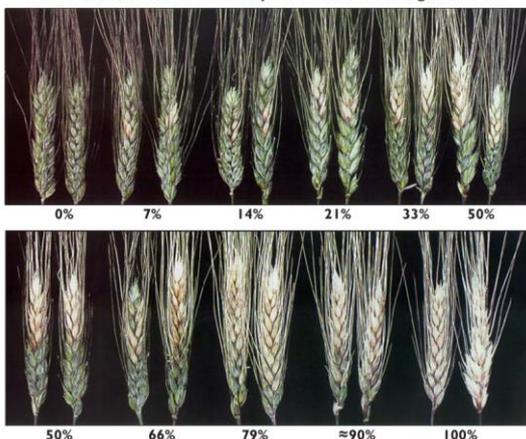
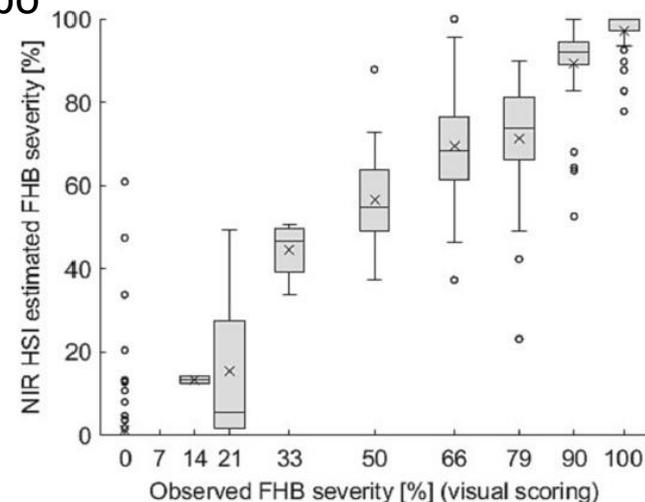


Image RGB

Image prédite



➤ Bonne corrélation entre l'observation visuelle et la valeur prédite

Near infrared hyperspectral imaging method to assess Fusarium Head Blight infection on winter wheat ears

Damien Vincke ^a, ^e, ^f, ^g, ^h, ⁱ, ^j, ^k, ^l, ^m, ⁿ, ^o, ^p, ^q, ^r, ^s, ^t, ^u, ^v, ^w, ^x, ^y, ^z, ^{aa}, ^{ab}, ^{ac}, ^{ad}, ^{ae}, ^{af}, ^{ag}, ^{ah}, ^{ai}, ^{aj}, ^{ak}, ^{al}, ^{am}, ^{an}, ^{ao}, ^{ap}, ^{aq}, ^{ar}, ^{as}, ^{at}, ^{au}, ^{av}, ^{aw}, ^{ax}, ^{ay}, ^{az}, ^{ba}, ^{bb}, ^{bc}, ^{bd}, ^{be}, ^{bf}, ^{bg}, ^{bh}, ^{bi}, ^{bj}, ^{bk}, ^{bl}, ^{bm}, ^{bn}, ^{bo}, ^{bp}, ^{bq}, ^{br}, ^{bs}, ^{bt}, ^{bu}, ^{bv}, ^{bw}, ^{bx}, ^{by}, ^{bz}, ^{ca}, ^{cb}, ^{cc}, ^{cd}, ^{ce}, ^{cf}, ^{cg}, ^{ch}, ^{ci}, ^{cj}, ^{ck}, ^{cl}, ^{cm}, ^{cn}, ^{co}, ^{cp}, ^{cq}, ^{cr}, ^{cs}, ^{ct}, ^{cu}, ^{cv}, ^{cw}, ^{cx}, ^{cy}, ^{cz}, ^{da}, ^{db}, ^{dc}, ^{dd}, ^{de}, ^{df}, ^{dg}, ^{dh}, ^{di}, ^{dj}, ^{dk}, ^{dl}, ^{dm}, ^{dn}, ^{do}, ^{dp}, ^{dq}, ^{dr}, ^{ds}, ^{dt}, ^{du}, ^{dv}, ^{dw}, ^{dx}, ^{dy}, ^{dz}, ^{ea}, ^{eb}, ^{ec}, ^{ed}, ^{ee}, ^{ef}, ^{eg}, ^{eh}, ^{ei}, ^{ej}, ^{ek}, ^{el}, ^{em}, ^{en}, ^{eo}, ^{ep}, ^{eq}, ^{er}, ^{es}, ^{et}, ^{eu}, ^{ev}, ^{ew}, ^{ex}, ^{ey}, ^{ez}, ^{fa}, ^{fb}, ^{fc}, ^{fd}, ^{fe}, ^{ff}, ^{fg}, ^{fh}, ^{fi}, ^{fj}, ^{fk}, ^{fl}, ^{fm}, ^{fn}, ^{fo}, ^{fp}, ^{fq}, ^{fr}, ^{fs}, ^{ft}, ^{fu}, ^{fv}, ^{fw}, ^{fx}, ^{fy}, ^{fz}, ^{ga}, ^{gb}, ^{gc}, ^{gd}, ^{ge}, ^{gf}, ^{gg}, ^{gh}, ^{gi}, ^{gj}, ^{gk}, ^{gl}, ^{gm}, ^{gn}, ^{go}, ^{gp}, ^{gq}, ^{gr}, ^{gs}, ^{gt}, ^{gu}, ^{gv}, ^{gw}, ^{gx}, ^{gy}, ^{gz}, ^{ha}, ^{hb}, ^{hc}, ^{hd}, ^{he}, ^{hf}, ^{hg}, ^{hh}, ^{hi}, ^{hj}, ^{hk}, ^{hl}, ^{hm}, ^{hn}, ^{ho}, ^{hp}, ^{hq}, ^{hr}, ^{hs}, ^{ht}, ^{hu}, ^{hv}, ^{hw}, ^{hx}, ^{hy}, ^{hz}, ^{ia}, ^{ib}, ^{ic}, ^{id}, ^{ie}, ^{if}, ^{ig}, ^{ih}, ⁱⁱ, ^{ij}, ^{ik}, ^{il}, ^{im}, ⁱⁿ, ^{io}, ^{ip}, ^{iq}, ^{ir}, ^{is}, ^{it}, ^{iu}, ^{iv}, ^{iw}, ^{ix}, ^{iy}, ^{iz}, ^{ja}, ^{jb}, ^{jc}, ^{jd}, ^{je}, ^{jf}, ^{jj}, ^{jk}, ^{jl}, ^{jm}, ^{jn}, ^{jo}, ^{jp}, ^{jq}, ^{jr}, ^{js}, ^{jt}, ^{ju}, ^{jv}, ^{jw}, ^{jx}, ^{ky}, ^{kz}, ^{la}, ^{lb}, ^{lc}, ^{ld}, ^{le}, ^{lf}, ^{lg}, ^{lh}, ^{li}, ^{lj}, ^{lk}, ^{ll}, ^{lm}, ^{ln}, ^{lo}, ^{lp}, ^{lq}, ^{lr}, ^{ls}, ^{lt}, ^{lu}, ^{lv}, ^{lw}, ^{lx}, ^{ly}, ^{lz}, ^{ma}, ^{mb}, ^{mc}, ^{md}, ^{me}, ^{mf}, ^{mg}, ^{mh}, ^{mi}, ^{mj}, ^{mk}, ^{ml}, ^{mm}, ^{mn}, ^{mo}, ^{mp}, ^{mq}, ^{mr}, ^{ms}, ^{mt}, ^{mu}, ^{mv}, ^{mw}, ^{mx}, ^{my}, ^{mz}, ^{na}, ^{nb}, ^{nc}, nd, ^{ne}, ^{nf}, ^{ng}, ^{nh}, ⁿⁱ, ^{nj}, ^{nk}, ^{nl}, ^{nm}, ⁿⁿ, ^{no}, ^{np}, ^{nq}, ^{nr}, ^{ns}, ^{nt}, ^{nu}, ^{nv}, ^{nw}, ^{nx}, ^{ny}, ^{nz}, ^{oa}, ^{ob}, ^{oc}, ^{od}, ^{oe}, ^{of}, ^{og}, ^{oh}, ^{oi}, ^{oj}, ^{ok}, ^{ol}, ^{om}, ^{on}, ^{oo}, ^{op}, ^{oq}, ^{or}, ^{os}, ^{ot}, ^{ou}, ^{ov}, ^{ow}, ^{ox}, ^{oy}, ^{oz}, ^{pa}, ^{pb}, ^{pc}, ^{pd}, ^{pe}, ^{pf}, ^{pg}, ^{ph}, ^{pi}, ^{pj}, ^{pk}, ^{pl}, ^{pm}, ^{pn}, ^{po}, ^{pp}, ^{pq}, ^{pr}, ^{ps}, ^{pt}, ^{pu}, ^{pv}, ^{pw}, ^{px}, ^{py}, ^{pz}, ^{qa}, ^{qb}, ^{qc}, ^{qd}, ^{qe}, ^{qf}, ^{qg}, ^{qh}, ^{qi}, ^{qj}, ^{qk}, ^{ql}, ^{qm}, ^{qn}, ^{qo}, ^{qp}, ^{qq}, ^{qr}, ^{qs}, ^{qt}, ^{qu}, ^{qv}, ^{qw}, ^{qx}, ^{qy}, ^{qz}, ^{ra}, ^{rb}, ^{rc}, rd, ^{re}, ^{rf}, ^{rg}, ^{rh}, ^{ri}, ^{rj}, ^{rk}, ^{rl}, ^{rm}, ^{rn}, ^{ro}, ^{rp}, ^{rq}, ^{rr}, ^{rs}, ^{rt}, ^{ru}, ^{rv}, ^{rw}, ^{rx}, ^{ry}, ^{rz}, ^{sa}, ^{sb}, ^{sc}, ^{sd}, ^{se}, ^{sf}, ^{sg}, ^{sh}, ^{si}, ^{sj}, ^{sk}, ^{sl}, sm, ^{sn}, ^{so}, ^{sp}, ^{sq}, ^{sr}, ^{ss}, st, ^{su}, ^{sv}, ^{sw}, ^{sx}, ^{sy}, ^{sz}, ^{ta}, ^{tb}, ^{tc}, ^{td}, ^{te}, ^{tf}, ^{tg}, th, ^{ti}, ^{tj}, ^{tk}, ^{tl}, tm, ^{tn}, ^{to}, ^{tp}, ^{tq}, ^{tr}, ^{ts}, ^{tt}, ^{tu}, ^{tv}, ^{tw}, ^{tx}, ^{ty}, ^{tz}, ^{ua}, ^{ub}, ^{uc}, ^{ud}, ^{ue}, ^{uf}, ^{ug}, ^{uh}, ^{ui}, ^{uj}, ^{uk}, ^{ul}, ^{um}, ^{un}, ^{uo}, ^{up}, ^{uq}, ^{ur}, ^{us}, ^{ut}, ^{uu}, ^{uv}, ^{uw}, ^{ux}, ^{uy}, ^{uz}, ^{va}, ^{vb}, ^{vc}, ^{vd}, ^{ve}, ^{vf}, ^{vg}, ^{vh}, ^{vi}, ^{vj}, ^{vk}, ^{vl}, ^{vm}, ^{vn}, ^{vo}, ^{vp}, ^{vq}, ^{vr}, ^{vs}, ^{vt}, ^{vu}, ^{vv}, ^{vw}, ^{vx}, ^{vy}, ^{vz}, ^{wa}, ^{wb}, ^{wc}, ^{wd}, ^{we}, ^{wf}, ^{wg}, ^{wh}, ^{wi}, ^{wj}, ^{wk}, ^{wl}, ^{wm}, ^{wn}, ^{wo}, ^{wp}, ^{wq}, ^{wr}, ^{ws}, ^{wt}, ^{wu}, ^{wv}, ^{ww}, ^{wx}, ^{wy}, ^{wz}, ^{xa}, ^{xb}, ^{xc}, ^{xd}, ^{xe}, ^{xf}, ^{xg}, ^{xh}, ^{xi}, ^{xj}, ^{xk}, ^{xl}, ^{xm}, ^{xn}, ^{xo}, ^{xp}, ^{xq}, ^{xr}, ^{xs}, ^{xt}, ^{xu}, ^{xv}, ^{xw}, ^{xx}, ^{xy}, ^{xz}, ^{ya}, ^{yb}, ^{yc}, ^{yd}, ^{ye}, ^{yf}, ^{yg}, ^{yh}, ^{yi}, ^{yj}, ^{yk}, ^{yl}, ^{ym}, ^{yn}, ^{yo}, ^{yp}, ^{yq}, ^{yr}, ^{ys}, ^{yt}, ^{yu}, ^{yv}, ^{yw}, ^{yx}, ^{yy}, ^{yz}, ^{za}, ^{zb}, ^{zc}, ^{zd}, ^{ze}, ^{zf}, ^{zg}, ^{zh}, ^{zi}, ^{zj}, ^{zk}, ^{zl}, ^{zm}, ^{zn}, ^{zo}, ^{zp}, ^{zq}, ^{zr}, ^{zs}, ^{zt}, ^{zu}, ^{zv}, ^{zw}, ^{zx}, ^{zy}, ^{zz}

	Actual class	
	FHB-infected	Healthy
Predicted as FHB-infected	152	13
Predicted as Healthy	2	141

Sensibilité = 98,7 % & Spécificité = 91,6 %

Contact: Damien Vincke (thèse en cours)

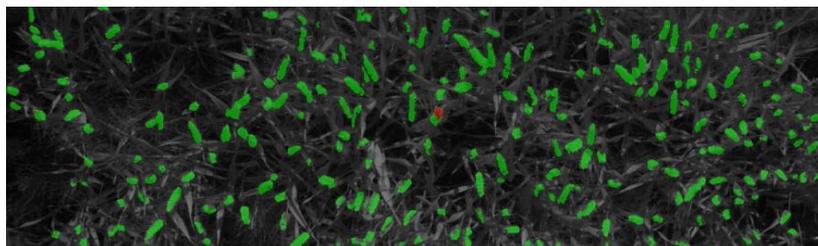
PHENWHEAT (2019-2024)

PHENotyping on WHEAT

Utilisation de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge pour l'évaluation de la fusariose sur le froment d'hiver au champ



Image prédite
(modèle 2019-2021)



Observations visuelles

- Nb. épis
- Nb. épis fusariés
- Nb. épis échaudés

Parcelle 2022
Piétin échaudage



$$\% \text{ fusariose} = \frac{\text{Pixels fusariés}}{\text{Pixels épis}}$$

$$\% \text{ piétin} = \frac{\text{Pixels piétin échaudage}}{\text{Pixels épis}}$$

$$\% \text{ stress} = \frac{\text{Pixels fusariés} + \text{Pixels piétin échaudage}}{\text{Pixels épis}}$$

Validation des modèles
au niveau de la parcelle

Données
2022

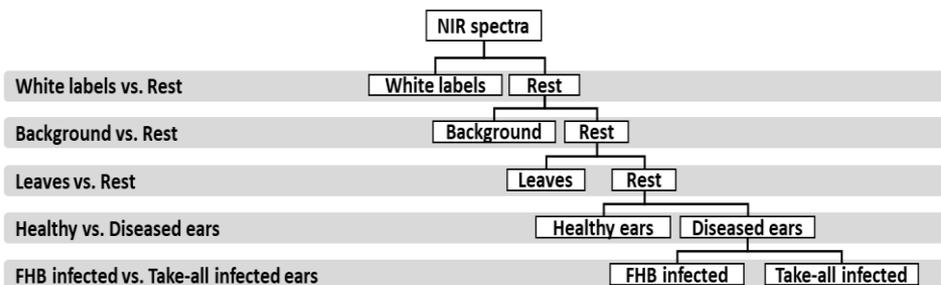
Date	Fusariose [%]				Piétin [%]				Stress biotique [%]			
	mean	std	min	max	mean	std	min	max	mean	std	min	max
28/06/22	0,4	0,7	0,0	2,6	4,1	4,8	0,0	14,9	4,8	4,6	0,5	14,9
04/07/22	0,4	0,6	0,0	1,7	7,7	9,6	0,0	26,8	8,5	9,5	0,5	28,5

Contact: Damien Vincke (thèse en cours)

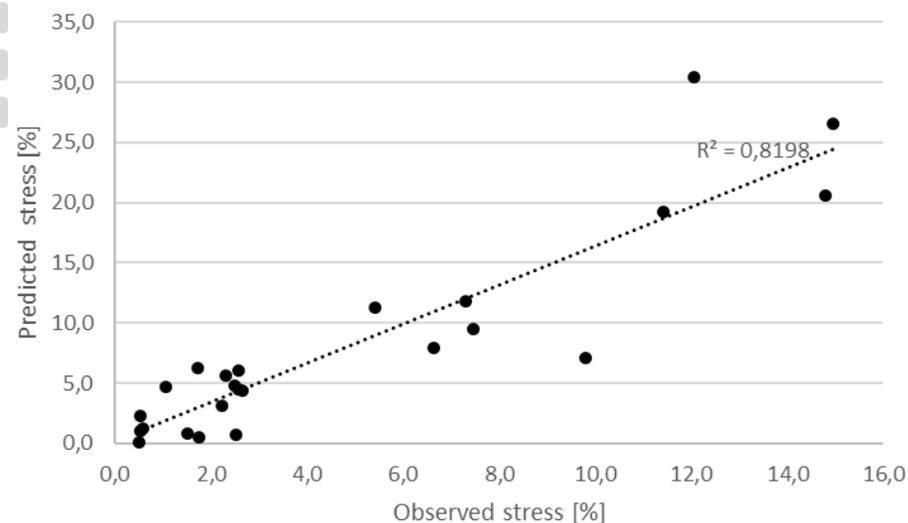
PHENWHEAT (2019-2024)

PHENotyping on WHEAT

Utilisation de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge pour l'évaluation de la fusariose sur le froment d'hiver au champ



Modèles du 28/06/22
appliqués aux images du 29/06/22



Validation des modèles PLS-DA
au niveau de la parcelle

Date	Fusariose [%]		Piétin [%]		Stress status [%]	
	RMSE	R ²	RMSE	R ²	RMSE	R ²
28/06/22	8,9	0,07	5,4	0,54	4,2	0,84
04/07/22	14,6	0,26	9,5	0,57	6,8	0,87
14/07/22	20,2	0,43	8,7	0,80	12,3	0,98

- Modèle non spécifique à la fusariose
- Bonne corrélation entre l'observation visuelle de l'état sanitaire général et la valeur prédite

Contact: Damien Vincke (thèse en cours)

PHENWHEAT (2019-2024)

PHENotyping on WHEAT

Transfert de la plateforme ou des technologies en parcelles agricoles « de taille réelle » ou sur des équipements agricoles

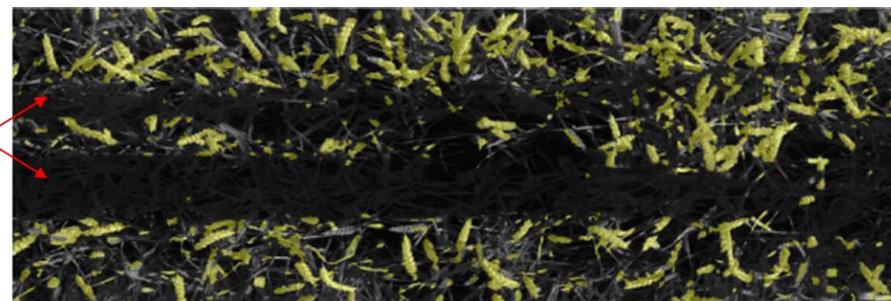


Transfert de l'équipement d'imagerie hyperspectrale sur une plateforme montée sur tracteur



Transfert des modèles développés sur le portique

Ombres projetées



➤ A valider dans le cadre du projet Phenet

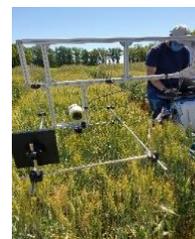
Contact: Damien Vincke (thèse en cours)

INVITE (2019-2024)

INovations in plant Varlety Testing in Europe

Développement d'outils de phénotypage NON RGB
Cas d'étude: évaluation de la fusariose sur épis

- Visible – NIR spectrometer in laboratory (CRA-W)
- Fluorescence in laboratory and in field (AGROSCOPE)
- Multispectral imaging in laboratory (GEVES)
- Hyperspectral imaging in laboratory (CRA-W)
- Multispectral imaging in field using a ground based support (GEVES)
- Hyperspectral imaging in field using a rotating stage (CRA-W)
- Hyperspectral imaging in field using a translation stage (CRA-W)



Frontal view



Perspective view



Vertical view

Contacts: Juan Herrera (Agroscope), Valérie Cadot (Geves), Philippe Vermeulen (CRA-W)

INVITE (2019-2024)

INovations in plant Varlety Testing in Europe

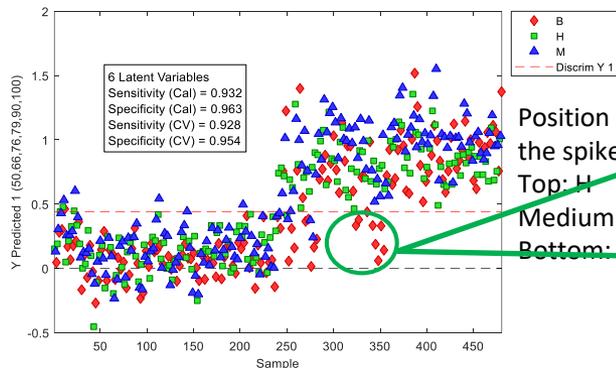
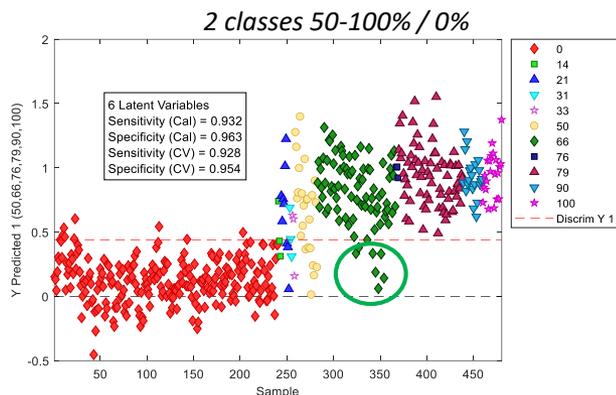
Cas d'étude: évaluation de la fusariose sur épis au labo avec l'ASD

Acquisition

3 measurements / ear



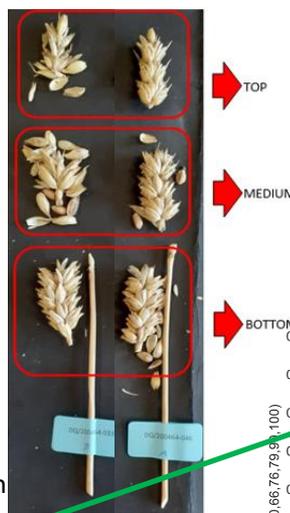
Classification PLSDA model based on FHB obs:



Position on the spike
Top: H
Medium: M
Bottom: B

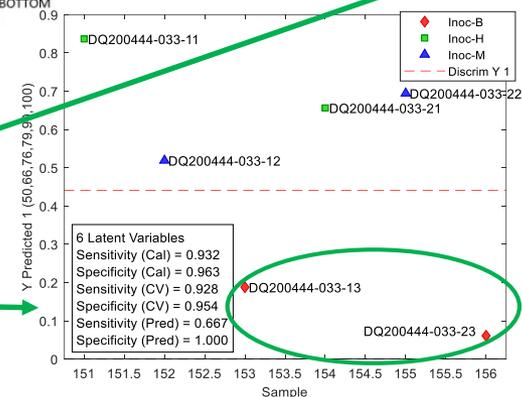
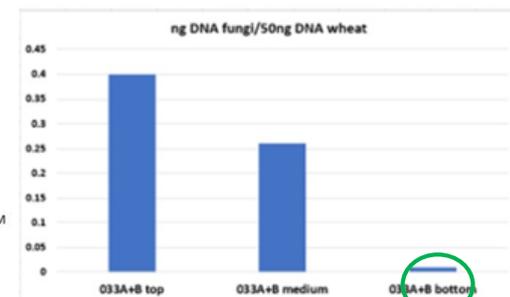
Results

2 ears with 66% FHB



OutlierTopMediumBottom

Confirmation by qPCR



Contacts: Valeria Terzi (CREA), Philippe Vermeulen (CRA-W)

INVITE (2019-2024)

INovations in plant Varlety Testing in Europe

Cas d'étude: évaluation de la fusariose sur épis au labo par imagerie

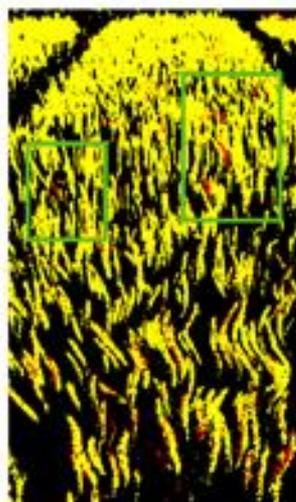
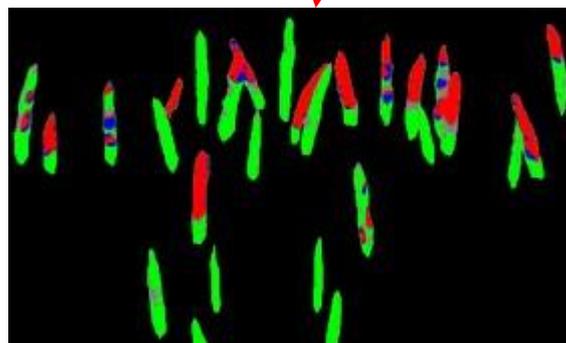
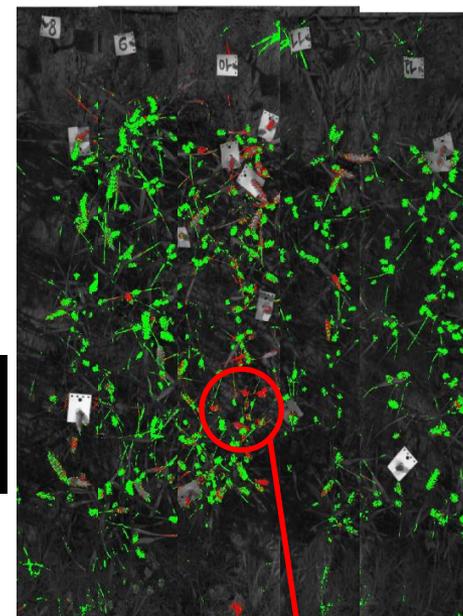
Vue frontale



Vue en perspective



Vue en verticale



Legend:
Ears with FHB
Healthy ears

Legend:
Ears with FHB
Healthy ears

Legend:
Fusa, good predicted
Healthy, good predicted

Fusa, poorly predicted
Healthy, poorly predicted

Variété sensible à la fusariose

Contacts: Valérie Cadot (Geves), Damien Vincke (CRA-W)

INVITE (2019-2024)

INovations in plant Varlety Testing in Europe



Développement d'outils de phénotypage NON RGB

Cas d'étude: évaluation de la fusariose sur épis

Possibilité d'évaluer **au laboratoire** la sévérité des symptômes sur des épis coupés avec:

- Un fluorimètre portable: 2 classes sur base de la fluorescence de la chlorophylle
- Un spectromètre portable VIS-NIR-SWIR: 3 classes sur base de la teneur en Chl et en eau
- Un système d'imagerie VIS_NIR multispectral à un stade précoce (teneur en Chl)
- Un système d'imagerie NIR hyperspectral à un stade tardif (teneur en eau)

Possibilité d'évaluer **au champ** le nombre d'épis fusariés en utilisant des plateformes de phénotypage équipés de systèmes d'imagerie:

- en vue frontale
- en vue en perspective
- en vue verticale

Contacts: Juan Herrera (Agroscope), Valérie Cadot (Geves), Philippe Vermeulen (CRA-W)

PHENET (2023-2027)

PHENotyping and EnviroTyping

Services pour le phénotypage de divers systèmes agricoles

Cas d'étude: évaluation des maladies sur céréales en temps réel

Head diseases

- Fusarium Head Blight (*Fusarium* sp): mycotoxins production
Agroscope (Fluo), Geves (VIS-NIR multispectral),
CRA-W (NIR hyperspectral)
- Bunt (*Tilletia caries*): contamination of grain lots by spores
transfer methodology to other head disease (CRA-W)



Leaf disease

- Barley yellow dwarf virus (BYDV)- Vector: aphids - Yield loss
assess BYDV symptoms on leaves with the perch Phenoman (Geves)

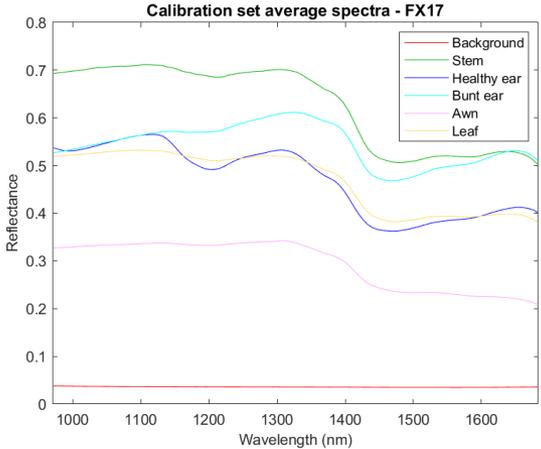


Contacts: Juan Herrera (Agroscope), Valérie Cadot (Geves), Philippe Vermeulen (CRA-W)

PHENET (2023-2027)

PHENotyping and EnviroTyping

Evaluation de la carie sur épis par imagerie hyperspectrale



Spectres des différents organes de l'épi

Expected predictions													
<p><i>Healthy ear (a)</i></p> <p>DQ220525-013-05</p>	<p><i>Ear with bunt disease (b)</i></p> <p>DQ220525-046-04</p>												
<p>Results</p> <table border="1"> <tr> <td>Pixels predicted "Bunt"</td> <td>940</td> </tr> <tr> <td>Pixels predicted "Healthy"</td> <td>9831</td> </tr> <tr> <td>Predicted diagnosis</td> <td>Healthy ✓</td> </tr> </table>	Pixels predicted "Bunt"	940	Pixels predicted "Healthy"	9831	Predicted diagnosis	Healthy ✓	<p>Results</p> <table border="1"> <tr> <td>Pixels predicted "Bunt"</td> <td>7140</td> </tr> <tr> <td>Pixels predicted "Healthy"</td> <td>294</td> </tr> <tr> <td>Predicted diagnosis</td> <td>Bunt ✓</td> </tr> </table>	Pixels predicted "Bunt"	7140	Pixels predicted "Healthy"	294	Predicted diagnosis	Bunt ✓
Pixels predicted "Bunt"	940												
Pixels predicted "Healthy"	9831												
Predicted diagnosis	Healthy ✓												
Pixels predicted "Bunt"	7140												
Pixels predicted "Healthy"	294												
Predicted diagnosis	Bunt ✓												

Analyse épi par épi

➤ Bonne détection des épis cariés

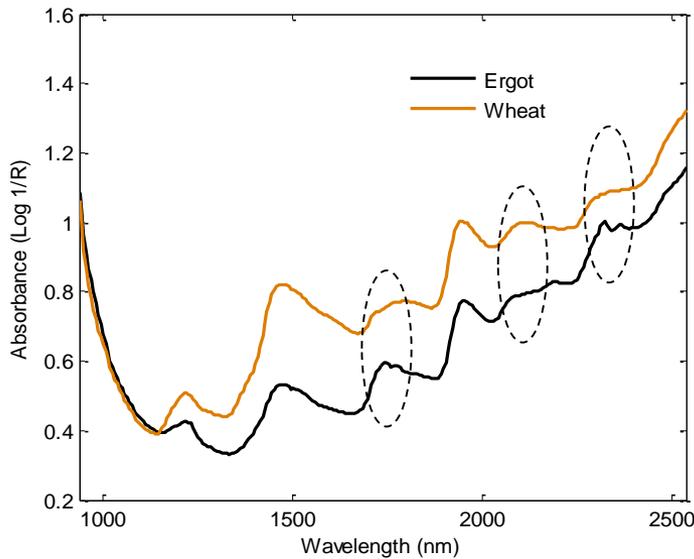
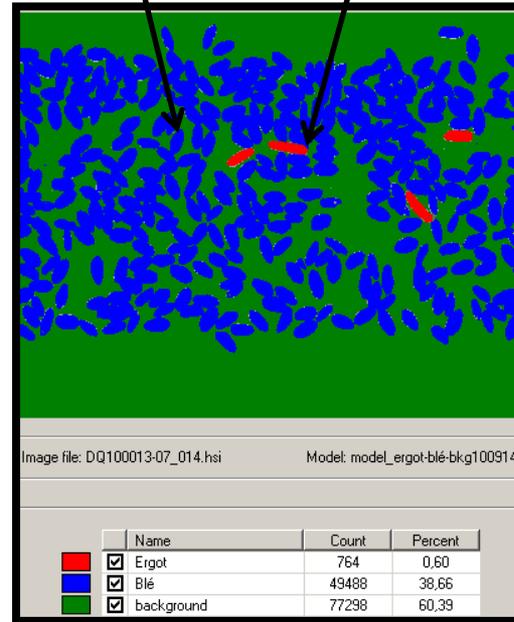
Contact: Corentin Demoitié

CONFIDENCE (2008-2012)

NIR imaging helps detect ergot in cereals ...



Wheat kernels Ergot body



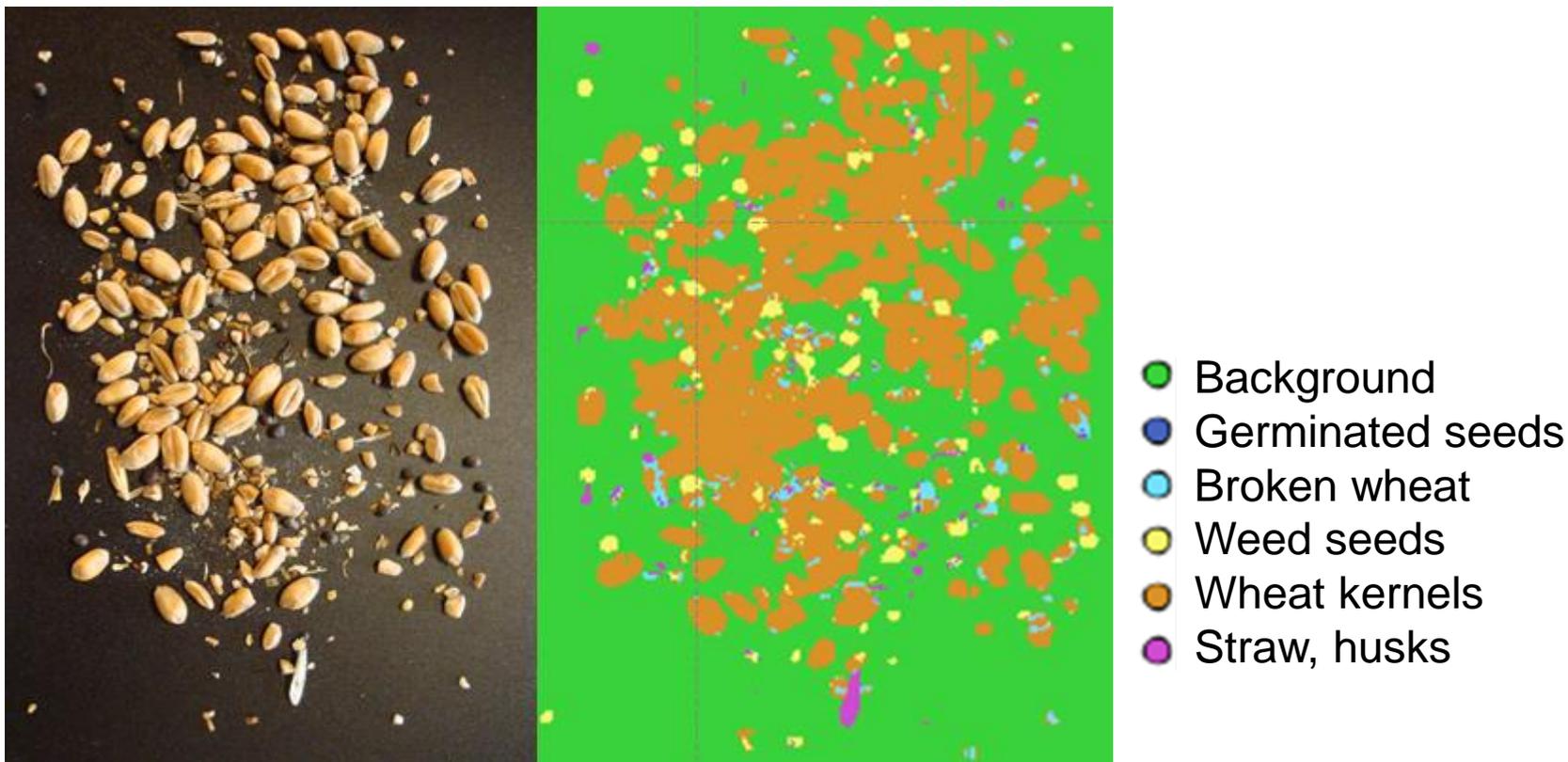
Benefit of the method

NIR hyperspectral imaging
Low skilled personal
A few minute / 250 g
Large samples (sampling more representative)
Multiple contaminants

Vermeulen, P. , Fernández Pierna, J.A. , van Egmond, H.P. , Zegers, J. , Dardenne, P. & Baeten, V. (2013). Validation and transferability study of a method based on near-infrared hyperspectral imaging for the detection and quantification of ergot bodies in cereals. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **405**: (24), 7765-7772.

Contact : Philippe Vermeulen

... and many other impurities ...

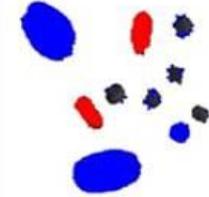
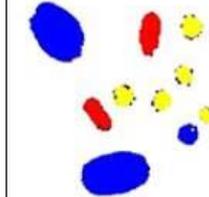
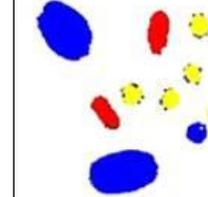
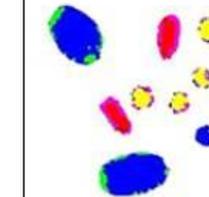
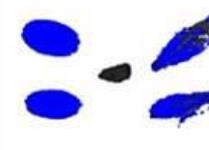
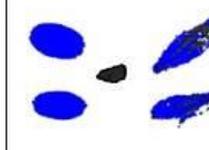
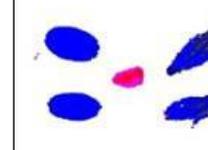
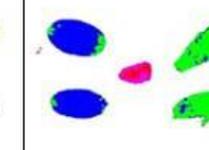


Fameree, L. (2012). Détection de contaminants dans les céréales par imagerie hyperspectrale proche infrarouge (TFE). Huy, Belgium,

Contact : Philippe Vermeulen

... using chemometrics

- SVM discrimination models

Original image	Background vs rest	Animal contaminant vs rest	Cereals vs rest	Botanical impurities vs rest	Other contaminants vs rest	Cellulose waste vs rest
						
						
						

► Fernandez Pierna, J.A. , Vermeulen, P. , Amand, O. , Tossens, A. , Dardenne, P. & Baeten, V. (2012). NIR hyperspectral imaging spectroscopy and chemometrics for the detection of undesirable substances in food and feed. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, **117**: 233-239.

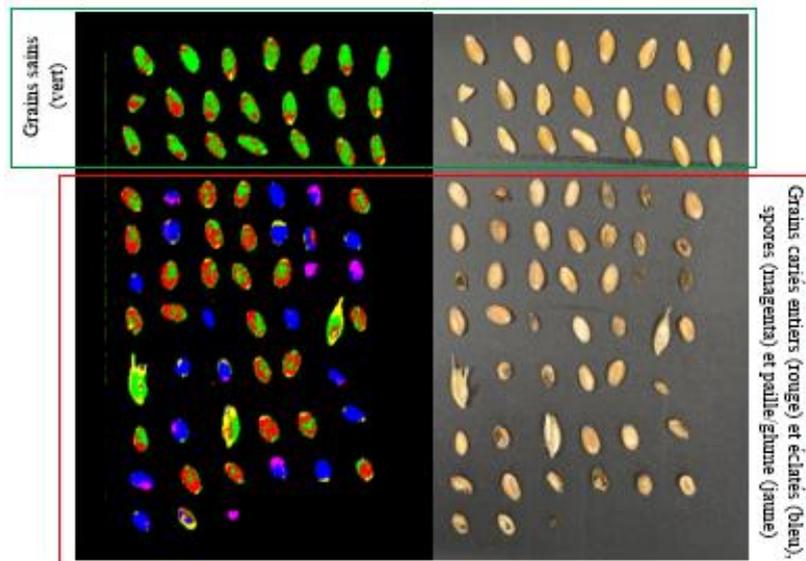
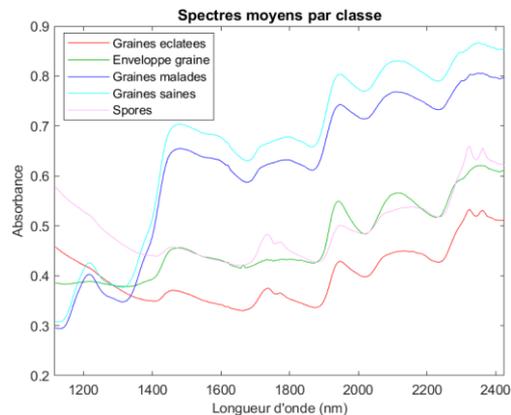
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemolab.2012.02.004>

Contact : Juan Antonio Fernandez Pierna

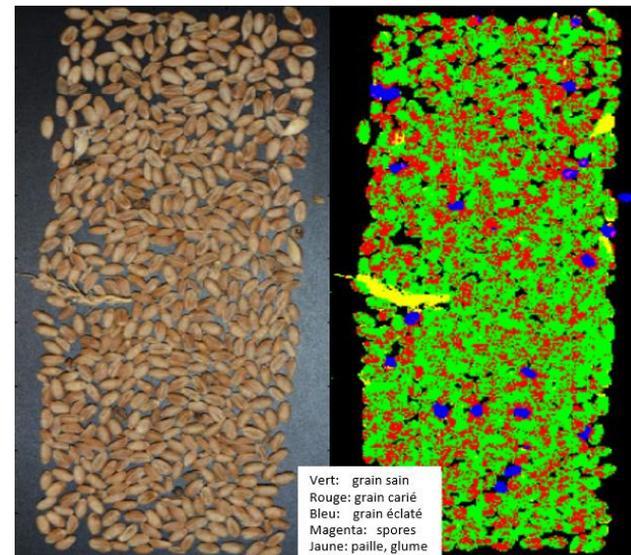
VALCERWAL (2022-2024)

VALorisation des CERéales en WALLonie

Evaluation de la carie en graine à graine par imagerie hyperspectrale



Validation du modèle de prédiction



Analyse d'échantillon en bulk

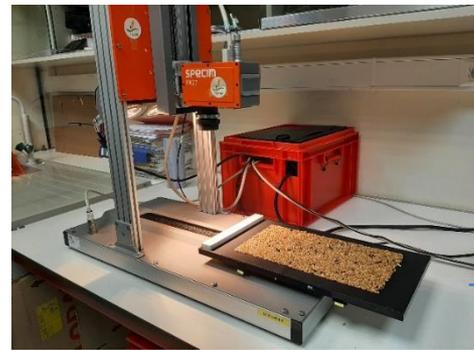
➤ Bonne détection des contaminants/impuretés

Contact: Corentin Demoitié

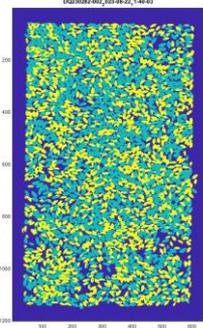
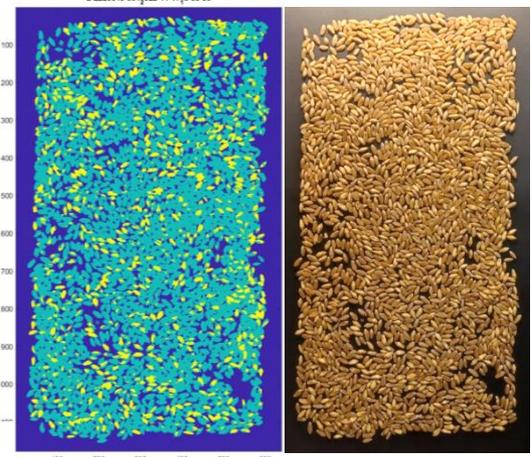
VALCERWAL (2022-2024)

VALorisation des CERéales en WALLonie

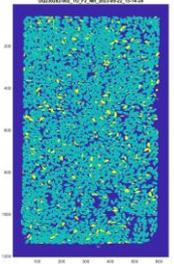
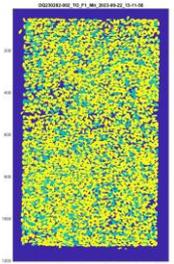
Evaluation du mitadinage sur blé dur en bulk par imagerie hyperspectrale et tri



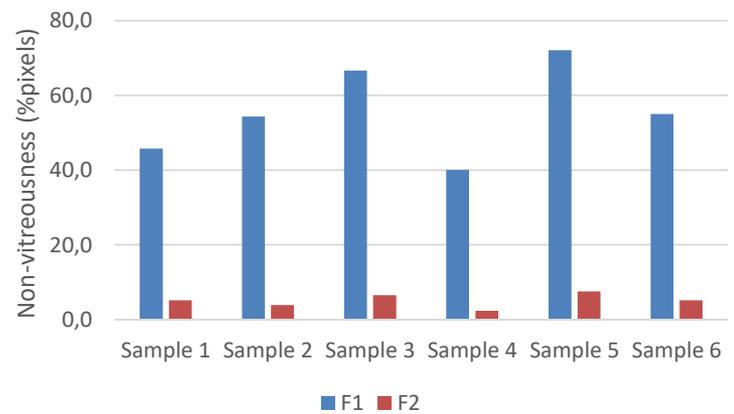
Analyse d'échantillons en bulk
900 – 1700 nm



Trieur optique graine à graine
800 – 1800 nm + RGB



% de mitadinage dans les fractions triées



➤ Détection rapide sur échantillons en bulk

Contacts: Corentin Demoitié, PY Werrie

Unité
Qualité et Authentification
des Produits

Unité QAP

Vincent Baeten

2020 - ...

*Pour développer
et valider
des méthodes
analytiques et outils*

Microbiology
Lab.
(μ BIO)
*Véronique
Ninane*
1979 - ...

Near-Infrared
Spectroscopy Lab.
(NIR)
*Audrey
Pissard*
1979 - ...

Molecular Biology
Lab.
(BIOMOL)
Olivier Fumière
1999 - ...

Data, Raman,
Imaging & MIR
Spectro. Lab.
(DRIM)
*Juan A. Fernández
Pierna*
2001 - ...

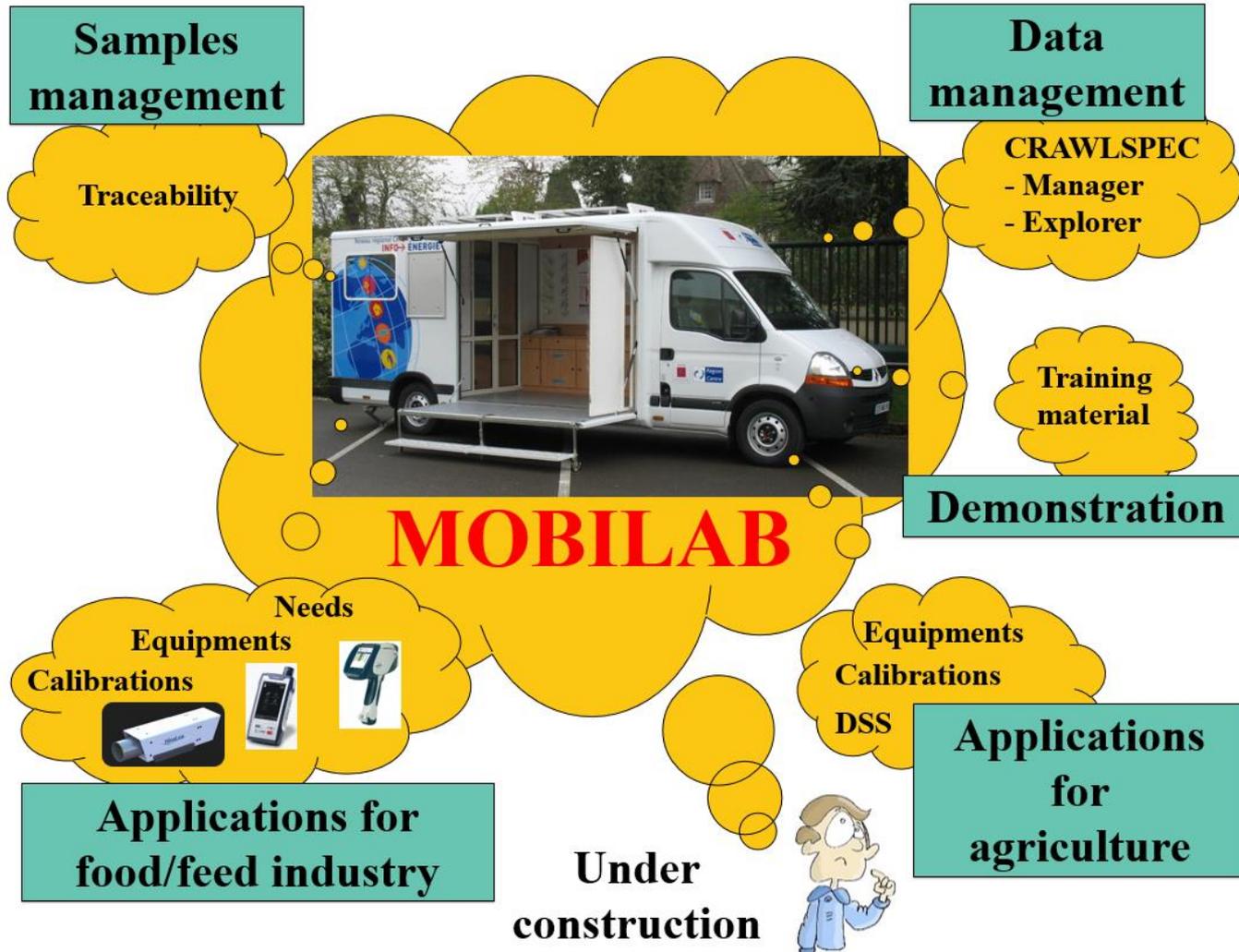
Optical & Digital
Microscopy Lab.
(μ SCOP)
Pascal Veys
2004 - ...

On-field &
Process control Lab.
(FIELDPRO)
*Philippe
Vermeulen*
2017 - ...

Authentomics
Lab.
(MS-PROTEO)
*Marie-Caroline
Lecrenier*
2022 - ...

Autres unités du
CRA-W
(autres méthodes
analytiques et
expérimentations)

Et demain... MOBILAB (2022-2024)



Merci pour votre attention



Guillaume
Anne
Charlotte
Damien E
Pierre Yves
François
Corentin
Damien V
Philippe

Et toutes les équipes